

AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE DADOS ORBITAIS NA ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO DAS PASTAGENS COM O TEMPO DE IMPLANTAÇÃO, NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS (PA).

A.P.DOS SANTOS, E.M.L.M. NOVO, V.DUARTE

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS
CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP - BRASIL

RESUMO

O objetivo deste trabalho de pesquisa é verificar a viabilidade de utilização de dados do LANDSAT para avaliar a degradação de pastos com o tempo de desmatamento. Conforme já havia sido estabelecido, a variação da tonalidade no canal 5 pode ser relacionada à degradação das pastagens em termos de percentagem de invasores. Neste trabalho, tentar-se-á relacionar diferentes níveis de degradação de pastos a diferentes padrões de textura e tonalidade nas imagens LANDSAT. O trabalho foi dividido em duas etapas. A primeira, consistiu de trabalho de campo na região de Paragominas (PA) para coleta de informações sobre as condições das pastagens. Nesta etapa foram coletadas amostras de solo, preenchidas fichas de campo, tiradas fotografias de cada tipo de pastagem e feita sua respectiva localização em imagens LANDSAT. A segunda etapa, ainda em andamento, consta da análise visual e automática de imagens LANDSAT, com o objetivo de discriminar os tipos de pastagens, definidos em trabalhos de campo. Para auxiliar a análise visual e automática, foram preenchidas fichas contendo as principais características de cada pastagem, tais como: densidade de cobertura do solo pela pastagem e/ou juquira, altura do pasto, características do terreno, condições de manejo e tempo de ocupação.

1. INTRODUÇÃO

Desde 1974 o INPE vem participando de um convênio com a SUDAM (Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia), através de um projeto de pesquisa, cujo objetivo é desenvolver metodologia de aplicação de dados de sensoriamento remoto orbital no controle da ocupação da Amazônia Legal.

O presente trabalho representa um dos objetivos do Projeto SUDAM, que visa a análise da degradação das pastagens com o tempo de ocupação.

Para a realização dessa pesquisa foi selecionado o Município de Paragominas (PA). Neste município, encontram-se condições excelentes para a avaliação da degradação dos pastos, com o tempo de desmatamento, pois trata-se de uma das primeiras áreas a serem ocupadas com projetos agropecuários.

O processo de degradação das pastagens, entretanto, pode ser afetado por outros fatores como clima e topografia. O município de Paragominas resume condições climáticas bastante diferentes, que podem afetar diferencialmente a velocidade da degradação dos pastos. Ao sul do município, próximo ao povoado de Ligação, o clima se caracteriza por um longo período seco, que vai de julho a dezembro, com precipitações mensais em torno de 3 mm (dados fornecidos pelo pluviômetro da Agropecuária Melhoramentos da Ligação). Ao norte, no baixo vale dos rios Gurupi e Uraim, o clima se caracteriza por uma distribuição de precipitação mais equitativa durante o ano.

Quanto à topografia, há na região uma área de superfícies tabulares erosivas, topograficamente elevadas, limitadas por escarpas íngrimes, superfícies pediplanadas dissecadas em ravinas ou em interflúvios tabulares [1]. De modo geral, a ocupação humana tem se concentrado nos vales e nas superfícies pediplanadas mas, com a escas

sez de terras disponíveis, está havendo a tendência de ocupação das chamadas superfícies tabulares erosivas. Essa distribuição da ocupação, em diferentes compartimentos geomorfológicos, também pode afetar a degradação das pastagens.

Finalmente, o município de Paragominas foi selecionado pois era recoberto pela Floresta de Terra Firme (Hiléia Amazônica) que foi derrubada para a implantação de pastagens [2].

Como se pode demonstrar, é plenamente justificável a seleção do município de Paragominas, pois permitirá a análise da degradação dos pastos sob diversos aspectos.

Embora, durante o trabalho de campo na área estudada, tenham sido coletadas informações sobre 11 agropecuárias, que recebem incentivos fiscais da SUDAM, no presente trabalho serão apresentados os resultados da análise da degradação de pastos em dois projetos agropecuários: Agropecuária Rio Cauaxi e Parã Pastoril Agrícola S.A.

Estes projetos foram selecionados pois apresentam aspectos interessantes no que se refere ao processo de degradação. Ambos os projetos encontram-se localizados numa área de clima tropicalizado, com um longo período seco, apresentando, portanto, homogeneidade sob o ponto de vista climático. Há, entretanto, diferenças quanto ao tempo de ocupação. A agropecuária Rio Cauaxi é um projeto recentemente implantado (1976) e se localiza parcialmente sobre as superfícies tabulares erosivas e parcialmente sobre as superfícies pediplanadas. A agropecuária Parã Pastoril Agrícola S.A. (PAGRISA) é um projeto antigo, com mais de 8 anos de implantação, e que se localiza totalmente sobre a superfície pedimentada.

Desta forma, a comparação entre as duas agropecuárias permitirá uma análise preliminar do efeito do tempo de ocupação sobre a degradação dos pastos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - MATERIAL

Para o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa foram utilizadas imagens LANDSAT, nos canais 5 e 7, nas escalas 1:500.000 e 1:250.000, e fitas compatíveis com computador (CCT), de dois anos diferentes (16/6/77 e 20/6/78), referentes a órbita 220, ponto 15.

Durante o trabalho de campo foram utilizados questionários, altímetro, bússola, trado para coleta de amostras de solos e máquina fotográfica.

Para a classificação das pastagens e cálculo de área foi utilizado o sistema de classificação automática - Image-100.

2.2 - MÉTODOS

2.2.1 - Trabalho de Campo

A primeira fase da pesquisa consistiu da ida ao campo com imagens LANDSAT na escala 1:500.000. Nesta fase fez-se a localização dos projetos agropecuários sobre a imagem, a demarcação de seu perímetro e a localização de cada pastagem. Para cada categoria de pasto foi preenchido um questionário, coletada amostra de solo e tirada fotografia ilustrativa da condição da pastagem.

Estes dados de campo foram resumidos numa ficha de descrição do projeto. A degradação dos pastos foi avaliada em termos das percentagens relativas de gramíneas, invasores (juquira) e solo exposto.

2.2.2 - Análise Visual das Imagens

A análise visual foi feita utilizando-se imagens nos

canais 5 e 7, na escala 1:250.000.

O primeiro passo da análise consistiu da demarcação sobre a imagem, da área referente a cada pastagem amostrada no campo. Fez-se então, uma correlação entre o estado da degradação da pastagem e o tipo de resposta espectral apresentada por ela nos canais 5 e 7.

A análise visual foi estendida para duas épocas, 1977 e 1978, de modo a se avaliar a degradação com o tempo de ocupação de uma mesma pastagem.

2.2.3 - Análise Automática Através do Image-100

A área a ser analisada automaticamente foi ampliada para a escala aproximada de 1:100.000.

Para a classificação automática das diferentes pastagens foram utilizados programas que compõem o sistema MAXVER, disponível no Image-100. Esse sistema permite a classificação ponto por ponto de imagens multiespectrais, usando como critério a máxima verossimilhança, conforme classes selecionadas interativamente pelo usuário [3].

Para cada classe de interesse foram coletadas amostras de treinamento homogêneas. Paralelamente a cada classificação fez-se a análise da *matriz de classificação* disponível no sistema. Esta matriz fornece uma previsão de classificação, com uma estimativa do tipo e percentual dos erros. Conforme os resultados da matriz de classificação, fez-se a análise de amostras das classes com problemas. Esta análise fornece as percentagens de pontos da amostra classificados nas diferentes classes, permitindo, assim, a exclusão de amostras mal selecionadas ou não-representativas da classe.

Empregou-se também a técnica de transferência de assinatura de amostras coletadas numa agropecuária para a classificação de pastos em outra agropecuária.

3. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

3.1 - AGROPECUÁRIA RIO CAUAXI - 16/06/1977

Trata-se de uma área implantada em 1976, com sementeira de capim colônião em janeiro de 1977 e colocação do gado nos pastos em setembro de 1977. Neste mesmo ano, realizou-se a limpeza de 1500 ha em áreas em que o colônião não disseminou. Os melhores pastos que foram formados estavam localizados próximos à sede. Nesta área foram selecionadas as amostras de treinamento para a classe pastagem-1977. Neste ano de formação de pastos, segundo informações de campo, houve problemas de disseminação do capim em grande parte das pastagens, apesar de não estarem sendo submetidas a pastoreio.

A análise automática da área desmatada permitiu a determinação de cinco classes: pastagem, solo exposto, juquira, juquira nova e mata (Figura 1).

A classe "pastagem" representa áreas em que houve a disseminação do colônião, formando uma cobertura contínua do solo (Figura 2).

A classe "solo exposto" representa áreas em que o colônião não teve condições de disseminação, e há mais que 50% de solo exposto (Figura 3).

A classe "juquira" representa invasores de porte arbustivo em pleno crescimento (Figura 4).



Fig. 1 - Classes de ocupação da terra na área desmatada da agropecuária Cauaxi.



Fig. 2 - Aspecto da cobertura de gramíneas apresentada pela classe "pastagem".



Fig. 3 - Aspecto da cobertura de gramínea apresentada pela classe "solo exposto".



Fig. 4 - Aspecto da cobertura vegetal apresentada pela classe "juquira"

A classe "juguira nova" representa invasores de porte arbustivo em fase de crescimento.

A análise da matriz de classificação (Tabela 1) demonstra que a estimativa de classificação correta, com base nas amostras, é bastante alta, superior a 90% para todas as classes de interesse. Entretanto, observa-se que há uma possibilidade de áreas de "pastagem" serem classificadas como "juguira" e vice-versa.

TABELA 1

MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO - CAUAXI/1977

CLASSES	N	1	2	3	4
PASTO	2,8	93,1	0,0	3,5	0,7
SOLO EXPOSTO	0,5	0,0	97,8	1,5	0,2
JUQUIRA	0,7	2,2	0,7	94,1	2,2
JUQUIRA NOVA	0,7	0,0	1,4	2,8	95,1

Para cada tema classificado, fez-se o cálculo automático da área, através da técnica de contagem de pixels. Os resultados encontrados resumidos na Tabela 2.

TABELA 2

PERCENTAGEM DE OCUPAÇÃO DE CADA CLASSE MAPEADA-CAUAXI/1977

CLASSES	ÁREA EM ha	PERCENTAGEM
SOLO EXPOSTO	2225,00	31,79
JUQUIRA	2282,00	32,60
JUQUIRA NOVA	1296,00	18,51
PASTO	396,00	5,66
OUTRAS	801,00	11,44
TOTAL	7000,00	100,00

Observa-se que em junho de 1977, após 6 meses de implantação dos pastos, apenas 5,66% da área desmatada correspondia à classe "pastagem", e mais que 50% da área já estava dominada pela juquirá e juquirá nova e 31,79% da área apresentava, ainda, solo exposto.

A classe "outras" inclui rios, estradas, nuvens, sombras e edificações rurais.

3.2 - AGROPECUÁRIA RIO CAUAXI - 20/06/1978

A análise automática da área desmatada em junho de 1978 permitiu a determinação das cinco classes, definidas anteriormente. Entretanto, a análise da matriz de classificação (Tabela 3) demonstrou que 17,4% das amostras da classe "pastagem" estavam sendo classificadas como "juquirá nova", o que determinava uma superposição na classificação.

TABELA 3

MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO - CAUAXI/1978

CLASSES	N	1	2	3	4
SOLO EXPOSTO	1,0	90,1	0,0	8,9	0,0
JUQUIRA	0,0	0,0	96,7	0,0	3,3
PASTO	0,7	7,2	0,0	73,6	17,4
JUQUIRA NOVA	0,0	0,0	2,8	0,0	97,2

A análise das amostras demonstrou que uma das áreas de treinamento para a classe "pastagem" possuía cerca de 30% dos pixels classificados como juquira nova.

Face a esse resultado, toda a classificação foi refeita resultando nas seguintes classes: pastagem 1, pastagem 2, solo exposto, juquira, juquira nova e mata. A classe "pastagem 1" representaria áreas com pastos menos afetados pela seca. Com a divisão da classe "pastagem" em 2 sub-classes (pastagem 1 e pastagem 2) houve um aumento na precisão de classificação para os dados analisados para o ano de 1978 (a superposição de classes diminuiu).

Comparando-se os resultados da classificação de pastagens para os anos de 1977 e 1978 pode-se verificar que houve uma diminuição da precisão da classificação. Isto em parte pode ser explicado pelo fato de que houve dificuldade para a definição de uma classe homogênea de "pastagem", visto que no terreno, devido ao pisoteio (o gado foi colocado no pasto em setembro/77) ocorreu maior exposição do solo e invasão por juquira. Isto dificultou a coleta de amostras homogêneas, deteriorando a qualidade da classificação.

Para cada classe analisada fez-se o cálculo de área, que resultou nos seguintes valores constantes da Tabela 4.

TABELA 4

PERCENTAGEM DE OCUPAÇÃO DE CADA CLASSE MAPEADA-CAUAXI/1978

CLASSES	ÁREA EM ha	PERCENTAGEM
SOLO EXPOSTO	1080,00	15,43
JUQUIRA	1487,00	21,24
JUQUIRA NOVA	532,00	7,60
PASTO 1	1066,00	15,23
PASTO 2	1522,00	21,74
OUTRAS	1313,00	18,76
TOTAL	7000,00	100,00

Com base nos resultados obtidos em 1977 e 1978 fez-se uma análise comparativa entre as duas datas (Tabela 5).

A análise da Tabela 5 demonstra que houve uma diminuição das classes "solo exposto", "juquira" e "juquira nova" e, como se seria de se esperar, um aumento da classe "pastagem". Entretanto, embora tenha crescido, essa classe em 1978 ainda representa apenas 36,97% da área total desmatada. Isto porque existe uma grande percentagem de área ocupada pelas classes "juquira" e "juquira nova".

Durante o trabalho de campo constatou-se que essa agropecuária foi implantada em uma área bastante desfavorável, quer sob o ponto de vista topográfico, quer sob o ponto de vista pedológico. Algumas aberturas foram realizadas em áreas de morros residuais da "superfície erosiva tabular", com grande incidência de seixos remobilizados de carapaça laterítica, localmente conhecidos por "piçarra".

TABELA 5

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS CLASSES MAPEADAS EM 1977 E 1978 - CAUAXI

CLASSES	PERCENTAGEM DE OCUPAÇÃO (1977)	PERCENTAGEM DE OCUPAÇÃO (1978)	DIFERENÇAS
SOLO EXPOSTO	31,79	15,43	- 16,36
JUQUIRA	32,60	21,24	- 11,36
JUQUIRA NOVA	18,51	7,60	- 10,91
PASTO	5,66	36,97	+ 31,31
OUTRAS	11,44	18,76	+ 7,32
TOTAL	100,00	100,00	0,00

Nestas áreas (onde ocorre a piçarra) foram constatados problemas de germinação do colônio (Figura 5), embora a sementeira tivesse ocorrido em condições semelhantes a uma área adjacente, onde a germinação foi normal, ou seja, o mesmo lote de sementes, a mesma hora de plantio, sementeira e 250 mm de precipitação total. Os fatores variáveis foram o nível topográfico e a ocorrência de piçarra.

O problema de má-formação dessas pastagens acarretou o superpastoreio de certas áreas, com pastos melhores, determinando uma grande percentagem de exposição do solo. Isto, associado à presença de vertentes íngrimes, tem favorecido o início do processo de erosão em sulcos.

O problema de desmatamento em áreas inadequadas também foi constatado em outras agropecuárias, como o vale do Gurupi, que por ser mais antiga, já apresenta problemas de deslizamento e ravinamento.



Fig. 5 - Ocorrência de concreções ferruginosas.

3.3 - AGROPECUÁRIA PAGRISA - 16/06/1977

A Agropecuária Pagrisa foi selecionada para se verificar o efeito do tempo na degradação dos pastos, visto que se trata de uma das áreas mais antigas, com pastagens de mais de 8 anos de idade.

Durante o trabalho de campo verificou-se que se tratava de uma das pastagens que apresentava o mais alto nível de degradação.

A classificação automática da área desmatada, foi realizada segundo dois métodos e apresentou resultados distintos. O primeiro método consistiu da transferência de assinatura espectral da classe "pastagem", obtida na Agropecuária Cauaxi, para a classificação dos pastos da Agropecuária Pagrisa. O resultado obtido neste processo foi oposto ao resultado esperado, tendo em vista as observações de campo. Pela transferência de assinatura, mais de 60% da área da Pagri

sa foi classificada como "pastagem", quando deveria ter sido classificada como "juquira".

Através do segundo método foram coletadas amostras de treinamento, localizadas nas áreas sabidamente recobertas por juquira e obtiveram-se 3 classes de ocupação da área desmatada (Figura 6), apresentando resultados mais condizentes com a realidade (Tabela 6).

TABELA 6

CLASSES MAPEADAS NA AGROPECUÁRIA PAGRISA/1977

CLASSES	ÁREA EM ha
JUQUIRA	2879,00
SOLO EXPOSTO	73,00
PASTO	759,00

A explicação provável para esta diferença no resultado de classificação, pode ser encontrada no fato de que a juquira arbustiva, após certo tempo de ocupação, vai sendo substituída por um tipo predominantemente herbáceo (como por exemplo o sapê) que apresenta resposta espectral semelhante a do capim colômbio.

A discriminação entre esse tipo de juquira e a pastagem deverá ser feita através da análise temporal. A juquira não é afetada pelo pisoteio, ao passo que a pastagem tende a apresentar um índice mais elevado de exposição do solo com o pisoteio.

Os resultados da análise das imagens e trabalho de campo, permitem propor um modelo de degradação das pastagens (Figura 7), que será comprovado ou rejeitado nas etapas posteriores do trabalho.

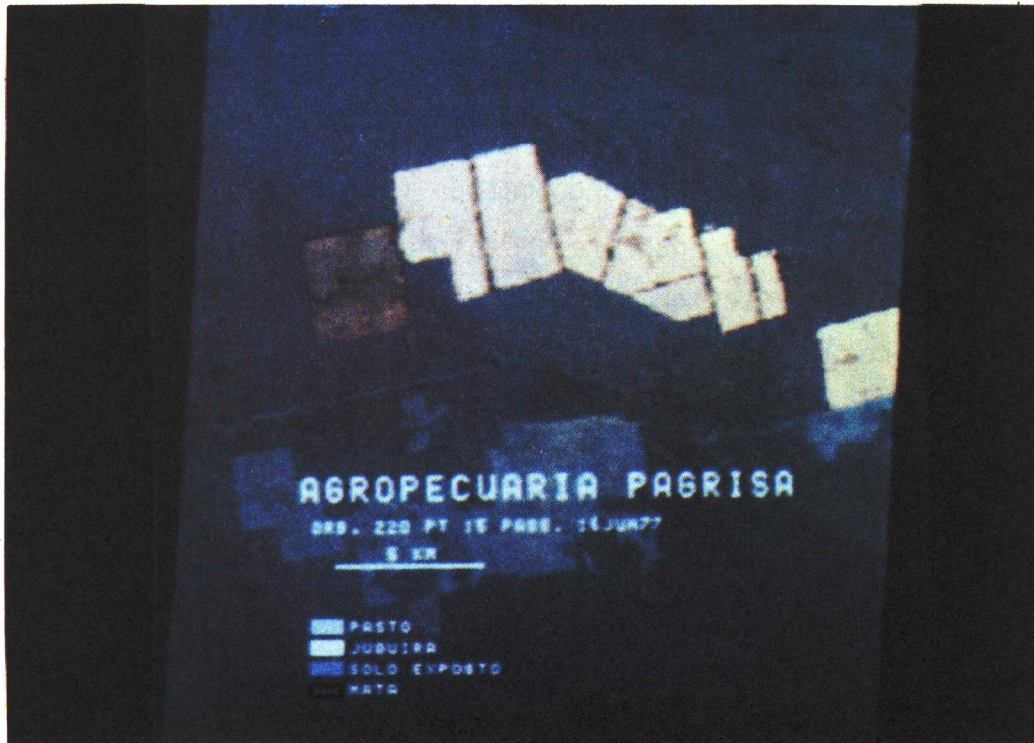


Fig. 6 - Classes de ocupações da área desmatada da Agropecuária PAGRISA.

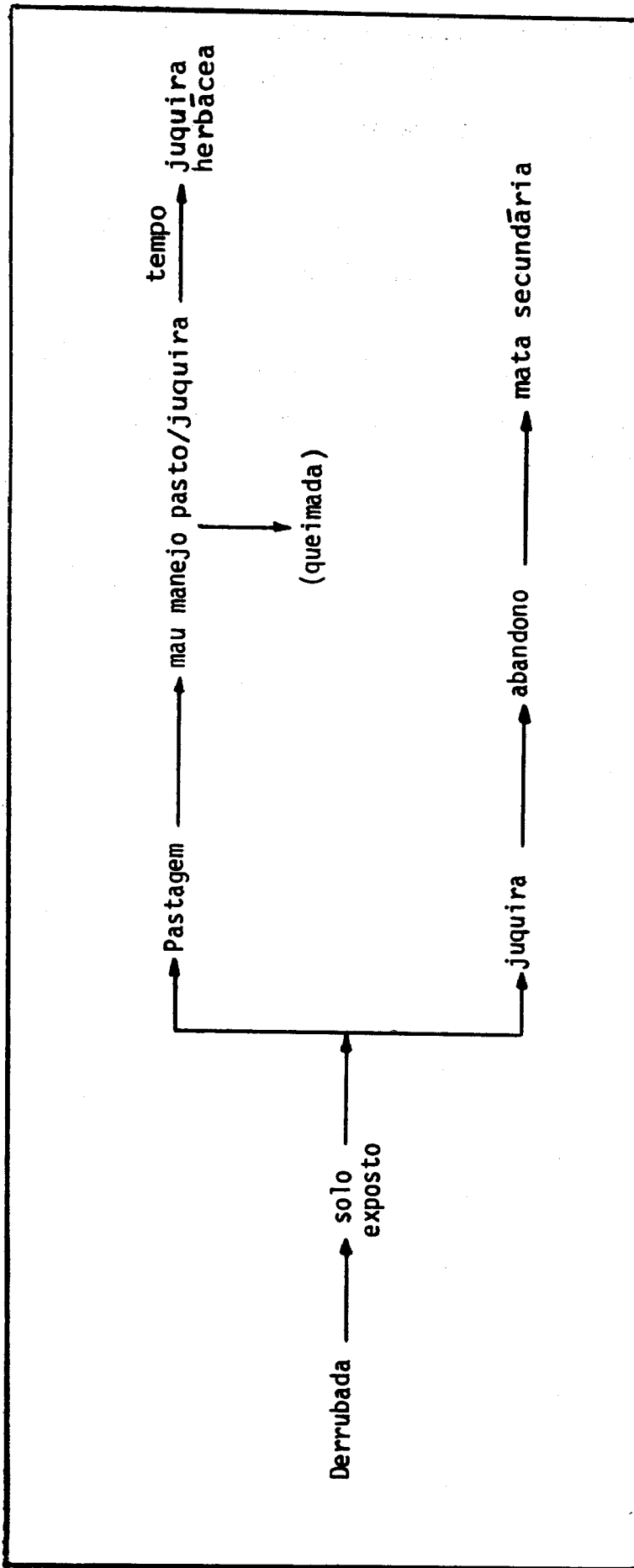


Fig. 7 - Modelo de Degradação das Pastagens.

BIBLIOGRAFIA

- [1] DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. *Levantamento de Recursos Naturais*: Folha SA-23 São Luiz e parte da Folha SA-24 Fortaleza. Rio de Janeiro, RADAM, 1973.
- [2] PANDOLFO, C. *A Floresta Amazônica Brasileira: Enfoque Econômico-Ecológico*. Belém, SUDAM, 1978.
- [3] VELASCO, F.R.D.; PRADO, L.O.C.; SOUZA, R.C.M. *Sistema MAXVER: Manual do usuário*. São José dos Campos, INPE, 1978. (INPE 1315-NTI/110).