Dinâmica da cobertura vegetal e uso da terra no município de São Francisco do Pará (Pará, Brasil) com o uso da técnica de sensoriamento remoto

Dynamic of vegetal cover and land use in the city of San Francisco of Pará (Pará, Brazil) using the remote sensing technique

Arlete Silva de Almeida[I]
Ima Célia Guimarães Vieira[II]

Resumo: Este trabalho enfatiza a integração da técnica de sensoriamento remoto às informações de cobertura vegetal e uso da terra no município de São Francisco do Pará (Região Bragantina, Pará, Brasil), cuja área possui uma história de uso da terra com mais de um século. Foram utilizadas imagens Landsat TM5 (1995) e TM7 (1999), as quais foram submetidas a correções e classificações. Selecionou-se valores das médias dos níveis de cinza que serviram como parâmetros para agrupar florestas de idades três, seis e dez anos (floresta sucessional inicial), 20 anos (floresta sucessional intermediária) e 40 e 70 anos (floresta sucessional avançada). Em seguida, gerou-se uma chave de interpretação através das características visuais da imagem (forma, textura e tonalidade) para as florestas ombrófilas densas (terra firme e igapó), florestas sucessionais (inicial, intermediária e avançada), pastagem, cultura e solo exposto. O estudo da dinâmica apresentou diminuição de 8.04% de área florestal e com relação ao uso da terra, houve um aumento de 5.80% para pastagem e uma diminuição de 2.81% para as áreas agricultáveis, caracterizando uma região com tendência à pecuarização.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto. Cobertura vegetal. Uso da terra. Florestas remanescentes e sucessionais.

Abstract: This paper deals with integration of the remote sensing technique to vegetal cover and land use information about the city of San Francisco do Pará (Bragantina region, Pará, Brazil) which has a long history (more than a century) of land usage. Landsat TM5 (1995) and TM7 (1999) images were used, which were corrected and classified. The averages of gray level values were selected and used as parameters for grouping forests of three, six and ten years old (initial successional forest), 20 years old (intermediate successional forest) and 40 and 70 years old (advanced successional forest). After that, an interpretation key based on image visual characteristics (shape, texture, tonality) was created to distinguish among dense umbrophylous forest (terra firme and igapó), successional forests (initial, intermediate and advanced), pasture, crop, and exposed soil. The study revealed a decrease of 8.04% in forest areas. The land use study showed an increase of 5.80% for pasture, and a decrease of 2.81% for agricultural areas, characterizing a region that tends to show increased cattle breeding.

Keywords: Remote Sensing. Vegetal cover. Land Use. Remanent and successional forests.

[I] Museu Paraense Emílio Goeldi. Coordenação de Botânica. Belém, Pará, Brasil (arlete@museu-goeldi.br).
[II] Museu Paraense Emílio Goeldi. Coordenação de Botânica. Belém, Pará, Brasil (ima@museu-goeldi.br).

INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira tem sido alvo de atividades antrópicas que estão transformando regiões de florestas em áreas destinadas à agropecuária, contribuindo para a alteração do ambiente (Oliveira, 1993).

A microrregião Bragantina, localizada no leste do estado do Pará, possui uma história de uso da terra com mais de um século. A paisagem natural se encontra bastante modificada pela intensa atividade antrópica e enfrenta atualmente grandes problemas causados pela ocupação desordenada. Estas modificações vêm sendo motivo de discussões em vários segmentos da sociedade e envolvem, em linhas gerais, a velocidade da ocupação do espaço, o aproveitamento dos recursos naturais disponíveis e a degradação desse espaço pela má utilização desses recursos.

O levantamento da cobertura vegetal e do uso da terra é indispensável para o planejamento racional que irá superar problemas de desenvolvimento descontrolado e de deterioração da qualidade ambiental, porém, as técnicas convencionais caracterizam-se pelo alto custo e pela dificuldade de obter dados em um curto período (Pereira *et al*., 1989).

O uso de sensores orbitais tem demonstrado grande utilidade na detecção de informações sobre os recursos naturais, principalmente quando relacionado à cobertura vegetal e ao uso da terra. A obtenção das informações, a partir de sensores remotos integrados aos dados fornecidos pelo trabalho de campo, permite a adequação dos programas de planejamento e monitoramento dos ecossistemas e do uso da terra. Este tipo de produto fornece informações atualizadas a um custo relativamente baixo.

Neste sentido, o trabalho tem como objetivo principal avaliar quantitativamente e qualitativamente a dinâmica da cobertura vegetal e o uso da terra no município de São Francisco do Pará, Pará, Brasil, no período de 1995 a 1999, integrando a técnica de sensoriamento remoto a informações ecológicas da paisagem.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no município de São Francisco do Pará, pertencente à microrregião Bragantina e mesorregião Nordeste Paraense, possui uma área de 47.699,72 ha. A sede do município está localizada na coordenada geográfica de 01° 10' 12"S e 47° 48' 00"W. Limita-se ao norte com Terra Alta e Marapanim, a leste com Igarapé-Açu e ao sul e oeste com Castanhal.

Seleção de imagem e equipamento

Baseado na relação do posicionamento geográfico da área, selecionou-se a imagem do satélite Landsat/TM-5 e TM-7, órbita/ponto 223/61, passagens 06/VII/1995 e 06/VIII/1999, bandas 3, 4 e 5 e utilizou-se o programa SPRING, versão 3.1.

A imagem de satélite de 1995 teve o mesmo procedimento metodológico utilizado pela imagem de 1999. Os resultados obtidos com a imagem 1995 fomentaram a análise da dinâmica da paisagem.

Sítios de amostragem e obtenção de dados

De acordo com padrões observados no campo, foram selecionadas para o estudo cinco classes florestais, duas florestas ombrófilas densas (terra firme e igapó) e três florestas sucessionais a partir do agrupamento das idades de 3, 6, 10, 20, 40 e 70 anos. O histórico das áreas foi obtido através de entrevista com 40 proprietários rurais. Todas as florestas sucessionais (secundárias) escolhidas pertencem a pequenos produtores rurais que utilizaram as áreas exclusivamente com método de roça e queima.

Técnicas de processamento

Realizou-se a correção geométrica com o registro da imagem, onde se utilizou 20 pontos de controle obtidos com o auxílio do GPS, dos quais 12 pontos foram aceitos, com erros de 0,34, resultado este obtido calculando o polinômio de 1° grau para o ajuste da imagem. Para Zerbini

(1992), o resultado é considerado satisfatório, uma vez que foi encontrado erro menor do que um 'pixel'.

As imagens foram submetidas ao processo de classificação Maxver, considerando-se o limiar de aceitação de 99,90%, para garantir a qualidade dos resultados da classificação; foi utilizado o Índice de Kappa, para medir a acurácia dos dados espaciais. O Índice de Kappa (IK) varia entre 0 e 100%, e os dados serão mais acurados quanto mais o índice se aproximar de 100%. Segundo Congalton & Mead (1983), para que os dados sejam aceitáveis, a classificação precisa de resultados superiores a 65% (Tabela 1).

Tabela 1. Agrupamento dos valores quanto à qualidade relacionados aos resultados estatísticos de Kappa.

Kappa (%)	Qualidade
< 0.00	Péssima
0 - 20	Ruim
21 - 40	Razoável
41 - 60	Boa
61 - 80	Muito Boa
81 - 100	Excelente

Após a correção da imagem de 1999, aplicou-se o teste qui-quadrado e a equação polinomial (Hoffmann, 1991) nos valores representados pelos níveis de cinza da mesma, onde ficaram definidas as classes de cobertura vegetal. As idades de 3, 6 e 10 anos foram agrupadas como floresta sucessional inicial, 20 anos como floresta sucessional intermediária e 40 e 70 anos como floresta sucessional avançada. Definidas as classes sucessionais, gerou-se uma chave de interpretação através das características visuais da imagem de 1999 (tonalidade, textura e forma), para as florestas ombrófilas densas (terra firme e igapó), florestas sucessionais (inicial, intermediária e avançada), pastagem, solo exposto e cultura agrícola. Esses níveis de padronizações foram alterados e basearam-se principalmente na organização e estrutura usadas nos trabalhos de Venturieri (1996) e Almeida (2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Definição das classes de cobertura vegetal e uso da terra

Os valores representados em níveis de cinza proporcionaram cálculos e gráficos para a definição das classes sucessionais. Esse tipo de procedimento se torna necessário quando os valores amostrais são por idade. O agrupamento das idades em floresta inicial, intermediária e avançada torna o conjunto de classes sucessionais ideal para a classificação da imagem (Tabela 2).

Observando a Figura 1, percebem-se quatro grupos de florestas: classe inicial formada pelas idades de 3, 6 e 10 anos, classe intermediária formada pela idade de 20 anos, classe avançada formada pelas idades de 40 e 70 anos e a classe das florestas ombrófilas densas de terra firme (FTF) e igapó (FI).

Aplicou-se o teste qui-quadrado para todas as idades estudadas, em que se observaram diferenças significativas, por apresentar valores tabelados menores que os valores calculados, segundo as médias de níveis de cinza das bandas 3, 4 e 5 (Tabela 3). Obteve-se 95,92% de semelhança entre as florestas sucessionais com idades 3, 6 e 10 anos, dessa forma, ficou definida que a floresta sucessional inicial contemplaria as idades de 3 a 10 anos. Resultados como estes foram encontrados para as florestas de 40 e 70 anos. Evidenciou-se semelhanças entre as mesmas, também com 99,11% de certeza dessa afinidade. Definiu-se, dessa maneira, a classe de floresta sucessional avançada.

Na Figura 1, a floresta de 20 anos encontra-se na faixa intermediária. Resultados como estes foram encontrados em São Francisco do Pará, quando analisados os dados florísticos e estruturais, onde a floresta de 20 anos apresenta características tanto da floresta sucessional inicial quanto da floresta sucessional avançada (Almeida & Vieira, 2001). Objetivando verificar o limite dessa classe, foi calculada a

Tabela 2. Valores das médias dos níveis de cinza (1999) das bandas 3, 4 e 5, relacionados às idades de 3, 6, 10, 20, 40, 70 anos, florestas ombrófila densa de terra firme (FTF) e igapó (FI).

Tipos Florestais (Idades)	TM-3	TM-4	TM-5
3	47,53	201,51	137,54
6	40,70	191,70	109,85
10	36,98	199,00	154,45
20	31,08	158,04	88,19
40	20,87	91,60	58,20
70	20,00	89,10	48,67
F T F	17,30	43,30	36,11
F I	20,97	57,92	33,05

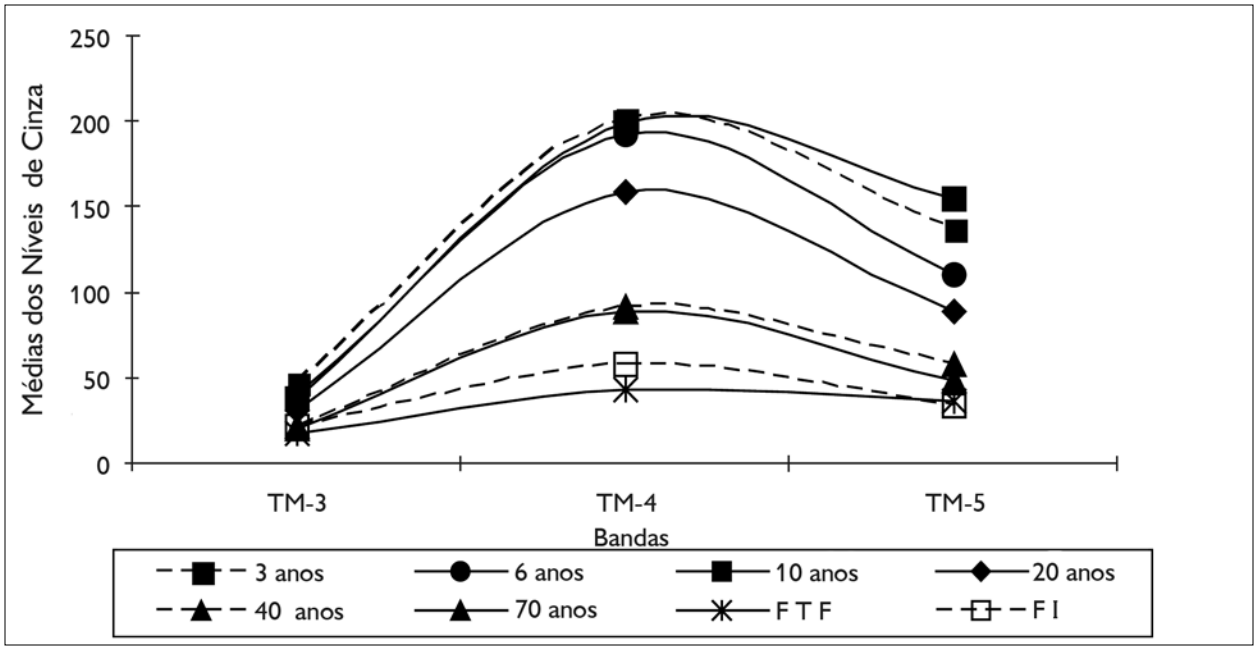

Figura 1. Comportamento dos valores dos níveis de cinza das idades de 3, 6, 10, 20, 40, 70 anos, florestas ombrófila densa de terra firme (FTF) e igapó (FI).

tendência polinomial para as bandas 3, com R^2= 96,20%; banda 4, com R^2= 98% e banda 5, com R^2= 96,30%. De acordo com essa tendência, estimou-se os valores de níveis de cinza para as florestas sucessionais de 15, 25, 30 e 35 anos (Tabela 4). A partir desses resultados, verificou-se possível semelhança entre as idades (Tabela 5). Com essa resolução, definiu-se a classe da floresta sucessional intermediária, compreendida entre 15 e 35 anos.

Após definição das classes, foi possível compor uma chave de interpretação, a qual embasou a classificação, que teve um desempenho geral de 89,05%, e confusão média de 10,55%. Resultados

Tabela 3. Resultados do teste qui-quadrado referente às idades de 3 a 70 anos, através dos valores dos níveis de cinza das bandas 3, 4 e 5.

Idades	Qui-quadrado	TM-3	TM-4	TM-5
3 a 70 anos	χ^2_{cal}	20,43	85,20	64,96
	χ^2_{tab}	16,75	16,75	16,75
3 a 10 anos	χ^2_{cal}	1,27	0,44	2,37
	χ^2_{tab}	10,60	10,60	10,60
40 a 70 anos	χ^2_{cal}	0,01	0,03	0,85
	χ^2_{tab}	7,87	7,87	7,87

Tabela 4. Valores das médias dos níveis de cinza estimadas através da equação polinomial para as idades estimadas de 15, 25, 30, 35 anos.

Idades	TM-3	TM-4	TM-5
15	32,71	161,64	97,20
20	**25,46**	**152,42**	**82,67**
25	25,06	131,29	76,31
30	22,14	118,91	67,89
35	19,82	108,40	60,84

Tabela 5. Resultados do teste qui-quadrado referente às idades estimadas de 15, 25, 30, 35 anos para as bandas 3, 4 e 5.

Idades	Qui-quadrado	TM-3	TM-4	TM-5
25 a 35 anos	χ^2_{cal}	3,77	12,80	10,19
	χ^2_{tab}	14,86	14,86	14,86

aproximados foram encontrados por Watrin (1994), no município de Igarapé-Açu, e Venturieri (1996), no município de Tucuruí (Tabela 6).

Gerou-se a matriz de erro que possibilitou o cálculo do Índice de Kappa, o qual teve um desempenho excelente de 89,46% (Tabela 7), segundo a avaliação sugerida por Landis & Koch (1977), os quais consideram os valores entre 81 e 100% na qualidade de 'excelente' quando comparada a classificação com a verdade terrestre.

De acordo com a matriz de erro, as florestas ombrófilas densas e a floresta sucessional avançada apontaram ligeira confusão, devido à cobertura das árvores apresentar sombreamento das folhas. Esse tipo de resultado foi exibido entre a floresta sucessional inicial e o pasto sujo, por causa da grande quantidade de plantas invasoras existentes na pastagem. Desse modo, apesar da complexidade da legenda, foram discriminadas todas as classes definidas na chave de interpretação.

Caracterização das classes de cobertura vegetal e uso da terra

De acordo com a classificação da imagem de 1999, obteve-se 51,97% para a cobertura vegetal e 48,03% para o uso da terra (Figura 2). Esta resolução mostrou que um pouco

Tabela 6. Chave de interpretação visual da imagem Landsat de 1999, composição colorida 5R/4G/3B, do município de São Francisco do Pará, Pará.

Classes, cobertura e uso da terra	Tipo	Tonalidades	Textura	Forma
Floresta sucessional secundária	Inicial	Verde-claro	Lisa	Geométrica
	Intermediária	Verde	Lisa média	Regular
	Avançada	Verde-médio	Lisa média	Regular
Floresta ombrófila densa	Terra firme	Verde-escuro	Rugosa	Irregular
	Igapó	Verde-escuro, com mosqueado	Rugosa média	Irregular
Culturas agrícolas	Temporários e perenes	Rosa, amarelo, laranja, marrom	Lisa	Geométrica
Pastagem	Pasto limpo	Laranja e rosa	Lisa	Geométrica
	Pasto sujo	Amarelo, verde-brilhante, ciano	Lisa	Geométrica
Solo exposto	Residências e áreas expostas	Magenta-brilhante	Lisa	Geométrica

mais da metade do município de São Francisco do Pará encontrava-se coberto por florestas, as quais se distribuíam entre as florestas sucessionais iniciais e intermediárias, que representam 35,38%, e florestas sucessionais avançadas, que, juntamente com a floresta ombrófila densa de terra firme e de igapó, perfazem um total de 16,79%. Com relação ao uso da terra, a cultura agrícola predominou com 17,94%, enquanto que solo exposto e pastagens somam 29,16% (Tabela 8).

Floresta sucessional inicial (3 a 10 anos)

Essa categoria ocupa uma área de 8.713,39 ha, apresenta uma ligeira confusão com o pasto sujo, principalmente com a floresta de 3 anos, que possui uma grande quantidade de plantas invasoras.

Esse tipo de vegetação secundária jovem geralmente integra o sistema de produção agrícola, sendo derrubada e queimada num período de três a dez anos (Kanashiro & Denich, 1998). Essa dinâmica a mantém nos estádios iniciais de sucessão, caracterizada pela alta densidade de ervas, trepadeiras e arbustos que chegam a atingir a maturidade reprodutiva.

Floresta sucessional intermediária (15 a 35 anos)

Esta classe compreende uma área de 8.168,20 ha. Segundo Finegan (1998), até por volta de 15 anos, a vegetação secundária cresce rapidamente, acumulando bio-elementos úteis na recomposição dos níveis nutricionais do solo. No entanto, quando o desenvolvimento das espécies arbóreas se intensifica, dificulta os trabalhos de

Tabela 7. Matriz de erro para a floresta ombrófila densa de terra firme (1); Floresta ombrófila densa de igapó (2); Floresta sucessional avançada (3); Floresta sucessional intermediária (4); Floresta sucessional inicial (5); Cultura agrícola (6); Pasto limpo (7); Pasto sujo (8); Solo exposto (9); Nuvem (10); Sombra (11).

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	987	Exatidão%
(1)	**117**	19	25	0	0	0	0	0	0	0	1	162	72,2
(2)	12	**78**	7	0	0	0	0	0	0	0	0	97	80,4
(3)	4	14	**112**	0	0	0	0	0	0	0	0	130	86,6
(4)	0	0	0	**9**	0	1	0	0	0	0	0	10	90,0
(5)	0	0	0	0	**7**	0	0	0	0	0	0	7	100
(6)	0	0	0	0	17	**157**	0	0	0	0	0	174	90,2
(7)	0	0	0	0	0	0	**217**	0	0	0	0	217	100
(8)	0	0	0	0	2	0	0	**47**	0	0	0	49	95,9
(9)	0	0	0	0	0	0	2	0	**125**	0	0	127	98,4
(10)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**8**	0	8	100
(11)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**6**	6	100
987	133	111	144	9	26	158	219	47	125	8	7	**883**	
Exatidão%	87,7	70,3	77,8	100	27,0	99,4	99,1	100	100	100	100		

Desempenho ou Exatidão % (total) 89.46%

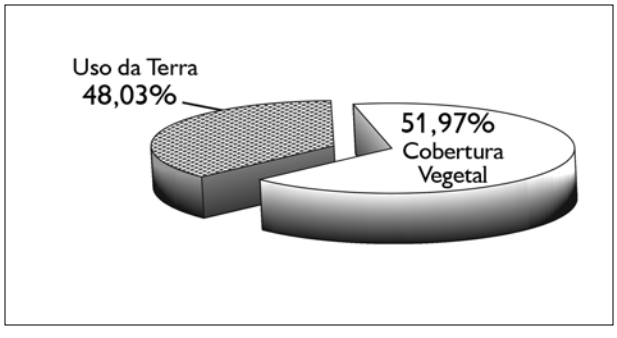

Figura 2. Área total da cobertura vegetal e uso da terra, no município de São Francisco do Pará, Pará.

conversão da terra em roçado. Essa vegetação secundária, que já é uma floresta, tende a se desvincular do sistema de produção agrícola, avançando na sucessão, tornando-se mais estável na paisagem rural.

Segundo Hubbell & Foster (1983), a degradação promovida pelo intenso uso agrícola retarda o número de fases de desenvolvimento da vegetação secundária. O isolamento e a distância de uma floresta mais velha fornecedora de propágulos e dispersores também prejudicam a recomposição de espécies na floresta.

Floresta sucessional avançada (40 a 70 anos)

A floresta sucessional avançada compreende uma área de 2.262,84 ha. Espectralmente, essa floresta pode ser confundida com a floresta ombrófila densa de terra firme, principalmente quando espacialmente elas estão próximas uma das outras.

Obteve-se em estudos realizados por Watrin (1994), no município de Igarapé-Açu, 17,8% de floresta sucessional avançada. Comparando esse resultado com os encontrados neste trabalho (4,72%), pode-se inferir que o uso desta floresta está ocorrendo com maior intensidade.

Tabela 8. Cálculo de área relacionada à cobertura vegetal e uso da terra (imagem de 1999) no município de São Francisco do Pará, Pará.

Cobertura vegetal e uso da terra	Área (ha)	Área (%)
Floresta sucessional inicial	8.713,39	18,27
Floresta sucessional intermediária	8.168,20	17,12
Floresta sucessional avançada	2.262,84	4,74
Floresta de terra firme	683,45	1,43
Floresta de igapó	5.058,26	10,60
Cultura agrícola	8.557,27	17,94
Pastagem	10.670,92	22,37
Solo exposto	3.237,37	6,79
Sombra	199,13	0,42
Nuvem	148,89	0,31
Total	47.699,72	100,00

Floresta ombrófila densa de terra firme (Floresta primária)

Esse tipo de remanescente natural encontra-se em pouca quantidade no município em estudo devido à grande utilização da terra para o uso de culturas agrícolas e pastagem. A quase totalidade dessa floresta está localizada ao norte, dentro da granja Marathon, onde, em 1940, foi implantado um grande projeto de cultivo de seringueira pela empresa Good-Year, que deixou parte da granja como reserva florestal. Atualmente, essa área compreende 683,45 ha.

Apresenta-se com estrutura uniforme, composta de árvores de grande diâmetro (maiores que 80 cm diâmetro altura do peito-DAP), grande altura (acima de 40 m), dossel emergente.

Vieira (1996) encontrou, no município de Peixe-Boi, 15% da área coberta por remanescentes florestais de terra firme e igapó. Esses fragmentos são refúgios de mais de 200 espécies arbóreas e têm papel fundamental para a regeneração de capoeiras e sobrevivência de populações de diferentes grupos de animais (Adams, 1997).

Floresta ombrófila densa de igapó

Encontra-se restrita às margens dos rios, compreende uma área de 5.058,26 ha, concentrando-se, a maior parte, ao longo das margens dos rios Marapanim e Jambu-Açu. Observou-se que os afluentes desses rios, localizados no município de São Francisco do Pará, encontram-se sem proteção, podendo levar ao desaparecimento de alguns igarapés.

De uma forma geral, essas áreas são impróprias para a agricultura e acompanham os cursos naturais de rios e igarapés. Ducke & Black (1953) classificam estes ambientes florestais do estado do Pará de 'Igapó paraense', que diferem de outros igapós da Amazônia Ocidental, cuja inundação permanente chega a atingir 12 m acima do nível normal.

Culturas agrícolas

Segundo Rosa (1990), fazem parte desta classe as áreas ocupadas com culturas de ciclo curto (mandioca, milho, arroz etc.), de ciclo longo (coco, laranja, seringueira etc.) e também os terrenos em pousio.

Não foi possível separar culturas de ciclo longo das de ciclo curto, por sofrerem restrições oriundas de pequenas áreas cultivadas isoladamente e também da prática de consórcio (integrar tipos de culturas), que os agricultores habitualmente desenvolvem.

Esta classe apresenta uma área de 8.557,27 ha, representa uma das maiores áreas em uso no município.

Embora não tenha sido possível separar as culturas anuais das culturas perenes por meio do trabalho de campo, constatou-se que a maior parte é ocupada por culturas perenes. Estão incluídas nesta classe, principalmente, as culturas de mandioca para a produção da farinha e, em seguida, seringueira, maracujá, mamão, milho, pupunha, pimenta, coco, dendê, hortaliças e outras.

Pastagem

Essa classe compõe uma área de 10.670,92 ha. Para Finegan (1998), nem sempre a regeneração de vegetação evolui para uma floresta. Em alguns casos, a vegetação pode se estabilizar na forma herbáceo-arbustiva.

Embora na Tabela 8 esteja especificado somente o resultado geral para pastagem, foi possível classificar o pasto limpo e o pasto sujo.

Analisado separadamente, o pasto limpo apresentou 8.123,48 ha da área de pastagem, esses tipos de classe geralmente são recém-plantadas ou com um baixo grau de invasoras (Tabela 9). Para Venturieri (1996), essa categoria mostra-se com grande extensão de terra, em formato simétrico de elevada influência do solo na resposta espectral que o sensor capta. Sano *et al.* (1989) indicaram incidência de plantas invasoras, que se situa entre 0 a 20% de infestação.

O pasto sujo compreende 2.547,44 ha da área de pastagem (Tabela 9), é formado por estádios mais intensos de degradação, com predominância de plantas invasoras e presença de palmeiras e arbustos.

Segundo Serrão (1986), a infestação de plantas invasoras ocorre principalmente pelo fato de que as gramíneas, utilizadas para a formação das pastagens, exigem maior qualidade de substâncias químicas e físicas do solo. O que não ocorre na maioria dos solos amazônicos. O autor acrescenta que, quando a implantação do pasto ocorre entre sete e dez anos, há uma baixa produtividade devido à presença das invasoras. Sano *et al.* (1989) constataram, em seus trabalhos, que nessa classe a infestação de invasoras é em uma proporção de 20 a 50%, caracterizada como uma média degradação. Essas plantas invasoras são predominantemente de espécies herbáceas, podendo ainda aparecer subarbustos e palmeiras de 'inajá' (*Maximiliana maripá*), 'jurubebão' (*Solanum crimitum*) e outros arbustos lenhosos.

Tabela 9. Alterações ocorridas em 1999, relacionadas ao pasto limpo e ao pasto sujo, no município de São Francisco do Pará, Pará.

Tipos de Pastagem	1999	
	Área (ha)	%
Pasto limpo	8.123,48	76,13
Pasto sujo	2.547,44	23,87
Total	10.670,92	100,00

Solo exposto

A classe de solo exposto inclui áreas urbanizadas e de exposição total ou parcial da terra (início de um novo ciclo de cultura, pastagem ou áreas muito degradadas), compreendendo uma área de 3.237,37 ha. Encontra-se bem distribuída em todo o município.

Segundo Anderson *et al.* (1979), essa categoria apresenta alta refletância, suas formas geométricas são bem definidas e a tonalidade varia de acordo com a ocupação.

Análise das mudanças na paisagem entre 1995 a 1999

Para o período de 1995 a 1999, a cobertura vegetal sofreu uma perda de 8,04%, apresentando maiores mudanças nas florestas sucessionais iniciais e intermediárias (Tabela 10). Vieira (1996) relata que grande parte das áreas ocupadas pela vegetação secundária de pouca idade constitui áreas instáveis que podem ser mais facilmente incorporadas à agricultura tradicional.

As florestas ombrófila densa e sucessional avançada tiveram uma perda de 1,24% da área total no período, o que faz crer que ainda ocorre desmatamento em florestas remanescentes.

Analisando a dinâmica da cobertura vegetal, verificou-se diminuição das áreas florestais em relação às áreas em

processo de produção. As maiores perdas ocorreram para as florestas sucessionais iniciais e intermediárias. Esse fato pode estar relacionado à participação ativa que as mesmas exercem enquanto áreas de pousio para as atividades agrícolas, ou atuam como uma área de reserva durante o processo de renovação das áreas de pastagens.

Considerando o uso da terra, a pastagem teve um aumento de 5,80%, enquanto que as áreas de cultura agrícola diminuíram 2,81% (Tabela 10). O aumento da pastagem está distribuído entre o pasto limpo e o pasto sujo. O pasto sujo, em 1995, ocupava uma área maior, entretanto, em 1999, o pasto limpo atingiu 76,13% da área referente à pastagem, ou seja, obteve um acréscimo de 34,21% em relação ao ano de 1995 (Tabela 11). De acordo com os resultados, as alterações permaneceram as mesmas tanto para o pasto limpo quanto para o pasto sujo, ou seja, provavelmente, houve a retirada das plantas invasoras na área de pasto sujo, colocando-o como uma área de pasto limpo em 1999. De uma forma geral, há uma tendência ao cultivo da pecuária no município de São Francisco do Pará, como ocorre em vários municípios da microrregião Bragantina.

No que concerne às áreas de culturas agrícolas houve uma diminuição de 2,81% nos 4 anos em estudo. Uma parte dessa perda pode estar relacionada com as áreas do cultivo de seringueira da fazenda Marathon, a qual possui uma das maiores áreas de cultivo no município, e que vem sofrendo ultimamente uma redução por causa de pragas ou pela própria morte das seringueiras. Outro motivo da perda de

Tabela 10. Alteração da cobertura vegetal e uso da terra no período de 4 anos (1995 a 1999) no município de São Francisco do Pará, Pará.

Cobertura vegetal e uso da terra	1995		1999		Alterações (%)
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	
Floresta sucessional inicial	10.486,24	21,98	8.713,39	18,27	-3,72
Floresta sucessional intermediária	9.629,43	20,19	8.168,20	17,12	-3,07
Floresta sucessional avançada	2.595,59	5,44	2.262,84	4,74	-0,68
Floresta de terra firme	782,25	1,64	683,45	1,43	-0,22
Floresta de igapó	5.223,04	10,95	5.058,26	10,60	-0,34
Cultura agrícola	9.896,54	20,75	8.557,27	17,94	-2,81
Pastagem	7.903,7	16,57	10.670,92	22,37	5,80
Solo exposto	1.182,93	2,48	3.237,37	6,79	4,31
Sombra			199,13	0,42	0,42
Nuvem			148,89	0,31	0,31
Total	47.699,72	100,00	47.699,72	100,00	

Tabela 11. Alterações nos tipos de pastagem, ao longo do período (1995 a 1999), no município de São Francisco do Pará, Pará.

Tipos de Pastagem	1995		1999		Alterações %
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	
Pasto limpo	3.312,61	41,91	8.123,48	76,13	34,21
Pasto sujo	4.591,09	58,09	2.547,44	23,87	-34,21
Total	7.903,70	100,00	10.670,92	100,00	

área seria a colheita das culturas ou abandono das áreas após a colheita.

Quanto ao solo exposto, houve um aumento de 4,31% no período. Esse acréscimo pode estar relacionado com a derrubada das capoeiras para a preparação da terra, ou então, as áreas de culturas agrícolas estarem sendo colhidas. Um outro motivo desse acréscimo pode ser o surgimento das áreas urbanas ao longo das estradas.

CONCLUSÕES

- A classificação supervisionada Maxver, acompanhada com a experiência do pesquisador, na validação de campo, apresentou bom desempenho a partir da imagem realçada, possibilitando condições de classificação, com uma precisão de 89,05%.
- Foi possível aplicar métodos estatísticos para definir as classes de cobertura vegetal, que possibilitaram delimitar, com precisão, as classes sucessionais inicial, intermediária e avançada, e também definir a idade mínima e máxima da classe intermediária (15 a 35 anos).
- A Análise da dinâmica da paisagem mostrou que as florestas sucessionais estão sendo transformadas em pastos, confirmando o que alguns pesquisadores estão mencionando como uma área com tendência à pecuarização.
- As florestas sucessionais inicial e intermediária fizeram parte das áreas que o pequeno agricultor utiliza para o uso agrícola, por isso, evidencia-se neste trabalho maior uso para estas florestas.

REFERÊNCIAS

ADAMS, M., 1997. **O Papel de Morcegos na Regeneração de Floresta em uma Paisagem Agrícola da Amazônia Oriental**: 1-128. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Belém.

ALMEIDA, A. S. 2000. **Dinâmica da paisagem e Ecologia de Florestas remanescentes e Sucessionais do município de São Francisco do Pará, Região Bragantina, Pará**: 1-100. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém.

ALMEIDA, A. S. & I. C. G. VIEIRA, 2001. Padrões florísticos e estruturais de uma cronossequência de floresta no município de São Francisco do Pará, Região Bragantina, Pará. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica** 17(1): 209-240.

ANDERSON, J. R, E. E. HARDY, J. T. ROACH & R. E. WITMER, 1979. **Sistema de Classificação do uso da terra e do revestimento do solo para utilização com dados e sensores remotos**: 1-78. Suprem-IBGE (série Paulo Assis Ribeiro), Rio de Janeiro.

CONGALTON, R. G. & R. A. A. MEAD, 1983. Quantitative method to test for consistency and correctness in photointerpretation. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing** 49(1): 69-74.

DUCKE, A. & G. A. BLACK, 1953. Phytogeographical Notes on the Brazilian Amazon. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 25: 1-46

FINEGAN, B., 1998. Bases ecológicas para el manejo de bosques secundários de las zonas húmedas del trópico americano, recuperación de la biodiversidade y productión sostenible de madera. Sumário apresentado em: **Taller internacional sobre el estado actual y potencial de manejo y desarrolo del bosque secundário tropical en América Latina**: 106-119. Pucallpa, Peru.

HOFFMANN, R., 1991. **Estatística para Economistas.** Livraria Pioneira, São Paulo.

HUBBELL, S. P. & R. B. FOSTER, 1983. Diversity of canopy trees is a neotropical forest and implications for conservation. In: S. L. SUTTON, T. C. WHITMORE & A. C. CHADWICK (Eds.): **Tropical rain forest: ecology and management**: 25-41. Blackwell Scientific, Oxford.

KANASHIRO, M. & M. A. DENICH, 1998. A vegetação secundária como vegetação de pousio na paisagem agrícola da Amazônia oriental: função e possibilidades de manipulação Em: Possibilidade de utilização e manejo adequado de áreas alteradas e abandonadas na Amazônia brasileira. **Sub-programa "Studies on Human Impact on Forests and Floodplain in the Tropics-SHIFT**: 1-117. Convênio CNPq/IBAMA/DLR.

LANDIS, J. & G. G. K OCH, 1977. The measurements of observer agreement for categorical data. **Biometrics** 33(3): 159-174.

OLIVEIRA, J. D., 1993. **Estratificação de Áreas Desflorestadas por Tipos de Vegetação da Amazônia, utilizando Sistemas de Informações Geográficas: Estudo de caso na folha SB-20 PURUS**: 1-105. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, São José dos Campos, São Paulo.

PEREIRA, M. N., M. L. N. O. KURKDJIAN & C. FORESTI, 1989. **Cobertura e uso da Terra através de Sensoriamento Remoto**: 1-118. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, São José dos Campos, São Paulo.

ROSA, R., 1990. A utilização de Imagens TM/ Landsat em levantamento de Uso Atual do Solo. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Manaus: 140.

SANO, E. E., O. S. WATRIM, R. S. FUNAKI, J. S. MEDEIROS & R. W. O. DIAS, 1989. **Levantamento do uso atual da terra através de imagens do Landsat 5-TM na microrregião de Tomé-Açu e alguns municípios das microrregiões do Baixo Tocantins e Guajarina**: 1-67. Sudam-CHSRA/OEA, Belém.

SERRÃO, E. A. S., 1986. Pastagem em área de floresta no trópico úmido brasileiro: conhecimentos atuais. In: Simpósio do Trópico Úmido, **EMBRAPA/CPATU**: 1(5): 13-32

VENTURIERI, A., 1996. **Segmentação de Imagens e Lógica Nebulosa para Treinamento de uma Rede Neural Artificial na Caracterização do Uso da Terra na Região de Tucuruí (Pa)**: 47-49. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, São José dos Campos, São Paulo.

VIEIRA, I. C. G., 1996. **Forest sucession after shifting cultivation in eastern Amazonia:** 1-205. Tesis (Ph.D.) - Univ. of Stirling, Scotland.

WATRIN, O. R., 1994. **Estudos da Dinâmica na Paisagem da Amazônia Oriental através de Técnicas de Geoprocessamento**: 1-153. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, São José dos Campos, São Paulo.

ZERBINI, N. J., 1992. **Estimativa de Fitomassa Aérea em Região de Floresta Tropical com Uso de Dados TM, Landsat 5 e HRV-SPOT 1**: 1-75. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, São José dos Campos, São Paulo.

Recebido: 09/01/2008
Aprovado: 03/04/2008