

**AVALIAÇÃO DO ESTOQUE LENHEIRO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE
1ª ETAPA: ESTRATIFICAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA LENHOSA ATRAVÉS
DE COMPOSIÇÕES COLORIDAS DO SENSOR TM LANDSAT.**

E. M. B. Ito Isaia
T. Isaia
M. A. Gariglio
C. Verslype

Projeto PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87/007
Caixa Postal 1270
59.000 Natal, RN
Brasil

RESUMO

Objetivando quantificar a oferta de lenha para abastecer o consumo doméstico e industrial do Rio Grande do Norte, realizou-se o mapeamento da vegetação natural lenhosa do Estado. Tal mapeamento baseou-se em composições coloridas do sensor TM do satélite Landsat, na escala de 1:100.000, através de interpretação visual. Estabeleceu-se chave de identificação para as imagens de período seco e chuvoso, considerando as peculiaridades da Caatinga e as diferenças de comportamento espectral deste tipo de vegetação conforme a época do ano. A vegetação lenhosa foi estratificada segundo o recobrimento do solo e o porte das árvores, sendo tal estratificação a base de um inventário florestal cuja finalidade é de estimar o estoque lenheiro do Estado.

ABSTRACT

Aiming at quantifying the woodfuel offer to supply the domestic and industrial demand in Rio Grande do Norte a mapping of the state natural woody vegetation was carried out. This mapping was based upon LANDSAT TM colour composites (1:100.000 scale) through visual interpretation. An identification Key was established for dry and rainy seasons, considering the special characteristics of "Caatinga" and the difference in the spectral signature of this type of vegetation, according to the time of the year. The woody vegetation was stratified considering the tree height and the soil covering. This stratification is the basis for a forest inventory destined to estimate the state woody stock.

1. INTRODUÇÃO

O estado do Rio Grande do Norte possui uma realidade florestal que pode ser extrapolada de maneira geral para a região Nordeste do país: uma elevada dependência por lenha e carvão vegetal utilizados como energéticos tanto pelo setor domiciliar, (principalmente do meio rural para o cozimento de alimentos), quanto no setor industrial, sendo significativa a parcela de empresas que utilizam tais energéticos nos seus processos produtivos.

A formação florestal que ocorre naturalmente no Estado é na sua grande maioria a Caatinga, vegetação típica de semi-árido, que vem suportando toda esta demanda apesar do seu baixo rendimento volumétrico. Em decorrência desta situação o Projeto PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87/007 vem realizando um levantamento com o intuito de conhecer aspectos da Caatinga que auxiliem o planejamento de ações a serem implementadas, de tal forma a evitar graves consequências ambientais e sócio econômicas que poderiam decorrer da degradação da mata nativa remanescente pelo seu uso intensivo.

Este levantamento, em uma primeira etapa, buscou estratificar a vegetação lenhosa do Estado de acordo com as características que determinam o seu estoque: porte médio e densidade das árvores, e para isso utilizou-se produtos do satélite Landsat nos canais e escala que se julgava compatíveis com este objetivo.

A estratificação da mata nativa servirá por sua vez, em uma segunda etapa, para minimizar os custos do inventário florestal que está sendo realizado a nível estadual, com a finalidade de estimar o estoque lenheiro no Rio Grande do Norte.

2. METODOLOGIA

2.1. Área de estudo

O estado do Rio Grande do Norte é uma das nove unidades da Federação que integram a Região Nordeste do Brasil; está situado entre os paralelos 04°51'54" e 06°58'18" de latitude Sul e os meridianos 34°57'08" e 38°35'12" de longitude Oeste e possui uma superfície de 53.015 Km².

Como pode ser observado na Figura 1, a estratificação da vegetação nativa lenhosa de que trata este trabalho não englobou todo o Estado, tendo sido excluídas a maior parte da microrregião do Seridó e todo o litoral Leste (que excluiu a microrregião de Natal e grande parte da microrregião Agreste Potiguar). O Seridó não foi incluído por já ter sido alvo de um levantamento similar também realizado pelo Projeto PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87/007 (1988). Já o litoral leste carece de passagens do satélite Landsat que resultem em imagens de boa qualidade (sem cobertura de nuvens) e por isso foi temporariamente descartado da área de estudo; porém, devido à sua importância no balanço energético estadual (ali se concentra um alto consumo de lenha por parte de indústrias cerâmicas), já foram solicitadas ao INPE imagens com 20% e 30% de cobertura de nuvens e que, com trabalhos de campo mais intensos, será possível chegar-se a bons resultados.

Em consequência, a área efetivamente estudada foi o Sertão (sub-úmido). O Sertão ocupa 75% da superfície do Rio Grande do Norte, com uma precipitação pluviométrica anual entre 400 e 800mm, distribuída em 4 meses ou menos e caracterizado pelo uso extensivo das terras para fins agropecuários. O Agreste, que ocupa 20% do território estadual, possui uma precipitação anual que varia de 800 a 1.200mm, distribuída em 5 ou 6 meses; é uma zona de transição entre o litoral úmido e o sertão seco caracterizada pela alta densidade de população rural, ocupada na produção de grãos e fibras.

Predomina no Estado, e principalmente na área efetiva do seu estudo, a formação florestal natural do tipo "Caatinga", cuja feição mais típica é representada por um estrato rasteiro composto principalmente por gramíneas, acima do qual emergem arbustos e árvores de porte baixo ou médio (4 a 7 metros de altura), caducifolias de caráter xerófilo, com grande quantidade de plantas espinhosas, de esgalhamento baixo, entremeadas de diversas cactáceas e bromeliáceas ocorrentes em algumas áreas.

2.2. Produto fotográfico utilizado

Nesta etapa de estratificação da vegetação nativa lenhosa utilizou-se composições coloridas normais (canais 2, 3 e 4-BGR-"falsa cor") do sensor "Thematic mapper" do Landsat 5, impressas em papel, na escala 1/100.000 e processadas pelo INPE (Instituto de Pesquisas Espaciais). A identificação de cada quadrante utilizado está no quadro 1.

As imagens foram escolhidas segundo o seguinte critério: a data da passagem mais recente que estivesse sem cobertura de nuvens (somente a 215/64 B, apresentou 10% de cobertura de nuvens, o que foi considerado aceitável). Este critério, entretanto, acarretou a utilização de imagens tanto de época seca (agosto) quanto de época chuvosa (maio), o que resulta em grande diferença nas respostas espectrais da vegetação na banda do infravermelho próximo, conforme ilustra a figura 2.

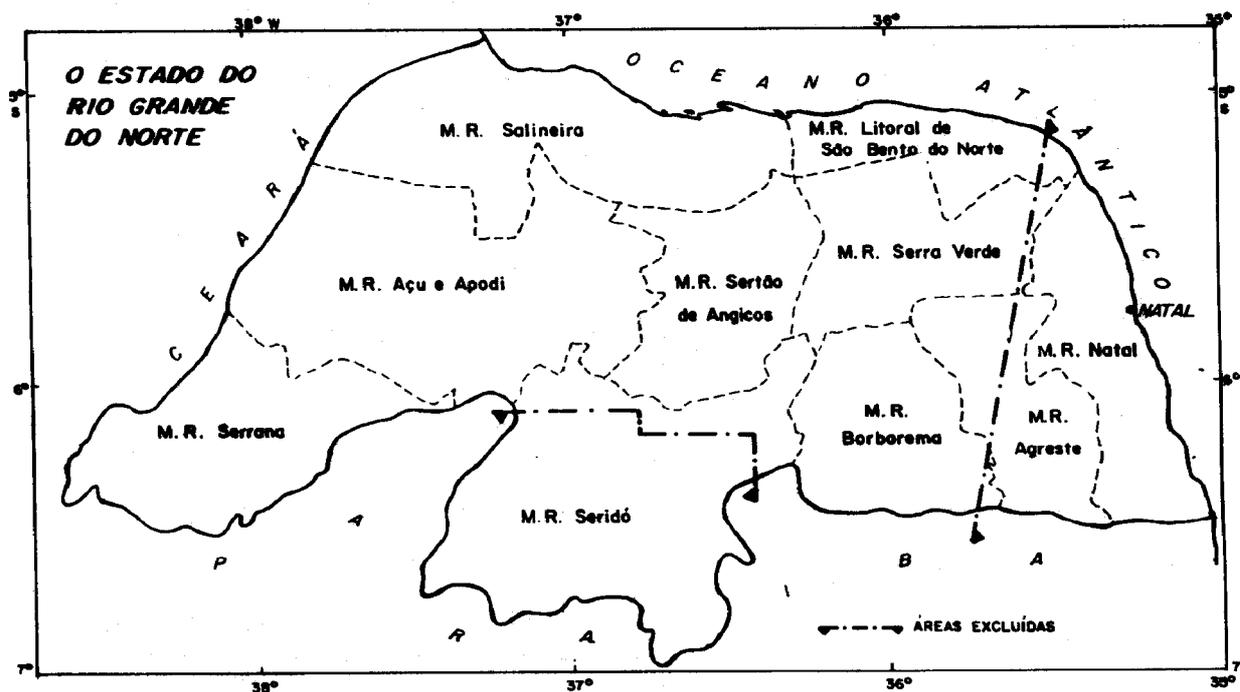


Fig. 1 - Área do Estado do Rio Grande do Norte abrangida pelo levantamento.

QUADRO 1

IDENTIFICAÇÃO DOS QUADRANTES UTILIZADOS NA ESTRATIFICAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA LENHOSA DO RIO GRANDE DO NORTE

Base	Ponto	Quadrante	Data da passagem do Landsat
215	64	A	09.05.87
215	64	B	09.05.87
215	64	C	09.05.87
215	64	D	09.05.87
216	64	B	20.08.87
216	64	C	20.08.87
216	64	D	20.08.87

2.3. Chave de interpretação: critérios utilizados

A chave de interpretação para a diferenciação dos estratos de vegetação lenhosa foi determinada segundo os seguintes critérios básicos: cor, tonalidade e forma das manchas de vegetação. Textura, padrão, sombras e localização destas manchas foram também levadas em consideração de maneira secundária, porém decisiva.

A vegetação de maneira geral apresenta-se nas imagens trabalhadas, nas cores avermelhadas ou azuis, ou numa combinação destas, dependendo da maior ou menor atividade fotossintética que apresentava na época da tomada das imagens ou da sua localização, como segue:

- imagem de época seca: vegetação azulada a não ser ao longo de rios ou em áreas alagáveis, onde aparece na cor vermelha.
- imagens de época chuvosa: vegetação na cor vermelha, excetuando-se em regiões de solos rasos com pequena capacidade de retenção de água e, conseqüentemente, bastante secas, nas quais sobressai a cor azul.

Com relação às tonalidades, independentemente da cor que representa a vegetação, estas variam de clara a escura, sendo este o critério que melhor diferenciou classes de vegetação lenhosa, exatamente por indicar um menor ou maior grau de cobertura dos solos. As formas das manchas de vegetação, por sua vez, auxiliam na diferenciação de cultivos agrícolas, pastagens ou capoeiras, áreas sem estoque de vegetação lenhosa que possuem formas geométricas na sua grande maioria.

A textura foi utilizada como critério complementar e que permitiu, muitas vezes, diferenciar áreas de vegetação lenhosa aberta que se confundem, pela cor, com vegetação densa ou fechada. Dentre os padrões de ocorrência, foi bastante frequente aquele em forma de mosaico, indicando ora a presença de grandes afloramentos rochosos ora a agricultura de subsistência em pequenas áreas, dependendo da localização. O aspecto sombra foi considerado para identificar áreas de mata nativa com a presença de árvores emergentes, e também podem indicar a presença de relevos acidentados.

Para o estabelecimento destes critérios de fotointerpretação foram realizadas viagens a diferentes locais do Estado, nas quais se observava a configuração da vegetação "in loco" bem como sua resposta espectral segundo o produto fotográfico utilizado e as bandas do espectro eletromagnético que abrangeram.

2.4. Fotointerpretação

A fotointerpretação visual foi efetuada com base na chave de interpretação e com a ajuda de mesas de luz e lupas de aumento, sobre "over-lays" previamente preparados que continham as cidades e principais estradas e rios. Para isso foram utilizadas como base as cartas topográficas da SUDENE, em escala compatível com as imagens (1/100.000).

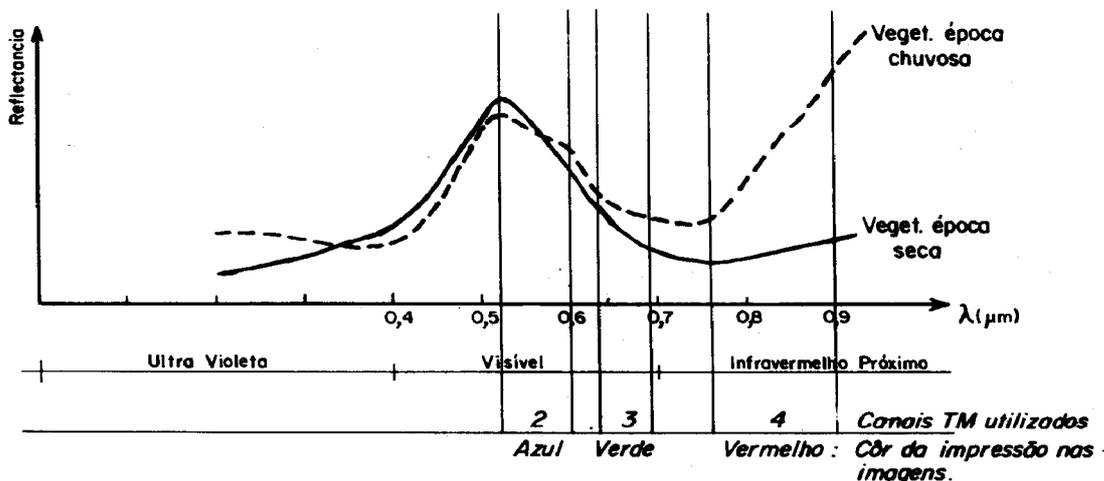


Fig. 2 - Canais utilizados na composição colorida e repostagem espectral da vegetação conforme a época do ano.

Durante esta etapa dos trabalhos foram efetuadas viagens de campo, com o objetivo de se fazer checagens da chave de interpretação e de sanar as dúvidas que ocorreram em locais ainda não visitados anteriormente.

3. ESTRATOS DE VEGETAÇÃO NATIVA LENHOSA OBTIDOS

A chave de interpretação resultante e os estratos de vegetação nativa lenhosa obtidos neste trabalho podem ser conferidos no quadro 2.

A aplicação da chave de interpretação considerou sempre as tonalidades relativas (clara, média e escura) dentro de uma mesma imagem, visto que foram utilizadas imagens de diferentes épocas do ano e um mesmo estrato que fosse escuro em uma foto de época chuvosa poderia ter tonalidade média na foto de época seca.

O estrato 1, que correspondeu às áreas sem cobertura de vegetação lenhosa, englobou desde solos agrícolas preparados ou cultivados, até campos, pastagens e matas secundárias em fase inicial de formação. Estas formas de uso da terra foram facilmente identificáveis nas imagens pela tonalidade clara e, principalmente, pelas formas geométricas que as caracterizam. Na parte norte do Estado, onde os solos são mais profundos e bem drenados, este estrato ocorre em áreas extensas; já na parte sul, em que os solos não são propícios para a agri-

cultura, localiza-se ao longo de rios e próximos a açudes. Nas regiões serranas em geral, e principalmente no oeste do Estado, o estrato 1 aparece na imagem em um padrão de mosaico, indicando o caráter de subsistência e de variedade de dos cultivos em pequenas áreas. Na região leste do estado predominam as áreas de pastagens.

O estrato 2, de vegetação arbustiva-arbórea aberta, foi caracterizado por possuir um porte médio de 3 metros de altura, baixo índice de cobertura dos solos e quase a ausência de sub-bosque. Ocorre predominantemente ao sul do Estado, onde os solos são rasos, pedregosos e quase sempre com afloramentos rochosos.

O estrato 3, de vegetação arbustiva-arbórea fechada, caracteriza-se por possuir um porte médio de 3 e 4 metros de altura, com alto índice de cobertura dos solos. Ocorre em todo o Estado, sendo que ao norte verifica-se presença marcante de sub-bosque.

Finalmente o estrato 4, de vegetação arbórea fechada, apresenta um porte médio de 4 a 5 metros de altura, com árvores emergentes em número significativo, alto grau de cobertura dos solos e presença de sub-bosque. Ocorre com maior intensidade ao norte do Estado e também nas encostas de serras com exceção daquelas muito rochosas.

QUADRO 2

ESTRATOS DE VEGETAÇÃO NATIVA LENHOSA OBTIDOS DE ACORDO COM OS CRITÉRIOS DE FOTOINTERPRETAÇÃO ADOTADOS.

ESTRATOS DE VEGETAÇÃO	CRITÉRIO DE FOTOINTERPRETAÇÃO		
	CORES	TONALIDADE	FORMAS
1. Vegetação lenhosa AUSENTE	branco, verde claro, verde melho claro, rosa magenta claro.	claro	geométricas
2. Vegetação arbustiva-arbórea aberta	azul claro, verde claro, ciânico claro.	claro	irregulares
3. Vegetação arbustiva-arbórea fechada	vermelho intenso, magenta médio, azul médio, ciânico médio.	média	irregulares
4. Vegetação arbórea fechada	vermelho escuro, magenta escuro, azul escuro, ciânico escuro.	escura	irregulares

Outras classes de vegetação lenhosa foram identificadas nas viagens de reambulação, porém, seja pela insignificância da sua área de ocorrência em relação à área estadual, seja pela indiferenciação nas imagens, estas foram incluídas em um dos estratos descritos acima, com o qual mais se aproximasse em termos de esboço.

Por serem de preservação permanente (Código Florestal, Lei 4.771 de 15.11.65, art. 2º), a vegetação de mangue e de dunas não serão consideradas dentro do estoque explorável de lenha do Estado, e por isso não foram incluídas em um dos estratos anteriores. O mesmo ocorre com a vegetação de encostas de serras com mais de 100% de declividade, ou as que protegem os solos com risco de erosão que, apesar de terem sido mapeadas segundo os estratos acima, não serão contabilizadas como áreas de exploração lenhosa.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de imagens TM/Landsat na posição colorida dos canais 2, 3 e 4 (escala 1/100.000) para a diferenciação de estratos de vegetação lenhosa típica de regiões semi-áridas, mostrou-se bastante eficiente para os objetivos a que este trabalho se propôs inicialmente, principalmente em se tratando de um levantamento de abrangência estadual. Foram obtidos 3 estratos de vegetação nativa lenhosa, o que deve diminuir significativamente os trabalhos de campo do inventário florestal, etapa seguinte da avaliação do estoque lenheiro do Rio Grande do Norte. Deve-se destacar, no entanto, que a ferramenta utilizada possui potencial para ser aplicada até mesmo numa 2ª aproximação do trabalho, na qual se procederia à diferenciação da vegetação por classes, segundo os indicativos de sítio, composição florística e outros, porém com trabalhos de campo mais intensos e em áreas mais restritas.

Uma grande limitação para trabalhos utilizando produtos Landsat ainda é a cobertura de nuvens, uma constante principalmente nas regiões litorâneas, com a qual o usuário se depara no momento da escolha do material fotográfico. A necessidade por produtos recentes e sem cobertura de nuvens, relegou ao segundo plano a uniformização do conjunto de imagens para uma única data de passagem, o que seria ideal, ou mesmo para uma determinada época do ano (período seco/chuvoso - v. quadro 1). Entretanto, apesar das dificuldades iniciais de se estabelecer uma relação entre os estratos de vegetação identificados nas imagens de época chuvosa e os mesmos estratos em época seca, ao final se obteve uma chave de interpretação única, pois a resposta espectral da vegetação variou bastante em termos de cores, porém os outros aspectos (tonalidade, forma, textura, etc.) mantiveram a sua constância.

Após o levantamento dendrométrico, próxima etapa do inventário florestal do Estado é que haverá a possibilidade de se comparar nume-

ricamente a maior ou menor vocação das imagens, segundo a época do ano em que foram tomadas, para a interpretação da vegetação nativa lenhosa. Ainda nessa linha, na região litorânea do Estado que ainda não foi mapeada será utilizado o mesmo produto fotográfico, porém na composição de cores que envolvem os canais 3, 4 e 5 e cujos resultados deverão ser comparados com os aqui obtidos.

Este trabalho aqui apresentado foi basicamente metodológico e com ele se espera ilustrar uma das diversas aplicações das imagens de Satélite através do seu uso prático. Grande é o número de pesquisas já realizadas na área florestal, principalmente por pesquisadores do INPE, com o intuito de se otimizar a utilização dos produtos de sensoriamento remoto atualmente disponíveis no país. Estas pesquisas possuem méritos indiscutíveis, pois orientam os usuários destes produtos para a sua escolha adequada conforme os objetivos do trabalho em questão. A região Nordeste brasileira, entretanto, carece de estudos mais profundos nesse sentido, já que sua vegetação em geral possui características específicas que limitam a extração de resultados de pesquisas realizadas no Sul do país para a realidade nordestina.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHEN, S. C.; LIMA, A. M. Avaliação de composições coloridas TM falsa-cor para a discriminação de culturas, Anais do Simpósio Latino-americano de Sensoriamento Remoto, 1, Gramado, RS: 799 - 804, 1986.
- GARCIA, G. J. Sensoriamento Remoto, Princípios e interpretação de imagens: 24 - 31, 1982.
- ISAIA, T. O Programa de ação Florestal do Estado do Rio Grande do Norte, Circular Técnica do Projeto PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87/007, 4: 1 - 11, 1990.
- NOVO, E. M. L. M. Sensoriamento Remoto: Princípios e aplicações: 171 - 191, 1988.
- PINTO, S. A. F.; VALÉRIO FILHO, M. Utilização de dados TM/Landsat para o Mapeamento de áreas agrícolas irrigadas em região semi-árida, Anais do IV Simpósio Latinoamericano de Percepção Remota: 112 - 125, 1989.
- PROJETO PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87/007. Estratificação e mapeamento da vegetação do Seridó/RN, Plano de Manejo Florestal para a região do Seridó/RN, 1: 2.1 - 2.24, 1988.
- SÁ, I. B. Sensoriamento Remoto Quantitativo da Vegetação: Possibilidades e Limitações, Anais do V Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 3: 675 - 683, 1988.

SHIMABUKURO, Y. E.; HERNADEZ FILHO, P.; LEE, D.
C. L. Análise de dados TM/Landsat para le-
vantamento de reflorestamento, Anais do IV
Simpósio Latinoamericano de Percepcion Remo-
ta, 1: 261 - 271, 1989.