

ID. 1883

| [Home](#) | [Página Principal](#) | [Módulo Mix](#) | [Módulo Tecnologia](#) |

Cartografia e Monitoramento Orbital da Sazonalidade das Unidades de Vegetação da Região de Vitória da Conquista (BA)

Marcelo Guimarães (1)
Evaristo Eduardo de Miranda (2)
José Roberto Miranda (2)

(1) Ecoforça - Pesquisa e Desenvolvimento
Rua José Inocêncio de Campos, 148. Campinas, SP. CEP 13024-230
Fone/Fax: (019) 255-4332/ 254-9498
E-mail: marcelo@ecof.org.br

(2) EMBRAPA - Monitoramento por Satélite
R. Dr. Júlio Soares de Arruda, 803, Campinas, SP. CEP 13088-300
Fone/Fax: (019) 252-5977/254-1100
E-mail: mir_jm@nma.embrapa.br

Resumo

Esse trabalho procurou identificar, cartografar, quantificar e analisar as unidades de vegetação, assim como seus respectivos comportamentos sazonais, dispostas em uma área de transição entre a floresta semidecidual e a caatinga, entre as coordenadas geográficas 14° 00'/15° 00'S e 40° 30'/42° 00'W, no sudoeste do Estado da Bahia. Foram utilizadas e manipuladas Sistemas de Informações Geográficas, interpretações analógicas de imagens do sensor TM-LANDSAT e composições quinzenais de máximo valor do IVDN-AVHRR-NOAA, resultando na cartografia, quantificação e na análise da sazonalidade de quatro unidades de vegetação, mata de cipó, caatinga densa, caatinga aberta e caatinga carrasco, além de correlações lineares entre os valores IVDN e pluviométricos.

Abstract

This paper presents a contribution to the ecological knowledge of forest to caatinga transition area. Integrated analyses of physical environment and vegetation digital cartography resulted in the vegetation cartography of Vitória da Conquista region, located in Bahia State (14° 00' e 15° 00'S e 40° 30' e 42° 00'W). Data was gathered from TM/LANDSAT e AVHRR/NOAA sensors, the last one through NDVI. The development of methodological phases consisted of manipulations of geographic information systems and digital interpretations of orbital images. The production of a digital database about vegetation allowed the analyse of the main vegetation seasonality conditioners, considering its intra-annual evolution and its rainfall relationship.

1. Introdução

A Região Nordeste vem apresentando um intenso desenvolvimento econômico, representado pelo crescimento do seu PIB (Produto Interno Bruto) nos últimos anos, inclusive sendo este superior ao do Brasil quando comparados. Paralelamente, também estão sendo constatados intensos processos de substituição de seus ecossistemas naturais por agroecossistemas, sistemas energético-mineradores e sistemas industriais-urbanos.

Inserido neste contexto, o trópico semi-árido com um área em torno de 800.000 km², ou aproximadamente 90% desta Região e 10% do País, individualiza-se pela diversidade de seus ecossistemas e também por ser palco de remotas ocorrências desses processos, iniciadas durante o Período Colonial. Refletidas no presente e somando-se às intensas pressões econômicas e sociais, essas transformações respondem pelos atuais 55% de índice de risco de desertificação identificados nesta área (REDESERT, 1998).

Por outro lado, a fim de evitar que os atuais riscos de desertificação se concretizem,

In: CONGRESSO E FEIRA, PARA USUÁRIOS DE
GEOPROCESSAMENTO DA AMÉRICA LATINA (GIS BRASIL 1999)
5., 19-23 jul. 1999, Salvador-BA. Anais em CD-ROM
CD Original na biblioteca (veja CDTECA)...

qualquer política de planejamento ambiental, proteção ou conservação de seus ecossistemas naturais necessita estar baseada em informações confiáveis e atuais sobre seus componentes bióticos e abióticos, sobretudo de maneira integrada.

A utilização de técnicas e aplicativos de geoprocessamento podem prestar-se como ferramentas para a obtenção destas informações, sobretudo de maneira integrada (Miranda et al., 1995). Os produtos de sensores orbitais, ao lado destas geo-tecnologias, também ampliaram suas aplicações, principalmente a partir das duas últimas décadas. Hoje eles permitem a observação da superfície terrestre nas mais diversas escalas temporais, espaciais e espectrais, garantindo assim fontes de informações confiáveis e freqüentes sobre a vegetação e o meio físico.

Com um período de imageamento de 16 dias, sete canais espectrais e resolução espacial de 30 X 30 metros, os dados TM/LANDSAT apresentam-se adequados ao monitoramento espaço-temporal de características da superfície, possibilitando o estudo dinâmico da vegetação e do uso das terras (Verbyla, 1995). A fim de obterem-se dados orbitais suficientemente adequados ao monitoramento de processos dinâmicos dos componentes da superfície terrestre em curtos períodos de tempo, produtos de outras plataformas com resoluções temporais maiores podem ser utilizados. Neste contexto, as imagens derivadas do sensor AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) a bordo dos satélites NOAA (National Oceanic Atmospheric Administration), têm-se mostrado importantes para a compreensão desses processos em escalas regional e global.

De grande aplicação nos estudos da vegetação, destaca-se o Índice de Vegetação de Diferença Normalizada, proposto por Rouse et al. (1973), obtido através da razão entre a diferença e a soma dos canais 1 e 2, quando calculado a partir do sensor AVHRR. É utilizado na estimativa de produção primária (Tucker et al., 1991 apud Tucker et al. 1994; Wylie et al., 1991 apud Hobbs, 1995), no monitoramento de padrões de seca (Liu & Kogan, 1996), correlacionado com variáveis ambientais como precipitação, temperatura e tipos de solos (Di et al. 1994, Lacruz et al. 1994; Hastings & Di, 1994 apud Di & Hastings, 1995; Schultz & Halpert, 1995; Kazmierczak, 1996; Srivastava et al., 1997), e no monitoramento de florestas tropicais (Mallingreau & Tucker, 1988; Batista et al., 1997; Almeida & Batista, 1998; Yi, 1998).

Considerando então a extensa e intrigante malha de interações presentes nos ambientes naturais ou antropizados, grande importância deve ser dada à vegetação. Refletindo as interferências em seus habitats, esta pode ser considerada como um espelho do meio ambiente e portanto, esforços metodológicos relacionados à análise de seu comportamento espaço-temporal mostram-se necessários e bem-vindos.

Nesta perspectiva foi desenvolvido este trabalho, beneficiando-se da utilização destas geo-tecnologias e centrando-se em uma região ímpar no sudoeste do Estado da Bahia, espelhando adequadamente as diversidades ecológicas e econômicas do semi-árido.

Esta região, onde destaca-se o Município de Vitória da Conquista, localiza-se entre as coordenadas geográficas 14° 00' e 15° 00'S e 42° 00' e 40° 30'W, apresentando gradações climáticas (entre os climas subúmido e semi-árido) e altimétricas (entre 290 e 1100 metros) importantes para a compreensão do padrão de distribuição das formas de vegetação existentes. Trata-se de uma área de transição entre os ecossistemas de floresta estacional e da caatinga, além de ser alvo de intensos processos de influência antrópica, apresentando-se assim como um ótimo campo para avaliar as potencialidades da cartografia e monitoramento intra-anual da vegetação enquanto fornecedora de subsídios aos estudos ecológicos.

2. Objetivos

A objetivo principal deste trabalho é a cartografia e o monitoramento da vegetação da região de Vitória da Conquista (BA). Para atingir o objetivo principal, as seguintes metas intermediárias foram propostas:

- ✦ Realizar a cartografia da vegetação da região, através do uso de imagem orbital e de missões de campo;
- ✦ Evidenciar as relações entre o meio físico e a vegetação, através de índices de atividade fotossintética gerados a partir de imagens orbitais de alta resolução temporal, integrados em um sistema de informações geográficas.

3. Material e Métodos

MATERIAL

A área de estudo está localizada na porção sudoeste do Estado da Bahia, correspondendo à área da carta SD-24 Y A (IBGE, 1985), limitada pelas coordenadas 14° 00' e 15° 00' de Latitude Sul e 42° 00' e 40° 30' de Longitude Oeste (Figura 01).

Inserida na região administrativa do Município de Vitória da Conquista, a área de estudo apresenta um extensão de aproximadamente 18.000 Km² e comporta os seguintes municípios: Vitória da Conquista, Anajé, Aracatu, Barra do Choça, Brumado, Condeúba, Malhada de Pedras, Piripá, Presidente Jânio Quadros, Tanhaçu e Tremendal (IBGE, 1978a e b).

O principal pólo comercial e agrícola é o Município de Vitória da Conquista, distante 512 Km de Salvador, a capital do Estado, com uma área de 3.800 Km² e uma população de 242.155 habitantes (IBGE, 1998).

A imagem TM/LANDSAT V e as composições quinzenais de imagens diárias derivadas do sensor AVHRR/NOAA-14 foram os produtos orbitais utilizados neste trabalho.

Foi adquirida uma imagem TM/LANDSAT referente à órbita/ponto 219/70, em formato papel, composição colorida (cor verdadeira) nas bandas 3, 4 e 5, e em escala 1:250.000. A data de passagem, escolhida em função da ausência de nuvens na imagem, foi 11 de agosto de 1993.

Na Divisão de Satélites Ambientais do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (DSA/INPE), os dados diários do sensor AVHRR/NOAA-14 durante o ano de 1995 eram recebidos e as composições quinzenais eram geradas a partir destes dados, em uma área maior que os limites deste estudo (Figura 07). As composições foram realizadas utilizando-se a técnica proposta por Holben (1986), em resolução espacial de 1.500 X 1.500 metros (Figura 02).

Cada conjunto quinzenal apresentava composições correspondentes ao canal 1, ao canal 2, ao canal 3, ao IVDN calculado a partir dos níveis de cinza e ao número de imagens por pixel no período.

Por fim, os dados pluviométricos referentes ao ano de 1995 foram obtidos do DNAEE (Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica), contemplando três estações pluviométricas.

Os aplicativos utilizados foram o IDRISI para Windows versão 2.0, o Sistema Geográfico de Informações (SGI) desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), versões 2.4 e 2.5 e, o Sistema de Processamento de Informação Georreferenciada (SPRING) desenvolvido pelo INPE, versões 2.4 e 2.5 para ambiente UNIX e versão 3.0 para Windows.

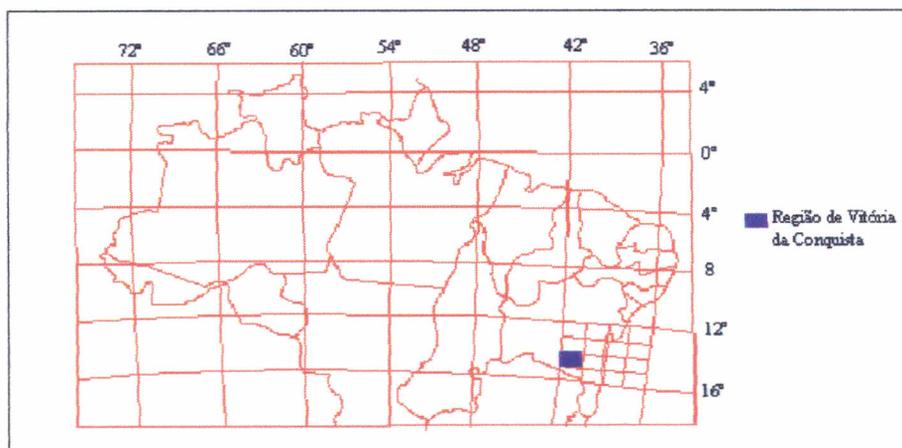


Figura 01 – Localização da área de estudo.

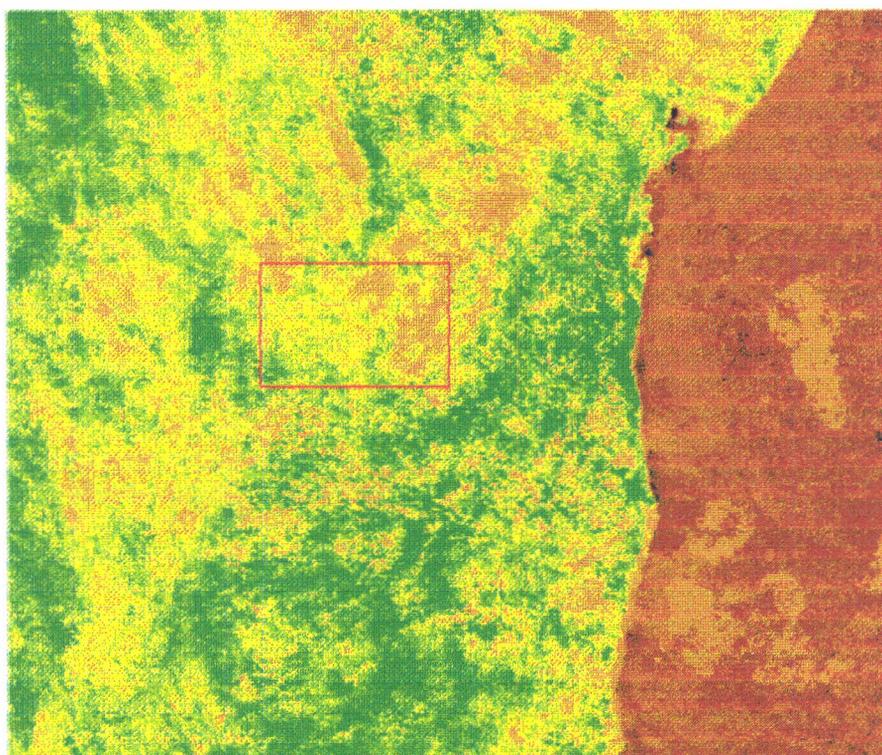


Figura 02 - Composição IVDN gerada pelo DSA/NPE referente à segunda quinzena de abril de 1995. O retângulo em vermelho indica a área do presente estudo.

MÉTODOS

Através da fotointerpretação analógica da imagem TM-LANDSAT (agosto de 1993), estratégias de amostragem para validação desta e missões à campo, obteve-se a carta de unidades de vegetação, com nove classes temáticas: mata de cipó, caatinga densa, caatinga aberta, caatinga carrasco, gerais, áreas antropizadas, áreas de mineração, áreas inundadas e áreas urbanas.

Para estabelecer-se as relações entre o índice de vegetação da diferença normalizada e as unidades de vegetação mapeadas, assim como verificar suas respectivas sazonalidades durante o ano de 1995, primeiramente foi definida uma grade em resolução espacial de 1.500 X 1.500 metros isto é, idêntica à das composições IVDN. Esta grade foi então sobreposta ao plano de informação das unidades de vegetação, interpretado da imagem TM/LANDSAT de agosto de 1993, em formato matricial (resolução espacial de 100 X 100 metros) no IDRISI, conforme metodologia proposta por Lacruz et al. (1994).

Após a superposição da grade, foram identificadas as áreas que apresentavam a maior porcentagem de cada uma das classes de vegetação na resolução espacial das composições IVDN, evitando-se misturas entre classes em um mesmo pixel nestas imagens. Este procedimento resultou em uma imagem temática contendo as áreas de amostragem por unidade de vegetação.

Em princípio evitou-se o cruzamento automático entre a imagem contendo as amostras e as composições quinzenais em razão de possíveis deslocamentos ou de contaminações por nuvens. Assim, verificações visuais e estatísticas prévias (média, mínimo, máximo e desvio padrão) foram realizadas procurando-se descartar as amostras que porventura apresentavam-se nessas situações. Caso os valores extraídos das composições apresentassem redução do valor IVDN entre a 30 e 40% relativos aos valores das demais amostras da mesma classe, no tempo e no espaço, esta localização amostral era descartada. Em procedimento análogo, Yi (1998) e Almeida & Batista (1998) definiram esse limite em 30%.

Desse modo, foram definidos 35 pixels da classe de caatinga densa, 10 da classe de caatinga aberta (capoeira), 12 da caatinga carrasco e 12 da mata de cipó. Entretanto, em função dos critérios acima estabelecidos em algumas quinzenas esses números foram reduzidos.

O cruzamento propriamente dito entre as amostras selecionadas e as séries quinzenais permitiu a extração do valor do IVND máximo, do mínimo, do médio e do respectivo desvio padrão, referentes a cada uma das classes de vegetação. Também foi possível o cálculo do valor IVDN médio, desvio padrão e coeficiente de variação do período estudado. Os arquivos foram gerados em ASCII e incorporados no MS-EXCEL, onde foram tabulados.

Para a análise das correlações lineares entre as unidades de vegetação e a pluviometria, as três estações (tabela 01) foram incorporadas aos banco de dados no IDRISI, transformadas em vetores pontuais e sobrepostas à carta de unidades de vegetação (1993), juntamente à grade em resolução espacial de 1.500 X 1.500 metros anteriormente criada.

Tabela 01 - Estações pluviométricas com dados relativos ao ano de 1995.

Estação	Código DNAEE	Nome	Município	UF	Latitude	Longitude
1	1440026	Vitória da Conquista	Vitória da Conquista	BA	14° 52'	40° 50'
2	1441000	Santo Antônio	Tanhaçu	BA	14° 16'	41° 18'
3	1440032	Areião	Mirante	BA	14° 01'	40° 59'

Cada estação foi então definida como um ponto amostral onde janelas de 9 X 9 pixels foram centradas, evitando-se que erros de correção geométrica influenciassem os resultados (Verbyla, 1995) e ainda, evitando que amostras distantes desse raio de aproximadamente 7 quilômetros fossem consideradas. Em cada janela foram selecionadas as classes de vegetação presentes e, considerando-se a ocorrência dessas na grade de modo a obter-se pixels puros nas composições, foi criado um novo arquivo imagem com estas amostras.

A tabela 02 descreve o número final de amostras por unidade de vegetação. Conforme esta tabela, observa-se a não inclusão das classes de vegetação de caatinga aberta e caatinga carrasco nesta análise em função falta de estações pluviométricas com dados do ano de 1995 próximas à essas formações.

Os valores quinzenais médios dos IVDN extraídos das classes de vegetação de caatinga densa e mata de cipó foram estatisticamente correlacionados aos valores pluviométricos quinzenais do ano de 1995, inclusive considerando o aspecto temporal (mesma quinzena, uma e duas) para a assimilação da água pelas unidades de vegetação em questão, este refletido através da resposta do IVDN.

Tabela 02 - Número de amostras (pixels) das unidades de vegetação em relação às estações pluviométricas.

Estação pluviométrica	Caatinga densa	Caatinga aberta	Caatinga carrasco	Mata de cipó
1	0	0	0	12
2	10	0	0	0
3	12	0	0	0

4. Resultados e Discussão

Cartografia da vegetação

A figura 03 demonstra o resultado da classificação analógica da imagem TM-LANDSAT de 1993, sendo a seguir caracterizadas suas respectivas classes temáticas de vegetação, cujas quantificações estão expressas na tabela 03.

Tabela 03 - Área e frequência relativa das classes de unidades de vegetação na região de Vitória da Conquista (BA).

Classes	área em 1993 (km ²)	% da área total
Mata de cipó	345,10	2,04
Caatinga densa	3.351,01	19,85
Caatinga aberta	279,91	1,66
Caatinga carrasco	281,89	1,67
Gerais	7,80	0,05
Áreas antropizadas	12.508,73	74,10
Áreas inundadas	28,43	0,17
Áreas urbanas	73,89	0,44
Áreas de mineração	3,48	0,02
Área total	16.880,24	100,00

A mata de cipó, correspondendo à Floresta Estacional Decidual, individualizou-se das demais em função de seu recobrimento muito denso em estágios sucessionais secundários, da estatura média de seus elementos estar acima de 8 metros, por algumas de suas espécies perderem folhas durante a época seca e pela abundância de cipó e lianas.

A unidade caatinga densa foi caracterizada como um estrato lenhoso com cerca de 5 metros de altura, onde destacava-se a dominância de espécies arbóreas sobre arbustivas, às vezes sobressaindo espécies mais altas. Esta formação individualizou-se pela presença de espécies xerofíticas, ocorrendo em áreas com déficit hídrico acentuado distribuídas no Domínio da Depressão Interplanáltica. Na unidade aberta houve predominância de espécies arbustivos e herbáceos com altura inferior a 4 metros e irregularidade horizontal e vertical de sua estrutura. Assim como a unidade anterior, também apresentou espécies xerofíticas ocorrendo em áreas de acentuado déficit hídrico.

A caatinga carrasco, denominada no Projeto RADAMBRASIL (1981) de contato entre caatinga e floresta estacional semidecidual, foi assim chamada em função de seu nome local e pela predominância de espécies de caatinga. Caracterizou-se pela regularidade da estratificação horizontal e vertical na maior parte dos pontos amostrados, pela presença de um estrato lenhoso superior com cerca de 8 metros, maior densidade de espécies, apresentando elementos da floresta estacional semidecidual e da caatinga, e pela maior densidade de espécies.

Os gerais, localizada no topo da Serra das Éguas, em Brumado, assim é denominada localmente, possivelmente tratando-se de uma formação de cerrado apresentando elementos típicos. Não foram efetuadas identificações nestas manchas em função da dificuldade de acesso ao topo desta Serra. Sua fisionomia apresentou regularidade vertical e horizontal, com predominância de espécies herbáceas e arbustivas com cerca de 2 metros de altura.

A classe de áreas antropizadas foi assim definida procurando aglutinar todo tipo de

vegetação com nítida influência de atividades humanas. Esta classe foi caracterizada pela grande heterogeneidade de pequenos elementos presentes nas imagens TM/LANDSAT classificadas, impossíveis de serem mapeados na escala de trabalho proposta. Assim, englobou as áreas com ausência de vegetação e as áreas agrícolas, tanto de pequena agricultura como de pastagem, sobressaindo pela grande extensão de sua área (74,10 % do total).

Análise da sazonalidade das unidades de vegetação

Conforme a metodologia proposta, foi possível obter os valores do IVDN referentes às classes de mata de cipó, caatinga densa, caatinga aberta e caatinga carrasco (Figura 04). O valor médio quinzenal do ano de 1995, o desvio padrão e o coeficiente de variação (C.V.) para cada unidade de vegetação estão descritos na tabela 04.

Conforme estes valores obtidos, a mata de cipó apresentou a maior regularidade intra-anual dos valores do IVDN, não sendo exageradamente afetada pela chegada da estação seca a partir de maio, provavelmente devido ao aporte hídrico fornecido pela formação de orvalho e nevoeiro, os quais inclusive favorecem a colonização por epífitas características desta formação vegetal.

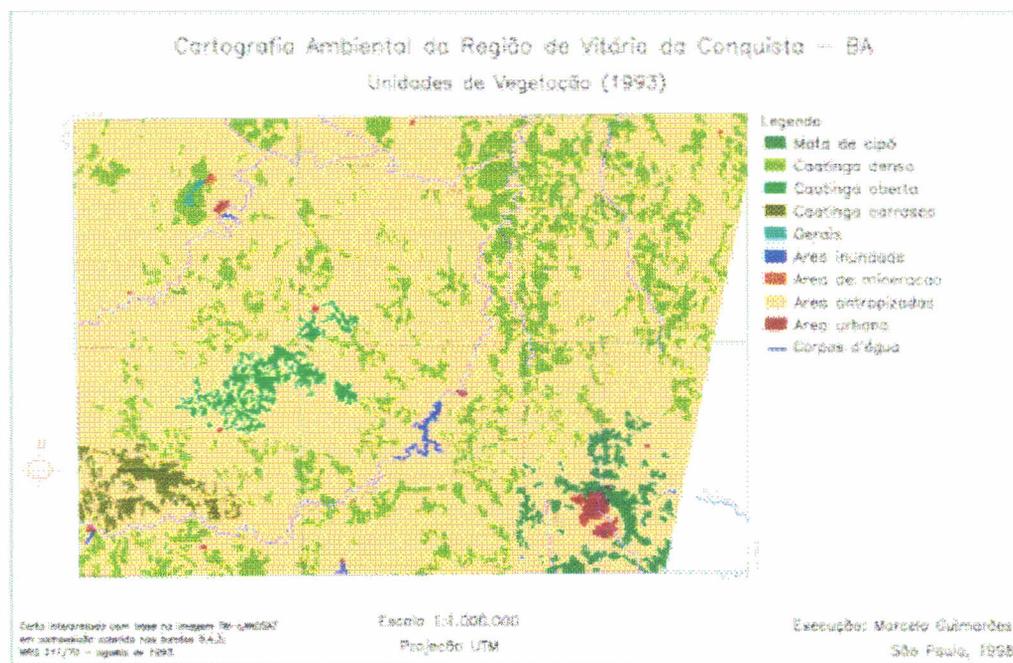


Figura 03 - Unidades de vegetação em 1993 da região de Vitória da Conquista (BA).

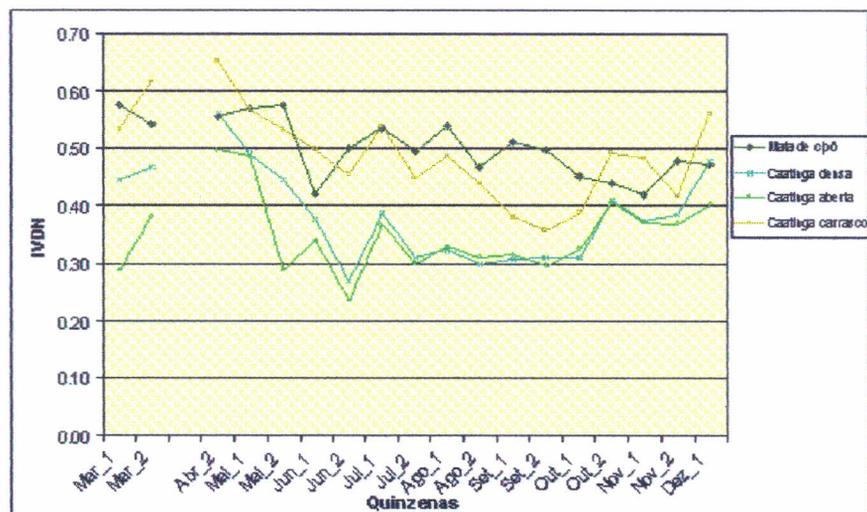


Figura 04 - Evolução sazonal do IVDN referente às unidades de vegetação amostradas durante o ano de 1995 para a região de Vitória da Conquista (BA).

Tabela 04 - Valores do IVDN quinzenais médios das unidades de vegetação referentes ao período analisado durante o ano de 1995 para a região de Vitória da Conquista (BA).

Unidades de vegetação	Média quinzenal do período	Desvio padrão	C.V. (%)
Mata de cipó	0,50	0,05	10,22
Caatinga densa	0,39	0,08	21,23
Caatinga aberta	0,35	0,07	19,30
Caatinga carrasco	0,49	0,08	16,39

Os valores do IVDN quinzenais obtidos para a caatinga densa concordaram com o esperado, ou seja, apresentaram uma forte influência da sazonalidade, demonstrada por uma acentuada redução a partir de maio e sua recuperação em outubro, confirmando a elevada velocidade de rebrota desta vegetação com a chegada das chuvas (Rizzini, 1979). O valor médio intra-anual e o respectivo coeficiente de variação apresentaram-se relativamente diferentes em relação à outros trabalhos já publicados. Kazmierkzac (1996), trabalhando com dados GAC, encontrou valor médio para a caatinga arbórea igual a 0,3917. Batista et al. (1997) obtiveram um valor médio mensal e coeficiente de variação iguais a 0,35 e 42,4%, respectivamente, também utilizando dados GAC. Liu & Kogan (1996) encontraram um valor médio anual acumulado igual a 2,96, correspondendo a um valor médio mensal igual a 0,26. O valor médio superior a alguns dos trabalhos acima citados, assim como o menor coeficiente de variação, podem ser resultados da própria diferença entre as várias fisionomias de caatinga. Em especial, a média maior e o C.V. menor refletem uma atividade fotossintética mais destacada e uma menor perda de folhas em comparação às caatingas das localidades onde a aridez é mais pronunciada, onde as amostras de Liu & Kogan (1996) e de Batista et al. (1997) foram extraídas.

Embora esperava-se efeitos mais pronunciados da seca e portanto reduções do IVDN da caatinga aberta, sua sazonalidade foi bastante semelhante ao da formação densa. A elevada fragmentação associada à mistura com culturas vizinhas (palma, mandioca etc.), pode ter elevado os valores do IVDN desta classe de vegetação. Seu valor médio intra-anual menor quando comparado ao da formação densa, refletiu suas diferenças fisionômicas e estruturais.

A unidade de vegetação de transição entre a caatinga e a floresta estacional semidecidual ou seja, a caatinga carrasco, mostrou uma evolução sazonal bastante interessante. Conforme os resultados obtidos, a diminuição do IVDN com o início da estação seca foi atrasada para a segunda quinzena de setembro, possivelmente em função da manutenção das folhas de espécies semi-decíduas co-ocorrendo com indivíduos típicos da caatinga. Sua maior regularidade estrutural vertical e horizontal entre as caatingas estudadas foi confirmada através do valor médio elevado e de seu caráter sazonal não muito pronunciado pelo coeficiente de variação médio entre as caatingas densa e aberta e a mata de cipó.

Correlações entre os IVDN e a pluviometria

A utilização de três janelas com tamanho máximo de 9 X 9 pixels centradas nas estações pluviométricas com dados do ano de 1995, permitiu a definição e a extração de amostras puras das classes de vegetação presentes, suas respectivas correlações lineares com o totais de chuvas para as quinzenas dos mesmos períodos, considerando também deslocamentos temporais entre as mesmas (Tabelas 05 e 06).

Tabela 05 - Total de amostras selecionadas dentro das janelas 9 X 9 pixels, valores do IVDN médios e totais pluviométricos referentes ao ano de 1995.

Estação	Classe	N	IVDN médio	Total de chuvas (mm)
1	Mata de cipó	12	0,39	829,90
2	Caatinga densa	10	0,33	783,50
3	Caatinga densa	12	0,36	462,20

Tabela 06 – Correlações lineares (r) entre os valores do IVDN médios e os totais pluviométricos para as dezoito quinzenas do período analisado.

Estação	Tempo de resposta do IVDN (quinzenas)		
	0	1	2
Coefficiente de correlação (r)			
1	0,18	0,07	-0,29
2	0,25	0,64	0,35
3	0,35	0,49	0,23

Conforme a tabela 17, verificou-se o maior valor do IVDN associado à mata de cipó e também a maior quantidade de chuvas nesta estação pluviométrica. Embora a quantidade de chuvas seja superior em cerca de 70% no posto 2 quando comparado ao posto 3, o IVDN médio da caatinga densa presente nesta última foi cerca de 10% maior que o mesmo valor dessa formação próxima ao posto 2.

As correlações lineares entre a média dos IVDN amostrados e os totais de chuvas de cada quinzena, considerando nenhuma diferença temporal entre a resposta do IVDN e o evento das chuvas, uma quinzena e duas quinzenas (Tabela 18), indicam o tempo de resposta de quinze dias como o de melhor coeficiente correlação para as localizações de caatinga densa nas estações 2 e 3 (0,64 e 0,49, respectivamente). Para a estação 1, onde distribui-se a mata de cipó, foram encontrados valores muito baixos do coeficiente de correlação e, dentre estes, o de maior valor (0,18) reportou-se a ausência de um intervalo temporal para a resposta da vegetação.

5. Conclusões

Este trabalho estudou uma região com cerca de 18.000 km², em escala 1:250.000, onde ocorrem distintas fisionomias de caatinga juntamente à formações de floresta estacional semidecidual, tendo como desafio a elaboração de uma cartografia da vegetação que fosse capaz de gerar novos dados sobre o estado de conservação e a dinâmica das formações vegetais da região.

A cartografia da vegetação permitiu identificar, mapear, quantificar e analisar as formações vegetais presentes na área de estudo, destacando-se importantes processos de degradação e erradicação da vegetação, resultado da conversão de áreas naturais para antropizadas.

As correlações lineares entre a pluviometria e a vegetação de caatinga foram positivas e altas, principalmente quando foi considerando um intervalo temporal de quinze dias entre as chuvas e a resposta do IVDN, variando internamente em função do grau de antropismo das mesmas. Para a mata de cipó os valores foram bastante baixos, porém uma conclusão sobre sua independência seria muito apressada considerando a grande influência de nuvens nos dados relativos à sua área de distribuição. Sua evolução na estação seca sugere o aporte hídrico originário da formação de orvalho e nevoeiro, garantindo a baixa variabilidade dos valores IVDN obtidos durante este período.

6. Bibliografia

- Almeida, E.S.; Batista, G.T. Índice de vegetação versus precipitação na Amazônia. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 8, 1998, Santos. Anais... São José dos Campos: MCT/INPE, 1998. (Anais em CD-ROM.)
- Batista, G.T.; Shimabukuro, Y.E.; Lawrence, W.T. The long-term monitoring of vegetation cover in the Amazonian region of northern Brazil using NOAA-AVHRR data. *International Journal of Remote Sensing*, v.18, n.15, p.3195-3210, 1997.
- Di L.; Hastings, D.A. Temporal stability os some global NDVI products derived from NOAA/AVHRR GVI. *International Journal of Remote Sensing*, v. 16, n. 18, p.3569-3583, 1995.
- Di L.; Rundquist, D.C.; Luoheng; H. Modelling relationships between NDVI and precipitation during vegetative growth cycles. *International Journal of Remote Sensing*, v. 15, n. 10, p.2121-2136, 1994.
- Hobbs, T.J. The use of NOAA-AVHRR NDVI data to assess herbage production in the arid rangelands of Central Australia. *International Journal of Remote Sensing*, v.16, n.07, p.1289-1302, 1995.

IBGE. Carta topográfica, Brasília, Folha SD-23. Rio de Janeiro, 1978b. Esc. 1:1.000.000. mapa policr.

Kazmierczak, M.L. Uso dos dados AVHRR/NOAA GAC para análise da sazonalidade da Caatinga. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 8, 1996, Salvador. Anais... São José dos Campos: MCT/ INPE, 1996. (CD-ROM).

Lacruz, S.P.; Santos, J.R.; Shimabukuro, Y.E.; Miranda, E.E. de. Multitemporal NOAA/AVHRR data to analyse seasonal changes on vegetation at contact areas between forest and savanna woodland. In: International Symposium on resources and environmental monitoring (ISPRS), 7, 1994, Rio de Janeiro. Proceedings... São José dos Campos: MCT/ INPE, 1994. v.30, n.7a, 1994.

Liu, W.T.; Kogan, F.N. Monitoring regional drought using Vegetation Condition Index. International Journal of Remote Sensing, v.17, n.14, p.2761-2782, 1996.

Mallingreau, J.P.; Tucker, C.J. Large-scale deforestation in the Southeastern Amazon Basin of Brazil. Ambio, v.17, n.1, 1988.

Miranda, E.E. de; Dorado, A.J.; Guimarães, M.; Mangabeira, J.A.; Miranda, J.R. Impacto ambiental y sostenibilidad agrícola: la contribución de los Sistemas de Informaciones Geográficas. Santiago de Chile: RIMISP, 1995. 90p.

REDESERT. A desertificação no Brasil. 1998. (URL: <http://www.mma.gov.br/port/redesert/desertbr.html>)

Rizzini, C. T. Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos sociológicos e florísticos São Paulo: Hucitec, 1979. 374p. il.

Rouse, J.W.; Haas, R.H.; Schell, J.A.; Deering, D.W. Monitoring vegetation systems in the great plains whit ERTS. In: ERTS Symposium, 3, 1973, Greenbelt: NASA, 1973, p.309-317 (NASA SP-351).

Schultz, P.A.; Halpert, M.S. Global analyses of the relationships among a vegetation index, precipitation and land surface temperature. International Journal of Remote Sensing, v.16, n.15, 1995.

Srivastava, S.K.; Jayaraman, P.P.; Nageswara, R.; Manikiam, B.; Chandrasekhar, M. G. Interlinkages of NOAA/AVHRR derived integrated NDVI to seasonal precipitation and transpiration in drylands tropics. International Journal of Remote Sensing, v.18, n.18, p.2931-2952, 1997.

Tucker, C.J.; Newcomb, W.W.; Dregne, H.E. Desertification on the south side of the Sahara: Did the desert expand from 1980 to 1993. Revista Selper, v.10, n.3-4, p 76-80, 1994.

Verbyla, D.L. Satellite remote sensing of natural resources. New York: Lewis, 1995. 198p., il.

Yi, J.L.R. Mapeamento e monitoramento da vegetação do Estado do Mato Grosso através de imagens AVHRR/NOAA. São José dos Campos: INPE, 1998. 135p., il. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto).