

1. Publicação nº <i>INPE-2200-PRE/009</i>	2. Versão	3. Data <i>Agosto, 1981</i>	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DSR</i>	Programa <i>RECAF</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>PASTAGENS ANÁLISE AUTOMÁTICA LANDSAT</i>			
7. C.D.U.: <i>528.711.7:633.2(811.5)</i>			
8. Título <i>INPE-2200-PRE/009 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS PASTAGENS NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS (PA), ATRAVÉS DA ANÁLISE AUTOMÁTICA DE DADOS DO LANDSAT</i>		10. Páginas: <i>30</i>	
		11. Última página: <i>25</i>	
		12. Revisada por <i>Antonio Tebaldo Tardin Antonio T. Tardin</i>	
9. Autoria <i>Armando Pacheco dos Santos Evelyn Márcia Leão de Moraes Novo Valdete Duarte</i>		13. Autorizada por <i>Parada Nelson de Jesus Parada Diretor</i>	
Assinatura responsável <i>Armando</i>			
14. Resumo/Notas <p><i>O objetivo deste trabalho é desenvolver uma metodologia de utilização de dados LANDSAT para avaliar a qualidade das pastagens na Amazônia. Os parâmetros utilizados para esta avaliação, com o tempo de desmatamento, foram: tipo e porcentagem de espécies inadequadas ao pastoreio (juquiara); tipo e porcentagem de solo exposto; e tipo e porcentagem de áreas ocupadas com gramíneas e/ou leguminosas. Como área de estudo foi escolhida a região de Paragominas (PA) por ser uma das áreas mais antigas de ocupação agropecuária na região amazônica. A pesquisa foi realizada através da análise automática dos dados do LANDSAT, utilizando-se o Sistema Interativo de Análise de Imagens Multiespectrais (IMAGE-100). A legenda proposta para avaliar a qualidade das pastagens apresentou variações em função da cobertura vegetal encontrada nas áreas desmatadas. Considerando-se a qualidade do espaço para fins de pastoreio, os resultados mostraram que, da área desmatada estudada (54955 ha), 24% estava ocupada por juquiara; 15% por solo exposto; 15% por pastos degradados e somente 46% por pastagens utilizadas efetivamente para o pastoreio.</i></p>			
15. Observações <i>Trabalho a ser publicado nos Anais do "XI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola", realizado em Brasília de 22 a 25 de junho de 1981. Este trabalho é parte do relatório INPE-1610-RPE/085.</i>			

ABSTRACT

The objective of this research is to use LANDSAT data to evaluate pasture quality in the amazon region. Pasture degradation was estimated according to the natural vegetation regrowth (juquira), the percentage of exposed soil and the areas with pasture coverage after deforestation. Paragominas Municipality (PA) was chosen as study area because it is one of the traditional areas for cattle raising in tropical forest region. Automatic analysis using Interactive Multi-spectral Analysis System (IMAGE-100) shows that, in the study area, 24% of the deforested hectares (54,955 ha) were occupied by "juquira", 15% by exposed soil; 15% by degraded pastures; and only 46% of the deforested areas were available for grazing.

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
LISTA DE FIGURAS	<i>iv</i>
LISTA DE TABELAS	<i>v</i>
<u>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</u>	1
<u>CAPÍTULO 2 - MATERIAIS E MÉTODOS</u>	3
2.1 - Materiais	3
2.2 - Métodos	3
<u>CAPÍTULO 3 - RESULTADOS</u>	7
<u>CAPÍTULO 4 - CONCLUSÕES</u>	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
1.1 - Localização da área de estudo	2
3.1 - Classificação automática das classes de pastagens para a Pastoral Agrícola Vale do Gurupi	13
3.2 - Aspecto da juquira na Cia. Agropecuária do Pará (SWIFT).	16
3.3 - Aspecto de um pasto de colônia com puerária da Cia Agropecuária do Pará (SWIFT)	16
3.4 - Classificação automática das classes de pastagens para a Cia. Agropecuária do Pará (SWIFT).....	17

LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
2.1 - Produtos LANDSAT utilizados na pesquisa	3
3.1 - Matriz de classificação - Pastoril Agrícola Vale do Gurupi	11
3.2 - Média dos níveis de cinza das classes analisadas Pastoril Agrícola Vale do Gurupi	12
3.3 - Matriz de classificação - Cia. Agropecuária do Pará (Swift)	14
3.4 - Média dos níveis de cinza das classes analisadas Companhia Agropecuária do Pará (Swift)	15
3.5 - Área ocupada (em ha) pelas classes de pastagens, para 8 Agropecuárias, obtida através da classificação automática	18
3.6 - Distribuição das áreas das classes juquira, solo exposto, pasto e pasto degradado	21

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Este trabalho, realizado através de convênio entre o INPE e a SUDAM, faz parte de uma pesquisa desenvolvida no INPE, cujo objetivo foi avaliar o uso de dados do LANDSAT no estudo do impacto da implantação de projetos agropecuários na Amazônia Legal (Santos et alii, 1979b). Trabalhos anteriores realizados na região (Tardín et alii, 1976; Tardín et alii, 1977; Santos e Novo, 1977) demonstraram que as imagens LANDSAT permitem o zoneamento da Amazônia quanto: à disponibilidade de água superficial, à cobertura vegetal, à topografia, à acessibilidade, ao controle do desmatamento e à qualidade das pastagens.

Baseando-se nos resultados obtidos realizou-se uma nova pesquisa com o objetivo de ampliar o número de classes de pastagens, em termos da qualidade da cobertura vegetal, e avaliar a sua degradação com o tempo de ocupação, através da análise automática dos dados do LANDSAT.

Para o desenvolvimento deste trabalho foi selecionado o município de Paragominas, Estado do Pará (Figura 1.1), por ser uma das mais antigas áreas de ocupação agropecuária, em região de Floresta Densa, na Amazônia.

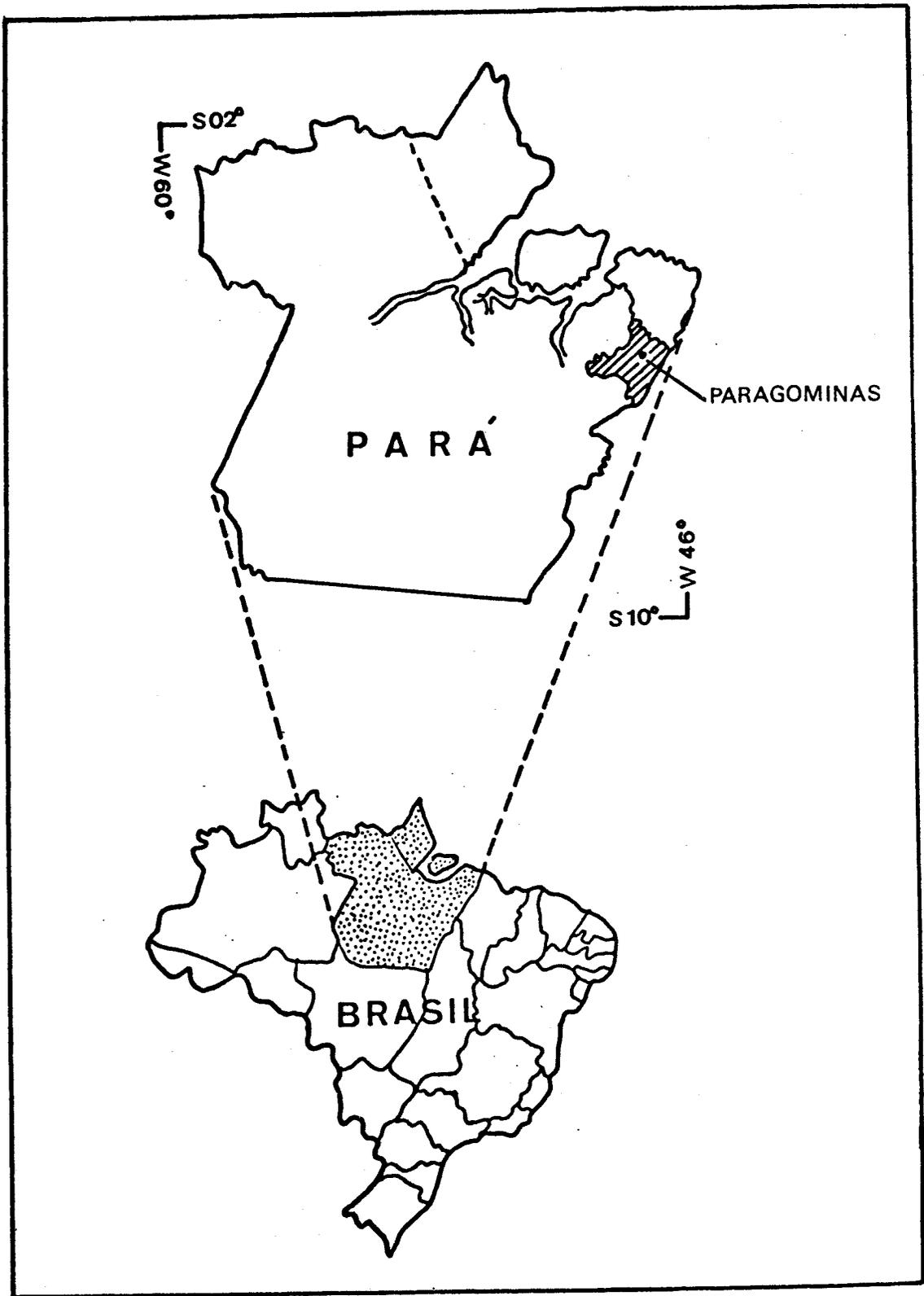


Fig. 1.1 - Localização da área de estudo.

CAPÍTULO 2

MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - MATERIAIS

Para a realização do trabalho foram utilizados produtos do sistema LANDSAT (Tabela 2.1), o Analisador Interativo de Imagens Multi-espectrais (IMAGE-100), e fichas de coleta de dados no campo.

TABELA 2.1

PRODUTOS LANDSAT UTILIZADOS NA PESQUISA

<u>ÓRBITA</u>	<u>PONTO</u>	<u>DATA</u>	<u>PRODUTOS</u>
206	14	15/06/77	- CÓPIAS EM PAPEL, NOS CANAIS 5 E 7, NAS ESCALAS 1:500.000 E 1:250.000
220	14	16/06/77	
220	15	16/06/77	
234	14	20/07/77	
220	15	20/06/78	- FITAS COMPATÍVEIS COM COMPUTADOR (CCTs)

2.2 - MÉTODOS

A primeira etapa da pesquisa consistiu na interpretação visual das imagens LANDSAT, nos canais 5 e 7, na escala 1:500.000, de modo a obter um mapa com a distribuição das áreas desmatadas no município de Paragominas. Essa interpretação preliminar permitiu a localização e o levantamento das estradas de acesso aos projetos agropecuários; com seu auxílio, foi planejado o trabalho de campo, cujo desenvolvimento se deu em duas etapas.

A primeira, realizada em outubro de 1978, correspondeu ao final do período seco na região. Seu objetivo foi coletar informações que permitissem estabelecer uma relação entre a qualidade das pastagens e a resposta espectral nas imagens LANDSAT. Procurou-se, também, estabelecer uma tipologia de pastos, relacionados ao seu estado de degradação, em função da época de desmatamento.

Para alcançar esse objetivo, foram executadas, durante o trabalho de campo, as seguintes atividades:

- a) localização e demarcação dos limites dos projetos agropecuários, que recebem incentivos fiscais da SUDAM, sobre as imagens LANDSAT, na escala de 1:500.000, conforme metodologia descrita em Santos e Novo (1977); e
- b) seleção de pastos a serem visitados durante o trabalho de campo e preenchimento de fichas de observação de campo. Estas fichas foram utilizadas para levantar as condições de manejo dos pastos, condições de cobertura por gramíneas e leguminosas forrageiras ou invasoras, características topográficas e geomorfológicas.

Os dados obtidos nesta primeira etapa do trabalho encontram-se publicados em relatório (Santos et alii, 1979 a). A segunda etapa foi realizada para verificar se a variação de pluviosidade afetaria os resultados obtidos quanto à qualidade das pastagens. Nesta etapa, realizada em maio de 1979, correspondente ao final do período chuvoso, foram executadas apenas as atividades de preenchimento de questionários sobre a qualidade de cobertura de gramíneas e leguminosas nos pastos, amostrados na etapa anterior. Devido à grande semelhança das condições encontradas nas duas etapas do trabalho de campo, não foi apresentado um relatório com os dados obtidos no período chuvoso.

A análise visual das imagens LANDSAT permitiu a delimitação dos projetos agropecuários com incentivos fiscais da SUDAM. O cálculo da área desmatada de cada projeto foi feito utilizando-se uma grade

milimetrada, conforme metodologia proposta por Santos e Novo (1977), sobre a interpretação visual das áreas desmatadas nas imagens LANDSAT, na escala 1:250.000.

Durante o trabalho de campo, a qualidade das pastagens foi avaliada em função da altura e porcentagem de cobertura de gramíneas, porcentagem de invasores, tipo de invasores, porcentagem e tipo de solo exposto.

Através da utilização do IMAGE-100, tentou-se verificar quais dos dados, acima coletados, poderiam ser diferenciados, segundo suas respostas espectrais nos canais do MSS do LANDSAT.

Em trabalho anteriormente realizado (Santos e Novo, 1977), concluiu-se que poder-se-ia separar automaticamente duas classes de cobertura dentro da pastagem: uma classe com predominância de gramíneas e outra com predominância de juquira (rebrotas de vegetação natural). Essas classes demonstraram ser insuficientes, visto que ocorriam condições de transição que não eram evidenciadas.

Desta forma, foi utilizada a análise automática na tentativa de ampliar o número de classes de pastagem, de modo a se ter uma idéia mais precisa do comportamento das pastagens, em termos da proporção de cobertura de gramíneas, juquira e solo exposto.

As amostras de tipos de pastagens coletadas no campo serviram como áreas de treinamento para o sistema IMAGE-100. Estas amostras de treinamento foram analisadas através de um conjunto de programas que compõem o sistema MAXVER (Velasco et alii, 1978). Através deste algoritmo, foram obtidas matrizes de classificação e valores médios de níveis de cinza para cada classe analisada.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS

No município de Paragominas, o tipo de gramínea dominante nas pastagens é o colônião (*Panicum spp.*) que, segundo Arnovich (Souto e Lucas, 1973), se adapta melhor a solos de boa fertilidade natural. Os pastos de colônião, quando bem manejados, produzem forragem quase o ano todo, mantendo-se mesmo durante o período seco. Entretanto, na região de estudo, a fertilidade do solo é muito baixa, o que determina um enfraquecimento do colônião na época seca. Com isso, podem ocorrer duas situações diferentes: o colônião ser sufocado pela juquirá, ou se extinguir deixando o solo exposto.

Como demonstrado no trabalho de Santos et alii (1979b), a fertilidade dos solos na área de estudo tende a diminuir progressivamente com o tempo. Isto leva a uma invasão gradativa das pastagens por espécies indesejáveis para o gado, e a uma diminuição no índice de cobertura do solo por gramíneas (Arnovich et alii, 1973).

Com isso, uma forma de avaliar a degradação das pastagens, com o tempo de ocupação, seria estimar a porcentagem relativa de áreas invadidas por espécies inadequadas para o pastoreio, áreas com solo exposto e áreas efetivamente recobertas por gramíneas. Outra alternativa seria avaliar o tipo de gramínea encontrada, visto que, com o empobrecimento dos solos, os proprietários tendem a substituir o colônião por gramíneas menos exigentes, como o jaraguá (*Hiparrhenia ruffa*) e o quicúio (*Brachiaria spp.*).

Desta forma, a legenda proposta, abaixo, para avaliar a qualidade das pastagens apresentou variações em função dos tipos de situações encontradas nas diferentes agropecuárias. As classes foram definidas através de amostras coletadas em campo, no ano de 1977, sendo identificadas, para o conjunto de agropecuárias analisadas, 15 classes,

embora nem todas ocorram em cada propriedade, que são:

- a) mata: floresta de terra firme;
- b) juquira arbórea: invasor de porte arbóreo, representado pela regeneração natural de espécies da mata de terra firme;
- c) juquira herbácea: invasor de porte herbáceo, representado pela regeneração natural de espécies adaptadas a solos pobres, que ocorre em áreas com maior tempo de ocupação;
- d) solo parcialmente exposto: classe caracterizada pela presença de gramíneas/leguminosas e juquira esparsa, com maior porcentagem de solo exposto;
- e) solo totalmente exposto: classe caracterizada pela baixa porcentagem de gramíneas e juquira;
- f) solo com plintita: classe caracterizada pela ausência de gramíneas, pequena proporção de juquira e solos com alto teor de oxido de ferro, que criam problemas para a germinação do colônião;
- g) pasto de colônião: pasto de boa qualidade com cobertura densa de gramíneas;
- h) pasto de colônião e quicuío: área de ocorrência conjunta de colônião e quicuío. O quicuío geralmente ocupa a área em que o colônião não se desenvolveu; em geral são pastos antigos, onde o colônião está decadente;
- i) pasto de colônião com jaraguá: área de ocorrência do capim jaraguá associado ao colônião, com maior porcentagem deste último;
- j) pasto de colônião com juquira: representa pastos de áreas úmidas, onde o colônião e a juquira apresentam a mesma exuberância,

e no qual os dois tipos de cobertura não chegam a constituir duas unidades distintas espacialmente;

- k) pasto de colônião com solo exposto: representa pasto de colônião com solo exposto, predominando o colônião;
- l) pasto de colônião com puerária (*Pueraria spp*): representa pasto de colônião com puerária, predominando esta última;
- m) pasto de colônião e braquiária (*Brachiaria spp*): representa pasto de braquiária e colônião, que não apresentam separabilidade espectral;
- n) sede de propriedade: representa campo de pouso, casas, pátios, serrarias, oficinas, pomares, galpões, etc.; e
- o) várzea: representa áreas úmidas, que acompanham o leito dos rios principais.

O algoritmo de classificação utilizado para a análise automática encontra-se implementado no Analisador Interativo de Imagens Multiespectrais (IMAGE-100). Este algoritmo é denominado MAXVER e se destina à classificação ponto por ponto de imagens multiespectrais. O critério utilizado na classificação é o de máxima verossimilhança ("Maximum Likelihood"), segundo classes escolhidas interativamente pelo usuário (Velasco et alii, 1978).

O algoritmo MAXVER se divide em duas fases: a de treinamento, em que o usuário seleciona as amostras referentes às classes escolhidas; e a de classificação propriamente dita. A fundamentação teórica do algoritmo encontra-se descrita detalhadamente em Velasco et alii (1978).

A grande vantagem deste algoritmo de classificação é que ele apresenta opções que permitem, a cada passo do processo classificatório, uma avaliação dos resultados. Através da opção "matriz de classi

ficação", o usuário pode ter uma previsão da classificação, com uma estimativa do tipo e percentual de erros na classificação. Esta previsão é feita através de uma matriz, onde para cada coluna são dados os percentuais dos pontos não-classificados e daqueles classificados em outras classes.

Esta previsão é válida para um dado "limiar". Este limiar representa uma constante real positiva, com a qual será feita a classificação. Quanto menor o limiar, maior o rigor da classificação, podendo variar de 1 a 9. O ideal para a classificação é conseguir amostras que façam com que a diagonal da matriz se aproxime de 100%, ou seja, que a maior parte das amostras utilizadas para a classificação caracterizem de fato a classe a que pertencem.

Não sendo satisfatório o resultado da matriz de classificação, o usuário tem a opção de analisar as amostras de treinamento. Através desta opção, o usuário pode verificar que amostras não foram bem selecionadas, de modo a reposicioná-las ou selecionar novas amostras. Quando o usuário conta com muitas amostras numa classe e algumas das amostras não são representativas, ele pode optar pela subtração de amostras e avaliar, posteriormente, o resultado da previsão de classificação.

Quando o resultado é satisfatório, pode-se solicitar a classificação de toda a imagem, mostrada no vídeo do IMAGE-100. O usuário pode ainda confrontar a classificação do vídeo com seu conhecimento da área, e decidir se aquela é satisfatória ou não. Não sendo, todo o processo é reiniciado. Definida as classes de interesse, o sistema MAXVER é desativado, e através do programa "cálculo de área", implementado no sistema IMAGE-100, pode-se obter a área ocupada com cada tema.

O procedimento de análise automática foi executado para 8 agropecuárias, da área de estudo, com incentivos fiscais da SUDAM, para as quais se dispunha de dados precisos de campo, isto é, um bom posicionamento das amostras de treinamento.

Para cada agropecuária analisada obteve-se uma listagem das classes de interesse, o número de pontos utilizados como amostra de treinamento, a média do nível de cinza das amostras para cada canal do LANDSAT, a matriz de covariância e a matriz de classificação.

Como exemplo, apresenta-se uma análise para duas agropecuárias estudadas: Pastoril Agrícola Vale do Gurupi e Companhia Agropecuária do Parã (SWIFT).

A Tabela 3.1 apresenta a matriz de classificação das classes obtidas para a Agropecuária Pastoril Agrícola Vale do Gurupi. Pela análise desta tabela, pode-se verificar que existem problemas relativos à estimativa da classificação correta. De fato, a diagonal principal encontra-se variando em torno de valores relativamente baixos. Excetuando-se o caso da mata, com 99,1% de previsão de classificação correta, e o do solo com plintita com 95,8%, os demais valores oscilam entre 75,0% e 93,1%.

TABELA 3.1

MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO - PASTORIL AGRÍCOLA VALE DO GURUPI

CLASSES ANALISADAS	N *	1	2	3	4	5	6
MATA	0,9	99,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
JUQUIRA ARBÓREA	0,0	2,8	88,9	0,0	0,0	0,0	8,3
SOLO TOTALMENTE EXPOSTO	10,0	0,0	0,0	75,0	0,0	15,0	0,0
SOLO COM PLINTITA	2,8	0,0	0,0	1,4	95,8	0,0	0,0
PASTO COLONIAO COM SOLO EXPOSTO	2,8	0,0	0,0	1,4	0,0	93,1	2,8
PASTO DE COLONIAO	0,0	0,0	10,2	0,0	0,0	4,6	85,2

* porcentagem de pontos não-classificados

A classe com menor previsão de classificação correta é a classe "solo totalmente exposto" (75,0%), porque apresenta uma superposição com a classe "pasto de colônia com solo exposto", o que é perfeitamente explicável, pois as duas têm realmente elementos em comum, diferenciando-se apenas quanto à quantidade de solo exposto, que afeta a resposta espectral detectada pelo sistema sensor.

A classe "pasto de colônia" com 85,2% de previsão de classificação correta, apresenta superposição com a classe "juquiara arbórea", o que também é explicável, principalmente na região em que se encontra essa agropecuária, ou seja, região úmida em que o colônio não sofre estresse de umidade, mantendo-se verde durante o período menos chuvoso, época da passagem do satélite (15/06/77). Desta forma, a resposta espectral da juquiara e do colônio são bastante semelhantes, o que pode ser depreendido da Tabela 3.2.

TABELA 3.2

MÉDIA DOS NÍVEIS DE CINZA DAS CLASSES ANALISADAS
PASTORIL AGRÍCOLA VALE DO GURUPI

CLASSES	MÉDIA DOS NÍVEIS DE CINZA POR CANAL DO MSS/LANDSAT			
	4	5	6	7
MATA	19,57	16,48	52,23	51,63
JUQUIRA ARBÓREA	23,58	20,22	102,18	109,06
SOLO TOTALMENTE EXPOSTO	39,80	48,08	80,70	71,55
SOLO COM PLINTITA	31,39	34,74	46,94	34,58
PASTO DE COLÔNIA COM SOLO EXPOSTO	33,29	29,43	86,82	81,96
PASTO DE COLÔNIA	25,12	21,55	91,09	90,60

Nível de resolução = 256

Como pode ser observado pela Tabela 3.2, os valores médios de níveis de cinza, nos quatro canais do MSS/LANDSAT, para as classes "juquira arbórea" e "pasto de colônia", são bastante semelhantes, principalmente nos canais 4 e 5, embora a classe "juquira arbórea" apresente valores mais altos na faixa do infravermelho (canais 6 e 7).

A Figura 3.1 apresenta o resultado da classificação automática da Pastoral Agrícola Vale do Gurupi.



Fig. 3.1 - Classificação automática das classes de pastagens para a Pastoral Agrícola Vale do Gurupi.

A Tabela 3.3 apresenta os resultados da previsão de classificação correta, obtidos para a Cia. Agropecuária do Pará (SWIFT). Foram classificadas 5 tipos de cobertura: mata, pasto de colônião com puerária, pasto de braquiária e colônião, juquira arborea e solo com plintita.

TABELA 3.3

MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO - CIA AGROPECUÁRIA DO PARÁ (SWIFT)

CLASSES ANALISADAS	N*	1	2	3	4	5
MATA	0,4	98,4	0,6	0,2	0,4	0,0
PASTO COLÔNIO COM PUERÁRIA	1,4	8,3	87,5	2,8	0,0	0,0
PASTO DE COLÔNIO E BRAQUIÁRIA	0,0	0,0	5,6	93,1	1,4	0,0
JUQUIRA ARBÓREA	1,4	1,4	2,8	9,7	76,4	8,3
SOLO COM PLINTITA	2,8	0,0	0,0	2,8	5,6	88,9

* *porcentagem de pontos não classificados*

A Tabela 3.3 mostra que os valores referentes à diagonal principal da matriz de classificação variam de 76,4% a 98,4%. O valor mais baixo da previsão de classificação correta foi obtido para a classe "juquira arborea", que apresentou 9,7% de superposição com as áreas de pasto de colônião e braquiária, e 8,3% com as áreas de solo com plintita.

A superposição da classe juquira arborea com as classes de pastagens pode ser explicada pelo fato da primeira apresentar respostas espectrais semelhantes às das gramíneas, quando estas se encontram exuberantes, fato que ocorre na Cia. Agropecuária do Pará.

Quanto à superposição daquela classe com a de "solo com plintita", deve-se considerar que as áreas com juquira, muitas vezes, estão associadas a talhões com problemas de germinação, devido à ocorrência

de plintita, apresentando, no terreno, uma alternância de juquirá com solo exposto.

Pode-se observar pela Tabela 3.4 que os pastos de colôniã com puerária e colôniã/braquiária apresentam níveis médios de cinza mais elevados na faixa do infravermelho, o que entra em contradição com as observações da agropecuária anteriormente analisada. Uma possível explicação para este fato pode ser a exuberância das pastagens desta agropecuária. Estas pastagens, principalmente as consorciadas com a puerária, mesmo visualmente no campo, confundem-se, quer pela cor, quer pelo porte, com as áreas de ocorrência de juquirá (Figuras 3.2 e 3.3).

TABELA 3.4

MÉDIA DOS NÍVEIS DE CINZA DAS CLASSES ANALISADAS
COMPANHIA AGROPECUÁRIA DO PARÁ (SWIFT)

CLASSES	MÉDIA DOS NÍVEIS DE CINZA POR CANAL DO MSS/LANDSAT			
	4	5	6	7
MATA	20,47	17,53	54,15	53,58
PASTO DE COLÔNIA COM PUERÁRIA	28,26	24,24	96,04	95,35
PASTO DE COLÔNIA E BRAQUIÁRIA	27,34	24,27	82,56	78,65
JUQUIRA ARBÓREA	28,97	28,69	67,56	63,06
SOLO COM PLINTITA	28,42	28,28	55,86	45,19

Nível de Resolução = 256



Fig. 3.2 - Aspecto da juçuíra na Cia. Agropecuária do Pará (SWIFT).



Fig. 3.3 - Aspecto de um pasto de colônião com puerária da Cia. Agropecuária do Pará (SWIFT).

A Figura 3.4 apresenta os resultados da classificação automática para a Cia. Agropecuária do Pará (SWIFT).



Fig. 3.4 - Classificação automática das classes de pastagens para a Cia. Agropecuária do Pará (SWIFT).

Para cada agropecuária analisada automaticamente, foram obtidos valores de área por tema classificado. A Tabela 3.5 apresenta os resultados obtidos para 8 agropecuárias. Nem todas as propriedades foram analisadas, devido aos problemas de cobertura de nuvens, prejudicando a seleção de amostras, e ao mal posicionamento de amostras no campo, face à falta de informações junto ao responsável pela propriedade. Nem todas as classes, definidas na legenda descrita anteriormente, encontram-se na Tabela 3.5, pois as classes se referem ao conjunto de agropecuárias, e a relação da tabela se refere apenas à parte desse conjunto.

TABELA 3.5

ÁREA OCUPADA (EM HA) PELAS CLASSES DE PASTAGENS, PARA 8 AGROPECUÁRIAS,
OBTIDA ATRAVÉS DA CLASSIFICAÇÃO AUTOMÁTICA

CLASSES ANALISADAS PROPRIEDADES	MATA	JUQUIRA ARBÓREA	JUQUIRA HERBÁCEA	SOLO PARCIALMENTE EXPOSTO	SOLO TOTALMENTE EXPOSTO	PASTO DE COLÔNIA COM PLINTITA	PASTO DE COLÔNIA COM QUITCUI	PASTO DE COLÔNIA COM JARAGUÁ	PASTO DE COLÔNIA COM SOLO EXPOSTO	PASTO DE COLÔNIA COM PUERÁRIA	PASTO DE COLÔNIA E BRAQUIÁRIA	SEDE DA PROPRIEDADE
CIA. MELHORAMENTOS DA LIAÇÃO	14.759	1.551	1.272	2.556	-	4.662	-	-	-	-	-	-
AGROPECUÁRIA RIO CAUAXI S.A.	20.806	968	-	1.396	-	1.201	-	-	-	-	-	3
PAGRISA - PARÁ AGRÍCOLA S/A	9.078	1.439	421	641	371	1.114	-	-	-	-	-	-
CIA. AGROPECUÁRIA DO PARÁ - SHIFT	24.375	4.999	-	-	-	958	-	-	-	6.113	8.002	-
PASTORIL AGRÍCOLA VALE DO GURUPI	6.854	755	-	-	510	178	2.899	-	2.996	-	-	-
CIA. RIO CAPIM CURIA	30.303	1.885	-	293	3.851	-	-	-	-	-	-	-
AGROPECUÁRIA SANTO ANTONIO S.A. *	445	35	-	-	50	67	101	662	-	-	-	-
AGROPECUÁRIA RIO PIRIA - AGROPISA	7.248	128	-	223	66	291	-	-	280	-	-	-
TOTAIS	113.868	11.760	1.693	5.109	4.848	3.224	10.167	662	3.276	6.113	8.002	3

(*) Estes dados referem-se apenas à gleba próxima à cidade de Paragominas.

A análise da Tabela 3.5 permite verificar que a maior parte das agropecuárias analisadas ainda têm como principal tipo de pastagem o capim colônião. Apenas a Cia. Agropecuária do Pará apresenta pastos mistos de colônião/puerária e colônião/braquiária. A Agropecuária Santo Antonio apresenta, com pequena expressão em área, pastos mistos de colônião/quicuío e colônião/jaraguá.

Pode-se observar, também, que no caso da Cia. Agropecuária do Pará, uma agropecuária recente, a associação de gramíneas e leguminosas representa uma opção e não uma necessidade, face à degradação do capim colônião. Já no caso da Agropecuária Santo Antônio, o fato de optar pela associação do colônião com outras gramíneas foi determinado pela degradação dos pastos, o que pode ser depreendido dos tipos de gramíneas utilizadas, o jaraguá e o quicuío, que são espécies menos exigentes sob o ponto de vista de fertilidade do solo.

Observa-se, ainda, em dois casos, a ocorrência de um novo tipo de juquirá, a herbácea. Este tipo de cobertura ocorre em duas agropecuárias antigas (mais de 5 anos de implantação) e faz supor que, com a alternância de roçada e queimada, e com o empobrecimento do solo, as espécies arbóreas vão desaparecendo, cedendo lugar às espécies herbáceas. Vogue (Rizzini, 1976) constatou que as queimadas reduzem a cobertura arbórea de 22,4% para 4,3%, determinando a mortalidade das árvores numa proporção de 38,2%.

Pela análise da Tabela 3.5, verifica-se que a classe "solo parcialmente exposto" ocupa também uma grande proporção da área das agropecuárias. Observa-se que esta classe ocorre com maior frequência em duas situações: nas agropecuárias antigas, em processo de degradação, e nas agropecuárias recém-implantadas, em que as gramíneas não se desenvolveram por completo. Por exemplo, a Cia. Melhoramentos da Ligação apresenta 25% da sua área desmatada ocupada por essa classe, e a Agropecuária Rio Piriá ocupa 24% dela. Estes são exemplos de agropecuárias mais antigas, em que a exposição do solo se deve à degradação das pastagens.

No caso da Agropecuária Rio Cauaxi e da Cia. Rio Capim Agropecuária verifica-se isto, em parte, por se tratar de agropecuárias em processo de formação de pastagens.

Outra classe que apresentou certa importância no conjunto das agropecuárias foi a classe "solo com plintita". A ocorrência desta classe indica a existência de condições menos favoráveis à germinação do colônio. Observa-se que a Agropecuária Rio Cauaxi apresenta 36% de sua área desmatada ocupada por essa classe. A ocorrência desta classe está associada à localização desta propriedade na área de transição entre a Superfície Tabular Erosiva Elevada e a Superfície Dissecada em Interflúvios Tabulares. A ocorrência desta classe, entretanto, não significa que toda essa área esteja condenada a maus pastos, visto que ocorrem na área 3 tipos de plintita (friável, dura e remobilizada).

As classes apresentadas na Tabela 3.5 foram agrupadas em 4 novas classes, tendo em vista a qualidade do espaço para fins de pastoreio. A classe "juquira" representa áreas de ocorrência de juquira arbórea e herbácea; a classe "solo exposto" inclui as classes de solo totalmente exposto e solo com plintita; a classe "pasto" inclui pastos de colônio, colônio/jaraguá, colônio/puerária e colônio/braquiária; e a classe "pasto degradado" inclui as classes solo parcialmente exposto e pasto colônio/solo exposto. (Tabela 3.6).

TABELA 3.6

DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS DAS CLASSES JUQUIRA, SOLO EXPOSTO,
PASTO E PASTO DEGRADADO

CLASSES	ÁREA (HA)	PORCENTAGEM DE OCORRÊNCIA DA CLASSE
JUQUIRA	13.453	24,48
SOLO EXPOSTO	8.072	14,69
PASTO	25.045	45,57
PASTO DEGRADADO	8.385	15,26
TOTAIS	54.955	100,00

A Tabela 3.6 apresenta a distribuição das áreas das novas classes e o percentual ocupado por elas. Pode-se observar que apenas 45,57% da área desmatada é ocupada efetivamente por pastos de boa qualidade. Por ordem de limitação à ocupação, verifica-se que a juquira representa 24,48% da área desmatada. Isto constitui-se num sério problema para a recuperação das pastagens, visto que exige a replantação dos pastos com roçada, gradeamento e queimada, e posterior semeadura para que a pastagem seja formada. Em geral, estas áreas representam glebas abandonadas, em que o proprietário já desistiu de controlar a juquira, partindo para novos desmatamentos. Considerando-se os dados fornecidos pela Cia. Melhoramentos da Ligação (Santos et alii, 1979b), para a recuperação de um hectare de pasto com juquira, foi necessário um investimento de Cr\$ 15.300,00 em 1978. Admitindo-se que existem cerca de 13.453 ha ocupados por juquira, para apenas 8 agropecuárias estudadas, o custo de recuperação dessas áreas seria da ordem de Cr\$ 200.000.000,00 para 1978.

Da área desmatada existente (54.955 ha), 15,26% representam pastos degradados, ou seja, pastos em que existe uma grande proporção de área ociosa. Esta classe representa área cuja recuperação também é problemática, estando vinculada ao uso de técnicas de manejo mais cuidadosas, que procurem adequar a lotação do pasto ao volume de forragem.

A classe solo exposto representa 14,69% da área desmatada e para a sua recuperação são válidas as observações anteriores, acrescentam-se que, onde ocorre a plintita, o replantio é necessário.

CAPÍTULO 4

CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que:

- 1) embora as imagens LANDSAT não permitam uma avaliação direta da degradação do solo, é possível avaliar o estágio da degradação das pastagens através da análise automática de dados do MSS/LANDSAT;
- 2) a classificação automática das pastagens permitiu a identificação de 15 tipos de cobertura do solo para a região de estudo, em função da proporção de juquirá, solo exposto e pastagens;
- 3) o resultado da análise da qualidade das pastagens demonstrou que apenas 45,57% da área desmatada por projetos SUDAM, na região de estudo, estão efetivamente ocupados por pastagens; e
- 4) a inexistência de pesquisas e experimentação (projeto pioneiro), que preceda a ocupação da área de modo a definir uma tecnologia adaptada às condições da região, é um dos problemas existentes quanto à ocupação da região estudada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNOVICH, S.; BRITO, D.P.P. de S.; MENEGUELLI, C.A. Influência da adubação sobre a composição botânica e sobre a produção de pastagens. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 8 (2): 19-26, 1973.
- RIZZINI, C.T. *Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos*. São Paulo, USP, 1976.
- SANTOS, A.P.; NOVO, E.M.L.M. *Uso de dados do LANDSAT-1 na implantação, controle e acompanhamento de projetos agropecuários no sudeste da Amazônia Legal*. Tese de Mestrado em Sensoriamento Remoto e Aplicações. São José dos Campos, INPE, jun.1977. 207 p. (INPE-1044-TPT/056).
- SANTOS, A.P.; NOVO, E.M.L.M.; DUARTE, V.; TOLEDO, F.L. *Relatório do trabalho de campo no município de Paragominas*. São José dos Campos, INPE, mai.1979a. 70 p. (INPE-1481-RPE/088).
- SANTOS, A.P.; NOVO, E.M.L.M.; DUARTE, V. *Relatório final do Projeto INPE/SUDAM*. São José dos Campos, INPE, out. 1979b. 148 p. (INPE-1610-RPE/085).
- SOUTO, S.M.; LUCAS, E.D. Avaliação preliminar no período seco de leguminosas forrageiras. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 8 (2): 55-60, 1973.
- TARDIN, A.T.; SANTOS, A.P.; MORAES, E.M.L.M.; TOLEDO, F.L.; ARAÚJO, P. *Relatório do trabalho de campo no NE do Mato Grosso, com apoio na utilização de imagens LANDSAT no monitoramento do uso da terra*. São José dos Campos, INPE, mar. 1976. 97 p. (INPE-837-RVi/009).
- TARDIN, A.T.; SANTOS, A.P.; NOVO, E.M.L.M.; TOLEDO, F.L. *Relatório das atividades do projeto INPE/SUDAM durante o ano de 1976/1977*. São José dos Campos, INPE, mai. 1974. 144 p. (INPE-1034-NTE/088).
- VELASCO, F.R.D.; PRADO, L.O.C.; SOUZA, R.C.M. *Sistema MAXVER: manual do usuário*. São José dos Campos, INPE, jul. 1978. 72 p. (INPE-1315-NTI/110).