

UMA CLASSIFICAÇÃO MORFO-ESTRUTURAL PARA DESCRIÇÃO E AVALIAÇÃO DA BIOMASSA DA VEGETAÇÃO DA CAATINGA

Iêde de Brito Chaves

Professor Doutor do DSER - Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, CEP 58.397-000, Areia-PB, e-mail: iedebchaves@hotmail.com

Vicente L. Lopes

Professor Ph.D. – Department of Biology - Texas State University, San Marcos, Texas 78666 – USA. e-mail: vlopes@txstate.edu

Peter F. Ffolliott

Professor Ph.D. – School of Natural Resources and College of Agriculture, Arizona University, Tucson, Arizona-USA.
e-mail: ffolpete@ag.arizona.edu

Albanita Peixoto Paes-Silva

Engenheira Florestal, Mestre Manejo de Solo e Água – DSER/CCA, Universidade Federal da Paraíba, Campus II, CEP 58.397-000, Areia-PB, e-mail: albanita@ibest.com.br.

RESUMO - Este trabalho tem por objetivo apresentar um método simples de descrever e avaliar a vegetação da Caatinga, um dos biomas mais fascinantes da paisagem brasileira, intensamente explorado desde os tempos coloniais. Associada às técnicas do sensoriamento remoto, esta classificação poderá contribuir como método de referência de controle terrestre, facilitando a interpretação das imagens espaciais no inventário da cobertura vegetal, em estudos associados ao monitoramento e gerenciamento ambiental. Para determinado bioma de Caatinga, o índice de biomassa da vegetação lenhosa (IBVL) é o produto do índice de porte (Ip) pelo índice de recobrimento (Ir) da vegetação. Para condição de máxima preservação, o IBVL é igual a 1. Pela determinação de um volume de referência o volume da biomassa da vegetação lenhosa (VBVL) poderá ser estimado.

Palavras-chave: índice de vegetação, diagnóstico da vegetação, semi-árido, desertificação

A MORPHO-STRUCTURAL CLASSIFICATION FOR DESCRIPTION AND EVALUATION OF THE BIOMASS OF THE CAATINGA VEGETATION

ABSTRACT - This work presents a simple classification method to describe and evaluate the Caatinga vegetation, one of the most fascinating biosystems of the Brazilian landscape, which has been intensively explored since colonial times. Associated to remote sensing techniques, this classification will be able to contribute as a method of reference of terrestrial control, facilitating the interpretation of space images in the inventory of vegetative cover, in studies associated with environmental monitoring and management. For a given biome of Caatinga, the Woody Vegetation Biomass Index (WVBI) is the product of the Height Index (HI) by Cover Index (CI) of vegetation. For a condition of maximum preservation the WVBI is equal to 1. By determining of a reference volume the Woody Vegetation Biomass Volume (WVBV) will be able to be estimated.

Key words: vegetation index, vegetation diagnosis, semi-arid, desertification

INTRODUÇÃO

A demanda crescente pelos recursos naturais tem agravado a degradação das terras em todo o planeta, particularmente no Nordeste Brasileiro onde, além da condição de semi-aridez, o histórico de ocupação de suas terras mostra uma forte pressão de ocupação, desde os tempos coloniais; outrossim, o uso indiscriminado de madeira, lenha e carvão; o pastejo intensivo de animais; o fogo; o uso e o manejo irracional das terras pela agricultura, com e sem irrigação; a mineração; a ocupação

desordenada das cidades, além do baixo nível de renda e cultural da população, são fatores que têm contribuído para a aceleração do processo de desequilíbrio ambiental (MOREIRA & TARGINO, 1997); neste sentido, estudos mostram que uma área de 300.256 Km² da região semi-árida brasileira já vem sendo seriamente afetada pelo processo de desertificação, gerando impactos que se refletem por diferentes níveis de degradação dos solos, da vegetação e dos recursos hídricos (LIMA et al., 2004).

Para descrição da caatinga têm sido utilizados diferentes modelos classificatórios, em que vários autores se baseiam, nos seus aspectos fisionômicos, ecológicos ou florísticos (ANDRADE-LIMA, 1981; FERNANDES, 1996; RODAL, 1992; SAMPAIO & RODAL, 2000); contudo, a diversidade dos métodos e os tratamentos dos dados observados têm impossibilitado a síntese de um modelo de classificação abrangente, com resultados satisfatórios (ALCANFORADO FILHO, 1995; SAMPAIO & RODAL, 2000).

Procurando-se utilizar das relações entre características dos solos, clima e vegetação, os trabalhos de levantamento dos solos no Brasil, vêm incorporando às suas descrições, a fase de vegetação. Para o ambiente semi-árido nordestino, representado do menor ao maior grau de aridez, a vegetação é assim classificada: Floresta Subcaducifólia, Floresta Caducifólia, Caatinga Hipoxerófila e Caatinga Hiperxerófila (BRASIL, 1972). Associados aos termos Caatinga hiper e hipoxerófila, nesses trabalhos de descrição de solos também foram descritos os aspectos relativos ao porte (arbóreo ou arbustivo) e à densidade de plantas (densa ou aberta). Nomenclatura semelhante é utilizada por diferentes autores (RODAL, 1992; LINS & RANGEL, 1994; MELO et al., 2004). Neste sentido, Rodal (1992) enfatiza a utilização dos aspectos morfoestruturais das plantas, como base para realização dos estudos vegetacionais da Caatinga, possibilitando uma compartimentação adequada da paisagem.

Com o desenvolvimento do sensoriamento remoto a partir das técnicas de obtenção de imagens aerofotográficas, até os dias atuais, com o uso de sensores eletromagnéticos instalados em satélites, aumentou consideravelmente as possibilidades de obtenção de imagens à longa distância, permitindo inclusive, em tempo real, a observação da superfície da terra (BERNHARDSEN, 2001; FERREIRA et al. 2003).

Em áreas continentais é a vegetação o tipo de recobrimento da terra mais abrangente e frequente, expressando interações significativas com os fatores abióticos naturais e com as atividades humanas, servindo de parâmetro indicador da qualidade e da preservação ambiental. A resposta espectral da vegetação nas imagens dos sensores remotos está relacionada principalmente ao tipo, à qualidade e quantidade da biomassa vegetal que variam no espaço e no tempo, com a disponibilidade dos fatores de desenvolvimento vegetal, luz, calor, nutrientes e água (KOSMAS et al., 2000; JENSEN, 2000); desta forma, muitas legendas e sistemas de classificação da cobertura e uso da terra adotados por projetos de monitoramento e gerenciamento ambiental têm utilizados parâmetros ecofisionômicos para classificar a vegetação, separando classes de vegetação por ambientes, porte e

densidade de cobertura (ANDERSON et al., 1976; VAN MINNEN et al., s/d; DI GREGORIO & JANSEN, 1997).

Com o propósito de contribuir com os trabalhos de avaliação, monitoramento e gerenciamento ambiental, propõe-se neste trabalho, um método simples e prático de classificação e avaliação da biomassa da vegetação da Caatinga, que pode servir de referência para a calibração de métodos automatizados, que utilizam o sensoriamento remoto, e a estudos sobre desertificação, erosão dos solos, recursos hídricos e florestais de regiões áridas e semi-áridas, em todo o mundo.

MATERIAL E MÉTODOS

A Caatinga, vegetação típica da região tropical semi-árida brasileira, ocupa uma área de mais de 935.000 km², abrangendo grande parte da região Nordeste e do norte do estado de Minas Gerais (Figura 1), nesta região, a grande variabilidade espacial e temporal da precipitação (300 a 800 mm.ano⁻¹) e a ocorrência de altas e estáveis temperaturas (25 a 35 °C) propiciam elevados déficits hídricos, com taxas de evaporação anual que chegam a ultrapassar 2500 mm (SÁ et al., 2000). Segundo Ab'Saber (1974), além dessas marcantes condições termoplumiométricas, as interações com os diferentes componentes abióticos, como as propriedades litoestruturais, posicionamento topográfico e heranças paleoclimáticas, criam uma diversidade de ambientes, segundo os quais se organizam diferentes formas adaptativas da vegetação. Na Caatinga a variabilidade na composição e no arranjo dos seus componentes botânicos são respostas aos processos de sucessão e aos diversos fatores ambientais, em que a densidade das plantas, a composição florística e o potencial do estrato herbáceo, variam tremendamente (SILVA et al., 1993; SAMPAIO & RODAL, 2000).



Figura 1. Localização da ocorrência do clima semi-árido no território brasileiro

Em termos fisionômicos, a Caatinga se assemelha às savanas africanas e, em muitos casos, à vegetação contígua dos cerrados brasileiros, particularizando-se destas pelas múltiplas formas de mecanismos de adaptação à escassez de água. Em geral, a vegetação da caatinga apresenta folhas decíduas, pequenas e finas, raízes tuberosas e superficiais e a presença das cactáceas, cujas folhas são transformadas em espinhos para reduzir ao máximo a perda de líquido pela transpiração (VELOSO et al., 1991; SAMPAIO & RODAL, 2000).

O termo morfoestrutural, que adjetiva esta classificação, refere-se aos parâmetros descritivos utilizados para caracterizar a vegetação, ou seja, o arranjo estrutural da população das plantas quanto à altura e ao grau de recobrimento do solo pela vegetação. Esta classificação foi preliminarmente desenvolvida para descrever a cobertura vegetal de uma pequena bacia hidrográfica (1500 ha), área de estudo das Universidades Federais da Paraíba e de Campina Grande (Bacia Escola), localizada no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba, uma das regiões mais secas do Nordeste, cuja vegetação natural é do tipo caatinga hiperxerófila (PAES-SILVA et al., 2003).

Os limites para definição das classes das plantas quanto ao porte, foram obtidos das características da vegetação local, devendo representar os padrões de vegetação do tipo caatinga, hipo e hiperxerófila. Para regiões semi-áridas mais úmidas, nas quais as árvores chegam a ultrapassar os dez metros de altura, a vegetação é descrita como floresta, caducifólia ou subcaducifólia, termos relacionados a deciduidade da folhagem (BRASIL, 1972), não sendo, no entanto, consideradas nesta classificação. O termo “floresta” é utilizado na classificação do uso da terra do Instituto Internacional de Análise de Sistemas (IIASA-LUC), da agência de cooperação européia-asiática (VAN MINNEN et al., s/d), para descrever a vegetação com altura superior a 6 metros. Embora não se tenha encontrado referência ao porte das plantas nas classificações descritivas locais, esta altura pode ser considerada um limite aceitável e compatível para a vegetação do semi-árido nordestino.

Os termos denso e muito denso utilizados nesta classificação, embora possa se confundir com o termo densidade de plantas, referem-se ao maior percentual de recobrimento da superfície do solo pela vegetação. Esta é uma limitação descritiva da classificação, pois se sabe que, para um mesmo percentual de recobrimento do solo, quanto mais densa é a população de plantas maior é o efeito de proteção do solo, dentre outros fatores relacionados aos processos físicos hídricos e ecológicos.

Outra limitação considerável é o fato de que, nesta classificação não se leva em conta o estrato herbáceo e graminóide da vegetação, pois em áreas antropizadas durante o período seco, este estrato praticamente desaparece devido principalmente ao pastejo intensivo, ao

fogo e a deciduidade das folhagens. Sabe-se, pois, que para determinadas situações onde ocorre a sua persistência, este componente da vegetação representa um grande aporte de biomassa que não será considerado por esta classificação, mas que influenciará sobremaneira, na dinâmica do processo erosivo, no balanço da água e da energia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desenvolvida para descrever e avaliar a vegetação da Caatinga, em seus diferentes estágios de antropização, esta classificação no seu primeiro nível categórico, apresenta uma dicotomização, em que, separa a vegetação nativa dos diferentes tipos de vegetação e usos da terra, passando em seguida, de forma hierárquica, a considerar apenas a vegetação de Caatinga.

Descrição das Categorias

A classificação se compõe de quatro níveis categóricos: Tipo, Grupo, Classe e Sub-Classe.

Tipo – separa a vegetação natural da vegetação cultivada. Compreende os cultivos anuais, semi-perenes e perene; as pastagens e forrageiras; os bosques florestais e a vegetação de Caatinga, com suas espécies nativas.

Incluem-se, nesta categoria, as superfícies compreendidas por estradas, edificações, afloramento de rocha, mineração e corpos d’água.

Grupo \Rightarrow assim como as demais categorias, o grupo refere-se à vegetação da Caatinga, a qual separa as comunidades vegetais que têm, em comum, a dominância de um dado porte (Figura 2).

São assim identificados os grupos: arbóreo (> 4,5 m de altura); subarbóreo (> 3 m e < 4,5 m); arbustivo (> 1,5 m e < 3 m) e subarbustivo (< 1,5 m).

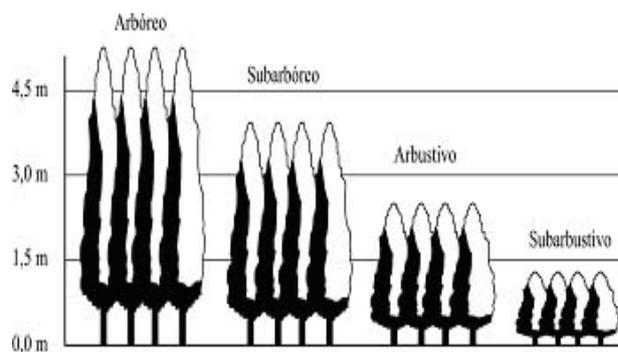


Figura 2. Classificação das plantas quanto ao porte

Classe – dentro de cada grupo as classes separam as comunidades vegetais de diferentes feições morfológicas, sendo descritas pela ordem decrescente dos portes dominantes, quando identificáveis, até o terceiro estrato, Figura 3.

Para comunidades com porte homogêneo, o nome da classe se confunde com o do próprio grupo; assim, a classe arbórea pertence ao grupo arbóreo, Figura 3A.

Cada grupo apresenta dez classes, descritas de acordo com a seqüência dos três estratos vegetais predominantes; surgem assim, nomes compostos formados pela descrição

desses estratos, exemplo: classe arbórea subarbórea, Figura 3 B, classe arbórea subarbórea arbustiva, Figura 3 C. A inclusão dos segundo e terceiro estratos é feita quando a sua área percentual de ocorrência ultrapassa 15% do conjunto da vegetação da área observada (Figura 3 D).

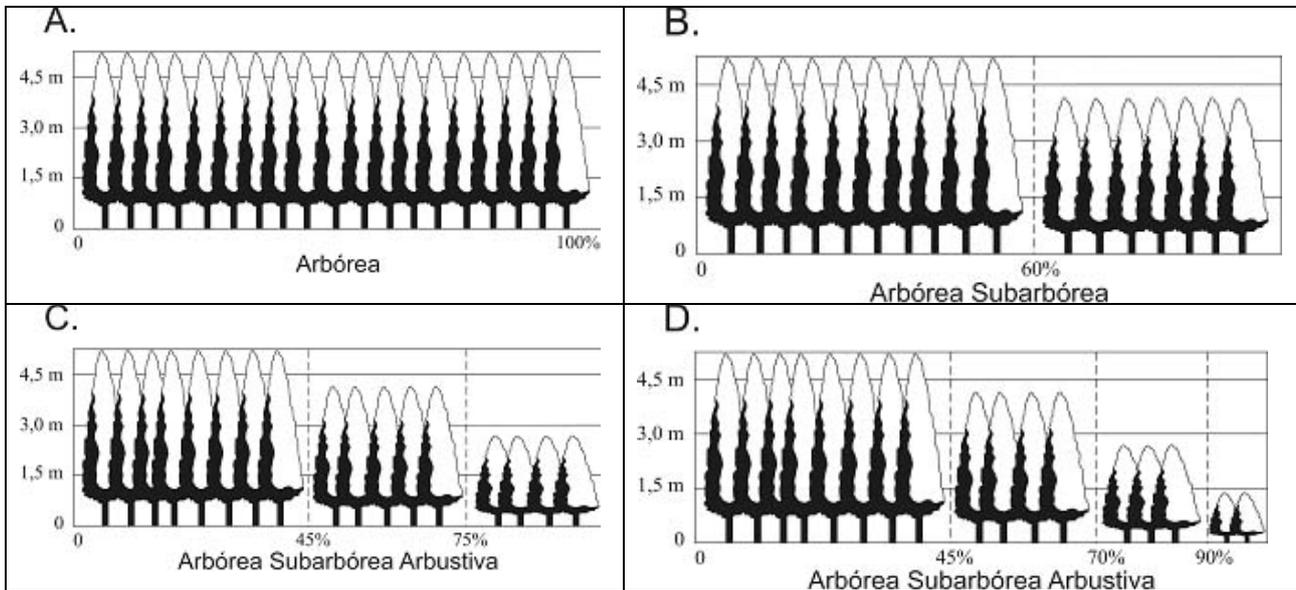


Figura 3. Representação de classes de vegetação pertencentes ao grupo Arbóreo

Subclasse – representa a cobertura vegetal, em termos de percentagem de recobrimento da superfície do solo, sendo avaliada pelos seguintes graus de recobrimento: muito

densa (> 80% de cobertura); densa (> 60 e < 80%); aberta (> 40 e < 60%); rala (> 20 e < 40%) e muito rala (< 20%), como se apresenta na Figura 4.

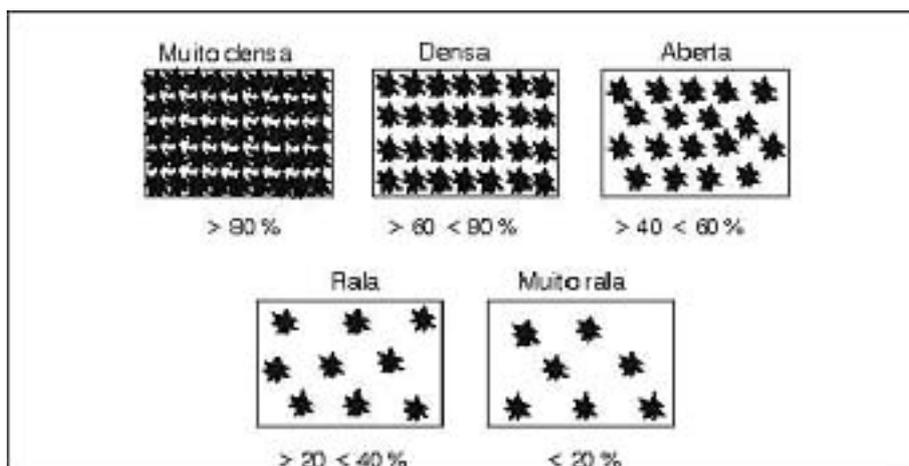


Figura 4. Classificação de comunidades vegetais quanto ao grau de recobrimento da superfície do solo

Representação Cartográfica

Para a identificação dos agrupamentos vegetais em cada nível categórico da Classificação, são utilizados cores, letras e números, conforme se demonstra a seguir:

Tipo – a) Áreas Cultivadas, cor Amarela.

Para simbolizar os diferentes cultivos são utilizadas duas letras maiúsculas:

Culturas Anuais	– CA
Culturas Semi-Perenes	– CS
Culturas Perenes	– CP
Pastagens	– PA
Forragens	– FO
Bosques Florestais	– BF

A diferenciação de espécies ou sistemas de cultivo pode ser feita pela adição de um índice numérico, CA₁ (feijão), CA₂ (milho) etc, devendo ser especificado na legenda do mapa.

b) Áreas não Cultivadas

Vegetação natural de Caatinga – diferentes cores, conforme o Grupo, como será visto a seguir.

c) Outros Usos

Estradas, Edificações, Afloramento de Rocha, Mineração e Corpos de Água, que devem receber a simbologia e as cores utilizadas da cartografia convencional.

Grupo – Compreende a vegetação natural de Caatinga; é identificado pela cor e por um número arábico (1 a 4) correspondentes ao porte predominante que o caracteriza.

Arbóreo	– Cor Verde Escuro	(4)
Subarbóreo	– Cor Verde Claro	(3)
Arbustivo	– Cor Alaranjado	(2)
Subarbustivo	– Cor Marron	(1)

Classe – É representada por um número arábico, formado de três algarismos que correspondem à seqüência dos portes predominantes, os quais definem o nome da classe de vegetação. Para classes com apenas um ou dois portes predominantes, os segundo e terceiro algarismos se repetem; assim, pela combinação dos três portes cada Grupo apresenta 10 Classes de vegetação simbolizadas pela cor do Grupo e por seu número descritivo, conforme apresentado a seguir:

a) Classes do Grupo Arbóreo – Cor Verde Escura

Arbórea	_____	_____	(4 4 4)
Arbórea Subarbórea	_____	_____	(4 3 3)
Arbórea Subarbórea	Arbustiva	_____	(4 3 2)
Arbórea Subarbórea	Subarbustiva	_____	(4 3 1)
Arbórea Arbustiva	Subarbórea	_____	(4 2 3)
Arbórea Arbustiva	_____	_____	(4 2 2)
Arbórea Arbustiva	Subarbustiva	_____	(4 2 1)
Arbórea Subarbustiva	Subarbórea	_____	(4 1 3)
Arbórea Subarbustiva	Arbustiva	_____	(4 1 2)
Arbórea Subarbustiva	_____	_____	(4 1 1)

b) Classes do Grupo Subarbóreo – Cor Verde Clara

Subarbórea Arbórea	_____	_____	(3 4 4)
Subarbórea Arbórea	Arbustiva	_____	(3 4 2)
Subarbórea Arbórea	Subarbustiva	_____	(3 4 1)
Subarbórea	_____	_____	(3 3 3)
Subarbórea Arbustiva	Arbórea	_____	(3 2 4)
Subarbórea Arbustiva	_____	_____	(3 2 2)
Subarbórea Arbustiva	Subarbustiva	_____	(3 2 1)
Subarbórea Subarbustiva	Arbórea	_____	(3 1 4)
Subarbórea Subarbustiva	Arbustiva	_____	(3 1 2)
Subarbórea Subarbustiva	_____	_____	(3 1 1)

c) Classes do Grupo Arbustivo – Cor Alaranjada

Arbustiva Arbórea	_____	_____	(2 4 4)
Arbustiva Arbórea	Subarbórea	_____	(2 4 3)
Arbustiva Arbórea	Subarbustiva	_____	(2 4 1)
Arbustiva Subarbórea	Arbórea	_____	(2 3 4)
Arbustiva Subarbórea	_____	_____	(2 3 3)
Arbustiva Subarbórea	Subarbustiva	_____	(2 3 1)
Arbustiva	_____	_____	(2 2 2)
Arbustiva Subarbustiva	Arbórea	_____	(2 1 4)
Arbustiva Subarbustiva	Subarbórea	_____	(2 1 3)
Arbustiva Subarbustiva	_____	_____	(2 1 1)

d) Classes Grupo Sub-Arbustivo – Cor Marron

Subarbustiva Arbórea	_____	_____	(1 4 4)
Subarbustiva Arbórea	Subarbórea	_____	(1 4 3)
Subarbustiva Arbórea	Arbustiva	_____	(1 4 2)
Subarbustiva Subarbórea	Arbórea	_____	(1 3 4)
Subarbustiva Subarbórea	_____	_____	(1 3 3)
Subarbustiva Subarbórea	Arbustiva	_____	(1 3 2)
Subarbustiva Arbustiva	Arbórea	_____	(1 2 4)
Subarbustiva Arbustiva	Subarbórea	_____	(1 2 3)
Subarbustiva Arbustiva	_____	_____	(1 2 2)
Subarbustiva	_____	_____	(1 1 1)

Subclasse – Para cada classe, as subclasses são representadas por letras minúsculas que correspondem ao percentual do recobrimento do solo pela vegetação.

Muito Densa (> 80% de cobertura)	– dd
Densa (> 60% e < 80%)	– d
Aberta (> 40% e < 60%)	– a
Rala (> 20% e < 40%)	– r
Muito Rala (< 20%)	– rr

Na representação da Subclasse a letra aparece em seguida ao número de três algarismos, que correspondem a cada Classe, exemplo:

Classe – Arbustiva Subarbustiva Subarbórea (2 1 3)

Subclasse – aberta (2 1 3 a)

Considerando-se as múltiplas possibilidades de combinação entre características de porte e percentual de

recobrimento da superfície do solo pela vegetação é possível descrever com esta classificação, 200 sub-classes (4 grupos, 10 classes e 5 subclasses), além da condição de não se ter vegetação.

Na representação cartográfica cada Unidade de Mapeamento além da cor e do símbolo gráfico, deve ser identificada por um número arábico que surge na forma de índice após a letra da Subclasse, conforme o número de repetição que cada Subclasse venha a apresentar no mapeamento. Para o exemplo da Subclasse acima, ter-se-ia: 213a₁, 213a₂, 213a₃ ... etc.

As linhas de contorno das áreas mapeadas para cada categoria devem ser assim representadas:

Tipo e Grupo – linha contínua (————)
 Classe – linha tracejada (-----)
 Subclasse – linha pontilhada (.....)

Avaliação da Biomassa da Vegetação Lenhosa

Atribuindo-se valores numéricos aos parâmetros descritivos da vegetação (porte e percentagem de recobrimento) pode-se determinar, em termos relativos, o Índice de Biomassa da Vegetação Lenhosa (IBVL) a partir do qual, tendo-se um volume de referência para determinado bioma de Caatinga, é possível estimar o Volume de Biomassa da Vegetação Lenhosa (VBVL), como demonstrado a seguir.

Índice de Biomassa da Vegetação Lenhosa (IBVL)

A biomassa da cobertura vegetal pode ser obtida, em termos relativos, considerando-se que para uma condição de máxima preservação, um bioma de caatinga (hipo ou hiperxerófila) deva ter um porte arbóreo (> de 4,5 m de altura) e alto grau de recobrimento do solo pela vegetação, muito densa (> 80%), situação em que o volume da biomassa é máximo, valor 1 e, em contraposição, uma área sem cobertura vegetal cujo valor é 0.

Atribuindo-se valores numéricos relativos às classes de vegetação quanto ao porte, Índice de Porte (Ip), Tabela 1, e em relação ao grau de recobrimento do solo pela vegetação, Índice de Recobrimento (Ir), Tabela 2, é possível se obter, pelo produto desses índices da vegetação, o Índice da Biomassa Vegetal Lenhosa (IBVL).

Tabela 1. Índice de porte da biomassa para as diferentes classes

Classe de Vegetação	Índice de Porte (Ip)
Arbórea > 4,5 m	1,00
Subarbórea 3,0 a 4,5 m	0,75
Arbustiva 1,5 a 3,0 m	0,50
Subarbustiva < 1,5 m	0,25
Sem Vegetação	0

Para classes de vegetação homogênea quanto ao porte das plantas, o valor do IBVL é o produto entre os valores correspondentes as características das plantas em relação ao porte (Ip) e ao recobrimento do solo (Ir); como exemplo, uma Caatinga Subarbórea aberta, teria o seguinte índice de biomassa:

$$IBVL = Ip \times Ir \therefore 0,75 \times 0,6 = 0,45$$

Graficamente, esta estimativa da biomassa da vegetação lenhosa pode ser representada como mostra a Figura 5a.

Tabela 2. Índices de recobrimento da biomassa para as diferentes sub-classes de vegetação

Subclasse de Vegetação	Índice de Recobrimento (Ir)
Muito densa > 80%	1,0
Densa 60 a 80%	0,8
Aberta 40 a 60%	0,6
Rala 20 a 40%	0,4
Muito rala < 20%	0,2
Sem Vegetação	0

Para classes compostas de mais de um porte, o IBVL é determinado pela ponderação do grau de predominância de cada um dos portes descritos. Deve-se atribuir o peso 3 como fator de ponderação para o índice do primeiro componente da classe, o peso 2 para o segundo e o 1 para o terceiro; desta forma, uma caatinga Arbustiva Subarbórea Arbórea aberta, terá o seguinte índice de biomassa:

$$IBVL = (Ip_1 \times 3) + (Ip_2 \times 2) + (Ip_3 \times 1) / 6 \times Ir \therefore$$

$$IBVL = (0,50 \times 3) + (0,75 \times 2) + (1,0 \times 1) / 6 \times$$

$$0,6 \therefore$$

$$IBVL = 0,67 \times 0,6 \therefore$$

$$IBVL = 0,40$$

Da mesma forma, a representação gráfica da estimativa do IBVL (índice de biomassa da vegetação lenhosa) é apresentada na Figura 5b.

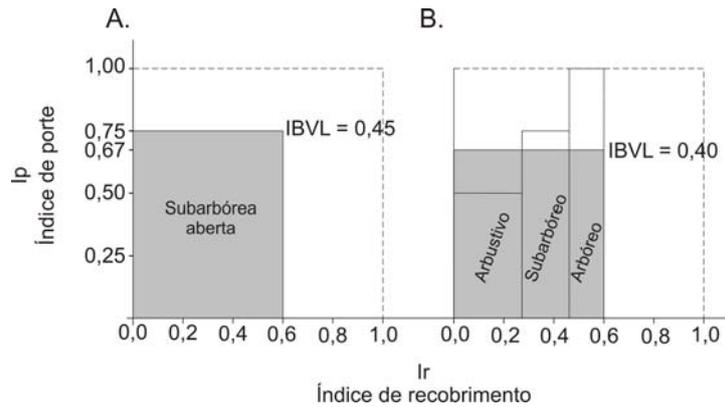


Figura 5. Representação gráfica do cálculo do IBVL (Índice de Biomassa da Vegetação Lenhosa) para comunidades de vegetação descritas como Subarbórea aberta (A) e Arbustiva Sub-Arbórea Arbórea aberta (B)

Volume da Biomassa da Vegetação Lenhosa (VBVL)

Para cada bioma de caatinga representativo de uma região fisiográfica de estudo é necessário que se estabeleça, um valor de referência da biomassa para uma condição de máxima preservação; só assim é possível se fazer à estimativa do volume da biomassa para as demais áreas de estudo, bastando multiplicar o volume padrão de referência pela superfície da área considerada e pelo IBVL obtido da descrição da vegetação.

Ao considerar que para uma região de Caatinga, o volume da biomassa da vegetação lenhosa para uma área

com máxima preservação seja de $120 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (FRANCELINO et al., 2003), para o exemplo acima, de uma Caatinga Arbustiva Sub-Arbustiva Arbórea aberta, com um IBVL de 0,4 a estimativa do volume da biomassa para um hectare, seria:

$$\begin{aligned} \text{VBVL} &= \text{Vmáx.} \times \text{Área} \times \text{IBVL} \quad \therefore \\ \text{VBVL} &= 120 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \times 1 \text{ ha} \times 0,4 = \\ \text{VBVL} &= 48 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

podendo ser representado graficamente, como mostra a Figura 6.

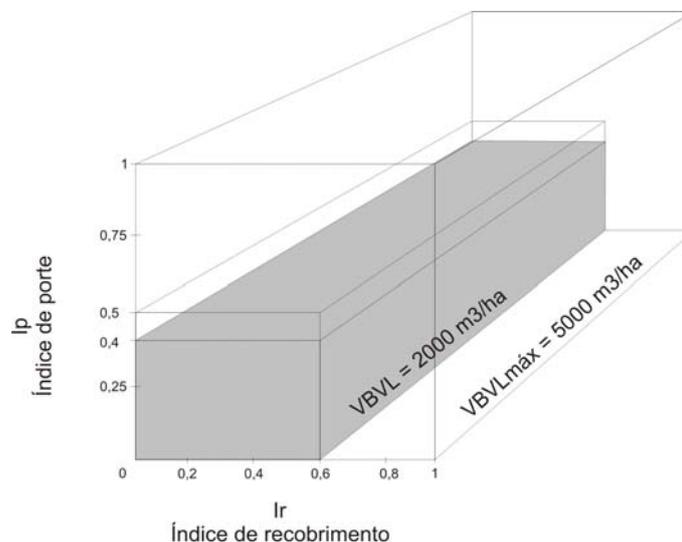


Figura 6. Representação gráfica do cálculo do VBVL (Volume de Biomassa da Vegetação Lenhosa) para uma unidade de vegetação de caatinga Arbustiva Subarbórea Arbórea aberta.

Apesar de ser apresentada de forma simplista, a estimativa do volume da biomassa da vegetação lenhosa (VBVL) deve ser vista com cautela, uma vez que a qualidade e, conseqüentemente, o valor do produto

florestal para diferentes comunidades vegetais (diferentes fases de degradação da Caatinga), pode variar consideravelmente.

CONCLUSÕES

1. Este é um método de classificação simples, rápido, prático e, portanto, de fácil aplicação.

2. Por ser apenas descritivo é de baixo custo, mas sua precisão dependerá da experiência e habilidade de quem o utiliza.

3. As múltiplas possibilidades de combinação de porte de plantas e densidade de recobrimento (4 grupos, 10 classes e 5 subclasses + sem vegetação) permitem descrever, com esta classificação, 201 padrões de vegetação de Caatinga.

4. A conversibilidade dos padrões de vegetação descritos por esta classificação, em índices de biomassa da vegetação lenhosa (IBVL) permite também utilizar estes dados em equações e modelos que descrevem os processos hidrológicos, erosivos, sedimentológicos, agroclimáticos e de impactos ambientais.

5. Utilizado como referência descritiva dos padrões de vegetação, o IBVL correlacionado com índices de refletâncias, pode auxiliar na interpretação automática de imagens de satélites, contribuindo para a agilização de trabalhos de mapeamento de inventários florísticos e florestais da Caatinga.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A.N. O Domínio morfoclimático Semi-árido das caatingas brasileiras. São Paulo: Instituto de Geografia USP. 1974. 1-39p. **Série Geomorfologia**, 43.

ALCOFORADO FILHO, F.G. Aspectos gerais da fitossociologia da caatinga e a degradação ambiental no Semi-árido In: REUNIÃO DE PESQUISA DO CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 4, 1994, Anais...Teresina: UFPI, 1995, p.14-24.

ANDERSON, J.R.; HARDY, E.E.; ROACH, J.T.; WINTER, R.E. A land use a land cover classification system for use with remote sensor data. Washington, D.C.: **U.S. Geological Survey**. 1976. 40p. Paper 964.

ANDRADE-LIMA, D. The caatinga dominium. **Revista Brasileira de Botânica**. v.4: p.149-153. 1981

BERNHARDSEN, T. **Geographic information systems: an introduction**. New York: John Wiley & Sons, Inc. 3rd Edition, 2001. 428 p.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Levantamento exploratório/reconhecimento de solos do Estado da Paraíba**. Convênio

MA/CONTAP/USAID/Brasil. Rio de Janeiro: SUDENE/DRN, 1972. 670p.

DI GREGORIO, A.; JANSEN L.J.M. **FAO Land cover classification: A Dichotomous, Modular-Hierarchical Approach**. Washington, D.C.: FAO Land and Water Development Division – Agriculture Department, 1997. 16p.

<http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/AGL/AGLS/FGDCAO.HTM>. Em:17 nov 2006.

FERREIRA, L.; YOSHIOKA, H.; HUETE, A.; SANO, E.E. Seasonal landscape and spectral vegetation index dynamics in the Brazilian Cerrado: An analysis within the Large-Scale Biosphere–Atmosphere Experiment in Amazônia (LBA). **Remote sensing of environment**. v.87, n.4, 534-550p. 2003. <http://www.sciencedirect.com>. Em: 12 out 2005.

FERNANDES, A.G. Fitogeografia do Semi-árido. In: **Reunião Especial da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência**. Anais da 4ª Reunião/SBPC, Feira de Santana, 1996. 215-219 p.

FRANCELINO, M.R.; FERNANDES FILHO, E.I.; RESENDE, M.; LEITE, H.G. Contribuição da Caatinga na sustentabilidade de projetos de assentamentos no Sertão Norte-Rio-Grandense. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.1, p.79-86, 2003

JENSEN, J.R.. **Remote Sensing of the Environment: an Earth Resource Perspective**. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentise Hall, 2nd Edition. 2000. 544p.

KOSMAS, C.; DANALATOS, N.G.; GERONTIDIS, S.T. The effect of land parameters on vegetation performance and degree of erosion under Mediterranean conditions. **Catena**, v.40, p.3-17, 2000.

LIMA, J.R.; MARCATO, C.; SOUZA, E.F.F.; BRONZATTO, L.A.; NASCIMENTO, M.P.R.; SANTANA, M.O.; QUADROS, R.M.B.; TRAJANO, V.A. **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos de seca: PAN-Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. 2004. 242p.

LINS, P.; RANGEL, J. **Mapeamento da cobertura florestal nativa lenhosa do Estado da Paraíba**. João

- Pessoa: PNUD/FAO/IMABA/Governo da Paraíba, 1994. n.22, 44p.
- PAES-SILVA, A.P.; CHAVES, I.B.; SAMPAIO, V.S.B. Cobertura vegetal da bacia hidrográfica do açude Namorado no Cariri Oriental Paraibano. **Agropecuária Técnica**, Areia, v.24, n.1, p.47-59, 2003
- MELO, S.T.; LINS, J.R.P.; CISNEIRO, O.D.; BEZERRA, J.E.S.; FERREIRA, L.A.; PONTES, J.R. Atualização do mapeamento da cobertura vegetal nativa lenhosa do Estado da Paraíba e diagnóstico florestal. **In: Atualização do diagnóstico florestal do Estado da Paraíba**. João Pessoa: MMA/SUDEMA/SEBRAE. 2004, 83-152p, 268p. 40 mapas.
- MOREIRA, E.; TARGINO, I. **Capítulos de Geografia Agrária da Paraíba**. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 1997. 187p.
- RODAL, M.J.N. **Fitossociologia da vegetação arbustiva-arbórea em quatro áreas de caatinga em Pernambuco**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Tese Doutorado. 1992. 224p. .
- SÁ, I.B.; CORREA, R.C.; SOUZA, R.A.; RICHÉ, G.R.; FOTIUS, G.A. **Bioma caatinga: Fatores abióticos**. GT Fatores abióticos. Seminário sobre Avaliação e Identificação de Ações Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade do Bioma Caatinga. 2000. Petrolina:CPATSA/ EMBRAPA, 32p.
- SAMPAIO, E.; RODAL, M.J. **Fitofisionomias da caatinga**. GT Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da caatinga. Seminário sobre Avaliação e Identificação de Ações Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade do Bioma Caatinga. 2000. Petrolina: CPATSA/ EMBRAPA, 14 p.
- SILVA, F.B.R.; RICHÉ, G.R.; TONNEAU, J.P.; SOUZA NETO, N.C.; BRITO, L.T.L.; CORREIA, R.C.; CAVALCANTI, A.C.; SILVA, F.H.B.B.; ARAUJO FILHO, J.C.; LEITE, A.P. **Zoneamento agroecológico do nordeste: Diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico**. Petrolina, EMBRAPA-CPATSA/CNPS. 1993. 2v.
- VAN MINNEN, J.G.; FISCHER, G.; STOLBOVOI, V. **Land-cover classification for modeling natural land cover within the IIASA – LUC Project**. <http://www.iiasa.ac.at/Research/LUC/lucgis/docs/wp-96-026.htm>. Acesso: 15 de fevereiro de 2006.
- VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada ao sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.123p.