

Conteúdo de água na vegetação em uma paisagem do semi-árido pernambucano utilizando o índice de água por diferença normalizada (IADN)

Maria das Graças Santos das Chagas ¹
Milena Dutra da Silva ¹
Priscila Gomes Corrêa ¹
Josicleda Domiciano Galvêncio ¹
Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel ²

¹ Universidade Federal de Pernambuco – UFPE/CFCH
Av. Prof. Moraes Rego, 1235. Cidade Universitária, Recife-PE. CEP: 50.670-901.
{mgschagas, dutra_ms, correa_pg, josicleda}@hotmail.com

² Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Dept. Biologia/Área de Botânica.
Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n. Dois Irmãos, Recife-PE. CEP: 52.171-900
pimentel@db.ufrpe.br

Abstract - The change of the landscape can be regarded as a major factor to the extinction of species in regional and global scale. The moisture content of a vegetation type is an essential factor for the vegetation dynamics, enabling the maintenance of landscape structure. Theoretical and empirical studies suggest that landscape structure influences the diversity of species in different environments. The use of satellite images has been considered essential to understanding the dynamics of landscape structure, with efficient monitoring of natural vegetation. This study aimed to identify the moisture content of vegetation types identified in Arcoverde through Normalized Difference Water Index (NDWI). Satellite images of the rainy season in caatinga were obtained and geoprocessed to determine the spectral characteristics of vegetation as well as for obtaining NDWI vegetation from the municipality of Arcoverde. Vegetation types had been identified in a correlation between NDVI and NDWI, where the more dense vegetation showed higher moisture content.

Palavras-chave: Caatinga, forest zoning, physiognomies remote sensing, caatinga, zoneamento florestal, fitofisionomias, sensoriamento remoto.

1. Introdução

A estrutura da paisagem pode ser compreendida avaliando-se a fragmentação e a diversidade biológica e, segundo alguns autores, pesquisas que avaliam esta estrutura, em diferentes escalas espaciais, aplicando indicadores como quantidade de água na vegetação, quantidade de clorofila, diversidade biológica, entre outros, são eficazes na caracterização das condições ecológicas locais e regionais (Turner, 1989; O'Neill et al., 1994).

A paisagem do semi-árido nordestino é caracterizada por fragmentos de vegetação de caatinga, os quais ainda estão submetidos a uma grande pressão antrópica, principalmente pelo uso indiscriminado de seus recursos naturais (Leal et al., 2000). Considerada, inicialmente, pobre em biodiversidade, a caatinga passou a ser reconhecida como um dos ecossistemas mais importantes para o equilíbrio da paisagem no final da década de 90 (Amorim et al., 2005). Hoje, a fragmentação da caatinga resulta em alterações nas interações ecológicas das espécies e na dinâmica das comunidades vegetais.

Pesquisas de mapeamento, classificação e monitoramento das florestas mundiais foram beneficiadas com o surgimento do sensoriamento remoto (Shao et al., 1996; Zheng et al., 1997). As ferramentas desta ciência possibilitam avaliar grandes extensões de áreas de vegetação em um curto espaço de tempo, possibilitando, também, gerar dados acerca da qualidade biológica da vegetação a partir dos índices vegetacionais.

Entre as possibilidades de estudos com o sensoriamento remoto destacam-se a avaliação de mudanças na vegetação, as quais podem ser avaliadas, principalmente, através da aplicação

do Índice de Vegetação com Diferença Normalizada – IVDN (*Normalized Difference Vegetation Index – NDVI*), o qual é resultado da razão entre bandas espectrais de alta correlação que realçam áreas de vegetação (Kasmierczak, 1996; Oliveira et al., 2006). Amplamente empregados nos estudos que relacionam informações geradas pelas técnicas de sensoriamento remoto e a paisagem presente na área estudada, os índices de vegetação atuam como indicadores do grau de susceptibilidade da vegetação ao estresse (Pyne et al., 1996), informando acerca do crescimento e do vigor da vegetação (Ponzoni, 2001). Entre os índices que medem o grau de umidade da vegetação, parâmetro muito importante para a determinação do grau de susceptibilidade das vegetações ao estresse (Pyne et al., 1996), destaca-se o Índice de Água com Diferença Normalizada - IADN (*Normalized Difference Water Index - NDWI*), desenvolvido por Gao (1996) e utilizado, com êxito, por Jackson et al. (2004) com imagens do satélite Landsat 5.

Diante do exposto, este estudo objetivou identificar, através do IADN, o grau de umidade das fitofisionomias, identificadas por Chagas et al. (2008), estabelecidas no município de Arcoverde-PE.

2. Metodologia de Trabalho

Área de Estudo

Distando 254 km da capital pernambucana, o município de Arcoverde (08°25'08"S e 37°03'14"W) está localizado na Mesorregião Sertão e na Microrregião Sertão do Moxotó do Estado de Pernambuco (Figura 1).

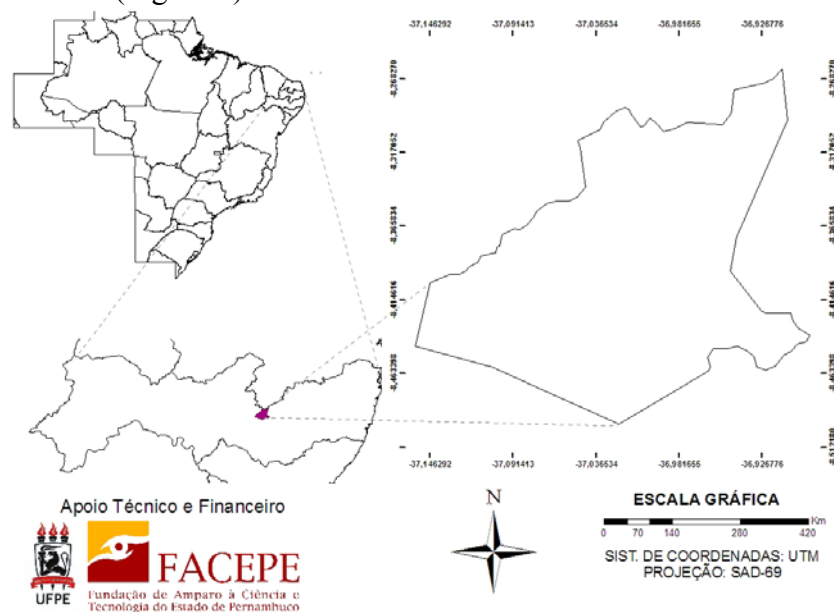


Figura 1. Localização espacial do município de Arcoverde, sertão de Pernambuco-Brasil.

O município de Arcoverde ocupa uma área de 379 km², representando 0,38% do Estado de Pernambuco. Inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, Arcoverde possui altitudes variando entre 650 e 1.000 m. Recortado por rios perenes, de pequena vazão, este município tem um baixo potencial de água subterrânea. Sua vegetação, característica das áreas de agreste e sertão, é formada por florestas sub-caducifólia e caducifólia. Possui clima do tipo Tropical Chuvoso com verão seco, com estação chuvosa iniciando em janeiro/fevereiro e término em setembro, podendo se adiantar até outubro (Beltrão et al., 2005).

Geoprocessamento

Imagens do satélite LANDSAT de 19/07/2007 (período de vegetação verde na caatinga), adquiridas gratuitamente no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), foram georreferenciadas e processadas utilizando-se programas de geoprocessamento para obtenção dos índices de IADN.

Para obtenção do IADN foi utilizada a reflectância das bandas 4 e 5 do sensor TM, através da fórmula (Equação 1):

$$\text{IADN} = (\rho_{\text{ivp}} - \rho_{\text{ivm}}) / (\rho_{\text{ivp}} + \rho_{\text{ivm}}) \quad (1)$$

Onde:

ρ_{ivp} é a reflectância no infravermelho próximo;

ρ_{ivm} é a reflectância no infravermelho médio.

A partir das imagens do IADN foi realizada uma classificação multiespectral não-supervisionada, a qual classificou a região em quatro categorias, limitando-se da região mais abundantes em água (IADN mais alto) até aquela menos abundante (IADN mais baixo).

Nas fitofisionomias identificadas através do IVDN por Chagas et al. (2008) foram verificados os graus de umidades locais através do IADN.

Para verificar a relação existente entre valores de IADN e IVDN foi realizada uma análise de correlação através do programa Statistic 7.0 e apresentadas em forma de gráfico.

3. Resultados e Discussão

Nas fitofisionomias classificadas por Chagas et al. (2008) foi observado que existe uma relação direta entre a vegetação e o grau de umidade encontrado. A vegetação densa apresentou os maiores valores de IVDN (0,76) (Chagas et al., 2008) e de IADN (0,66), enquanto que áreas de transição apresentaram valores de IVDN e de IADN intermediários entre os valores encontrados em áreas de vegetação densa e em áreas de vegetação esparsa, com menores graus de umidade encontrados na vegetação rala (Figura 2).

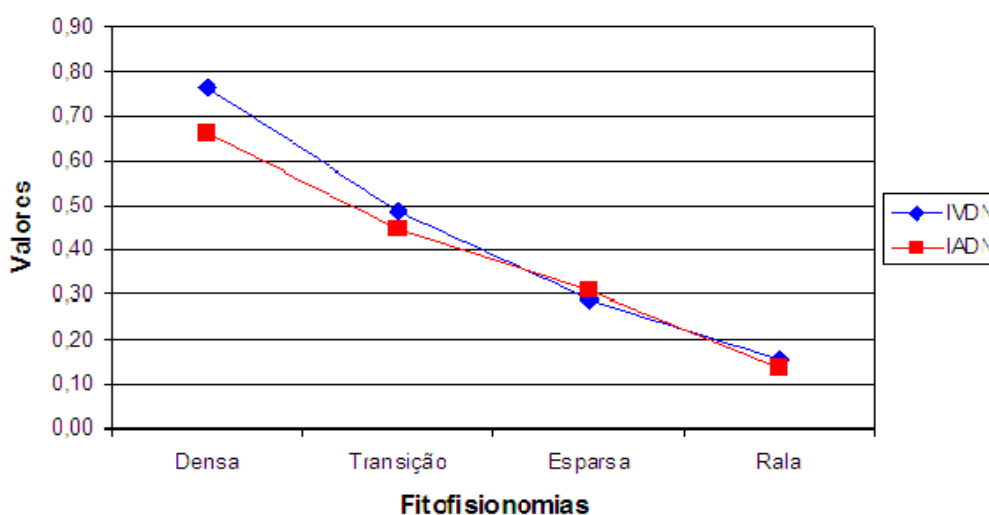


Figura 2. Valores percentuais do índice de vegetação por diferença normalizada (IVDN) e do índice de água por diferença normalizada (IADN) nas fitofisionomias com vegetação densa, vegetação de transição, vegetação esparsa e vegetação rala no Município de Arcoverde-PE.

Segundo Chagas et al. (2008), a vegetação densa ocupa, aproximadamente, 33,50% do município de Arcoverde, sendo encontrada, principalmente, em regiões com elevadas altitudes, constituída por serras e serrotes, e em uma área ciliar que corta o município de leste a oeste. Na classificação do IADN observa-se que a região com maiores valores de IADN ocupa uma área de 11.104,70 ha (111,047 km²) (Figura 3), correspondendo a, aproximadamente, 29,50% do município, ocupando a mesma região que apresentou maiores

valores de IVDN. Estes valores encontrados indicam que esta região é uma área de brejo de altitude, pois apresenta valores de IVDN e de IADN semelhantes aos encontrados em áreas de florestas (Holanda e Guerra, 2010).

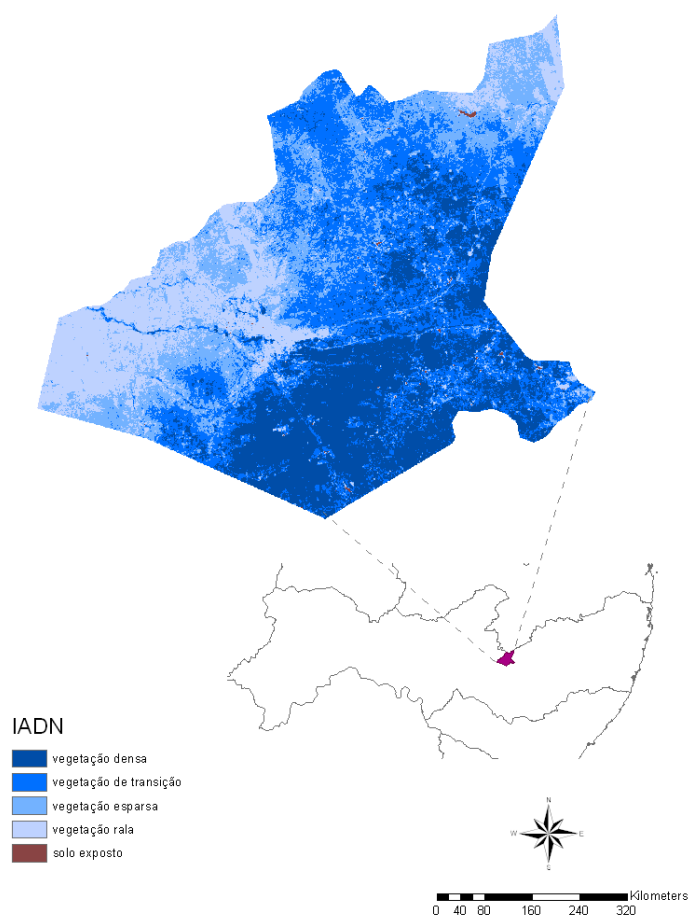


Figura 3. Classificação da vegetação utilizando o Índice de Água com Diferença Normalizada (IADN) do município de Arcoverde-PE.

Cardoso et al. (2009), analisando áreas de caatinga no período chuvoso e seco, afirmam que, no período chuvoso, a vegetação da caatinga, apresenta IADN acima de 0,45, valores semelhantes aos encontrados no presente estudo para as áreas de vegetação de transição (Figura 4). Segundo esses autores, áreas com vegetação de menor densidade que acompanham redes de drenagem (matas ciliares) apresentam IADN entre 0,30 e 0,35, independentes da estação climática. Sabe-se que, na estação seca, a vegetação esparsa da caatinga, constituída principalmente por gramíneas, tende a desaparecer, reaparecendo no início da estação chuvosa (Silva et al., 2009). Neste estudo, a vegetação esparsa apresentou IADN de 0,31 (Figura 4), indicando que esta fitofisionomia utiliza, principalmente, a água superficial disponível no início do período chuvoso da caatinga para uma produção rápida de biomassa, possibilitando uma eficiente dinâmica da população de gramíneas.

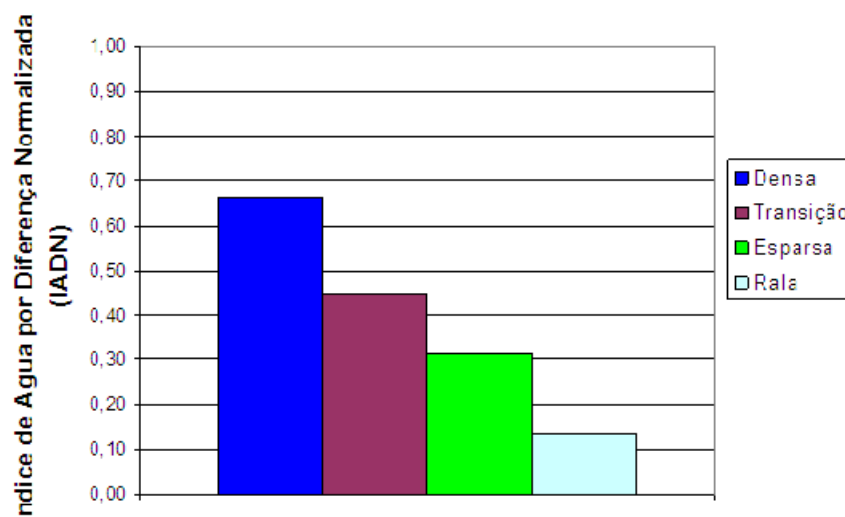


Figura 4. Índice de água por diferença normalizada (IADN) nas fitofisionomias identificadas com vegetação densa, vegetação de transição, vegetação esparsa e vegetação rala no Município de Arcoverde-PE.

Correlação positiva, com 95% de confiança, foi encontrada entre os dois índices vegetacionais analisados (Figura 5), indicando, como esperado, que as áreas recobertas com vegetação densa apresentam um maior grau de umidade do que as áreas recobertas por vegetação de transição, esparsa ou rala. Correlações entre o NDVI e NDWI, nos estudos da vegetação, e seu teor de umidade, contribuem para uma efetiva separação de objetos que poderiam induzir a erros de interpretações (Holanda e Guerra, 2010).

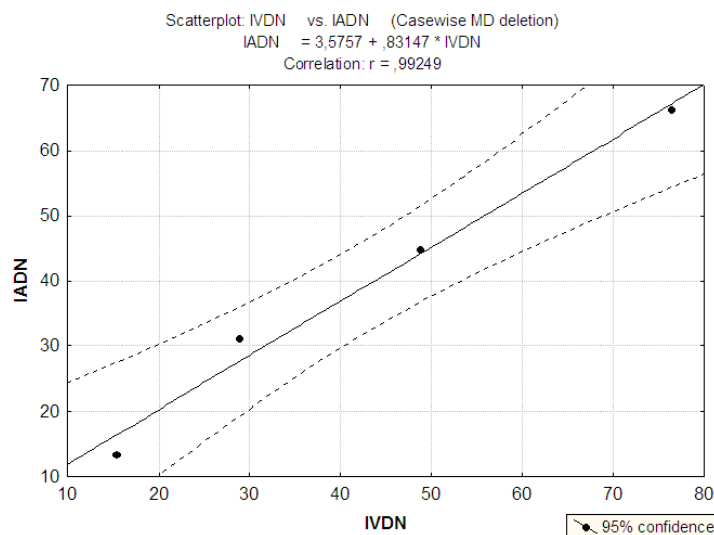


Figura 5. Correlação positiva, com intervalo de confiança de 95%, entre os valores do índice de vegetação por diferença normalizada (IVDN) e do índice de água por diferença normalizada (IADN).

4. Conclusões

As fitofisionomias encontradas no município de Arcoverde apresentaram características distintas quanto ao seu grau de umidade. Por se encontrar em uma região de transição entre as regiões agreste e sertão do Estado de Pernambuco, o município de Arcoverde apresenta fitofisionomias com vegetação densa e saudável em áreas de altitude elevada, e vegetação característica de caatinga no agreste e sertão no restante do município. A vegetação presente

na porção do sertão do município apresenta menores graus de umidade em relação àquelas encontradas na porção agreste.

5. Agradecimentos

As autoras agradecem à FACEPE (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Pernambuco), à Universidade Federal de Pernambuco e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio à pesquisa.

6. Referências Bibliográficas

Amorim, I.L.; Sampaio, E.V.S.B.; Araújo, E.L. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, p. 615-623, 2005.

Beltrão, B.A.; Mascarenhas, J.C.; Miranda, J.L.F.; Souza Jr., L.C.; Galvão, M.J.T.G.; Pereira, S.N. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea no Estado de Pernambuco - Diagnóstico do Município de Arcoverde**. Recife, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), 2005. 11p.

Cardoso, F.S.; Pereira, G.; Silva, G.B.S.; Silva, F.B.; Shimabukuro, Y.E.; Moraes, E.C. Discriminação de áreas alagadas no Pantanal sul-matogrossense a partir de imagens orbitais. In: Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 2, 2009, Corumbá. **Anais**. Corumbá: INPE, 2009. Artigos, p. 99-106. CD-rom. Disponível em: < <http://www.geopantanal2009.cnptia.embrapa.br/cd/pdf/p141.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2010.

Chagas, M.G.S.; Galvêncio, J.D.; Pimentel, R.M.M. Avaliação da dinâmica espectral da vegetação de Caatinga em Arcoverde, Pernambuco. **Revista de Geografia**, v. 25, n. 2, p. 45-60, 2008.

Gao, B.C. NDWI - A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. **Remote Sensing of Environment**, v. 58, p. 257-266, 1996.

Holanda, A.S.S.; Guerre, C.E. Monitoramento da vegetação da região do eixo-forte no município de Santarém-PA utilizando imagens dos índices de vegetação NDVI e NDWI. In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 3, 2010, Recife. **Anais**. Recife: UFPE, 2010. Artigos, p. 01-05. CD-rom. Disponível em: < http://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO_CD/artigos/Todos_Artigos/A_92.pdf>. Acessado em: 19 nov. 2010.

Jackson, T.J.; Chen, D.; Cosh, M.; Li, F.; Anderson, M.; Walthall, C.; Doriaswamy, P.; Hunt, E.R. Vegetation water content mapping using Landsat data derived normalized difference water index for corn and soybeans. **Remote Sensing of Environment**, v. 92, p. 475-482, 2004.

Kazmierczak, M.L. Uso de Dados AVHRR/NOAA Gac para análise da sazonalidade da caatinga. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 8., 1996, Salvador. **Anais**. Salvador, INPE, 1996. Artigos, p. 513-518. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/lise/2004/07.20.10.18/doc/T99.pdf>>. Acesso em 19 nov. 2010.

Leal, O.; Sá, J.U.; Mascarenhas, J.C. **Avaliação hidrogeológica preliminar das aluviões do alto vale do rio Moxotó-PE**. Recife: CPRM. 2000. 34p.

O'Neil, R.; Jones, K.; Ritters, K.; Wickham, J.; Goodman, I. **Landscape monitoring and assessment research plan**. Washington: Agência de Proteção Ambiental, 1994. 64p. (NTIS PB94189446).

Oliveira, L.M.T.; Costa, T.C.C.; Nicácio, R.M.; Antunes, M.A.H.; França, G.B. Análise das interferências no NDVI do AVHRR e conjunto de dados alternativo. In: Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, 3, 2006, Aracaju. **Anais**. Aracajú: INPE, 2006. Artigos. CD-Rom. Disponível em: < http://www.dpi.inpe.br/sil/cst310/Aula7_DadosSR/apoio/disciplina_introdu%C3%A7%C3%A3o%20ao%20sensoriamento_LU/Monografia/NDVI/084_t.pdf>. Acesso em: 19 de nov. de 2010.

Ponzoni, F.J. Comportamento espectral da vegetação. In: Meneses, P.R.; Netto, J.S.M. **Sensoriamento remoto: reflectância dos alvos naturais**. Brasília: Editora Universidade de Brasília/Embrapa Cerrados, 2001. p. 157-199.

Pyne, S.J.; Andrews, P.L.; Laven, R.D. **Introduction to wildland fire**. (2ª ed.). New York: Wiley, 1996. 808p.

Shao, G.; Zhao, G.; Zhao, S.; Shugart, H.H.; Wang, S.; Schaller, J. Forest cover types derived from Landsat Thematic Mapper Imagery for Changbai Mountain area of China. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 26, p. 206–216, 1996.

Silva, K.A.; Araújo, E.L.; Ferraz, E.M.N. Estudo florístico do componente herbáceo e relação com solos em áreas de caatinga do embasamento cristalino e bacia sedimentar, Petrolândia, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, p. 100-110, 2009.

Turner, M.G. Landscape Ecology: the effect of pattern on process. **Annual Review of Ecological Systems**, v. 20, p. 171-197, 1998.

Zheng, D.; Wallin, D.O.; Hao, Z. Rates and patterns of landscape change between 1972 and 1988 in the Changbai Mountain area in China and North Korea. **Landscape Ecology**, v. 12, p. 241–254, 1997.