

1. Publicação nº <i>INPE-4051-RPE/525</i>	2. Versão	3. Data <i>Nov., 1986</i>	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DSR</i>	Programa <i>FLORESTA</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>ANOMALIA</i> <i>XINGU</i>			
7. C.D.U.: <i>528.711.7:632(811.3)</i>			
8. Título <i>ANOMALIAS EM VEGETAÇÃO NA</i> <i>REGIÃO DO ALTO XINGU</i>		<i>INPE-4051-RPE/525</i>	10. Páginas: <i>39</i>
			11. Última página: <i>31</i>
			12. Revisada por  <i>Armando P. dos Santos</i>
9. Autoria <i>Flávio Jorge Ponzoni</i> <i>Pedro Hernandez Filho</i> <i>Antonio Tebaldi Tardin</i> <i>David Chung Liang Lee</i> <i>Roberto Pereira da Cunha</i> <i>Maria de Lourdes Bueno Trindade</i>			13. Autorizada por  <i>Marco Antonio Raupp</i> <i>Diretor Geral</i>
Assinatura responsável 			
14. Resumo/Notas <i>A análise de fotografias aéreas e imagens orbitais LANDSAT da região do Alto Xingu, no Estado do Mato Grosso, revelou a existência de áreas ocupadas por uma vegetação que apresentava um comportamento espectral diferente do apresentado pela vegetação circunvizinha. Algumas dessas áreas foram estudadas através de imagens multitemporais LANDSAT e fotografias aéreas infravermelhas. Os resultados desses estudos foram comparados com informações de campo, para o estabelecimento de hipóteses sobre as possíveis causas dessa diferença.</i>			
15. Observações			

ABSTRACT

The analysis of aerial photographs and LANDSAT images from Alto Xingu region in the State of Mato Grosso disclosed the existence of forest areas with an unusual spectral behaviour distinct from the surrounding vegetations. Some of those areas were studied through LANDSAT multitemporal images and infrared aerial photographs. The results of these studies was compared to field information in order to establish hypothesis about the possible causes of this abnormal spectral response.

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
LISTA DE FIGURAS	<i>v</i>
LISTA DE TABELAS	<i>vii</i>
<u>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</u>	1
<u>CAPÍTULO 2 - MATERIAL E MÉTODOS</u>	5
2.1 - Área de estudo	5
2.2 - Cartas planialtimétricas e imagens orbitais	7
2.3 - Fotografias aéreas	9
<u>CAPÍTULO 3 - MISSÃO DE CAMPO</u>	11
3.1 - Reconhecimento de campo e o primeiro dia de atividades (15/09/85)	11
3.2 - 2º dia de atividades (16/09/85)	15
3.3 - 3º dia de atividades (17/09/85)	17
3.4 - 4º dia de atividades (18/09/85)	18
3.5 - 5º e último dia de atividades (19/09/85)	20
<u>CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES</u>	21
4.1 - Mapa	21
4.2 - Análise temporal das imagens orbitais	21
4.3 - Análise das fotografias aéreas infravermelhas falsa-cor ...	23
4.4 - Trabalho de campo	24
4.4.1 - Cupins	24
4.4.2 - Limitações das observações do sub-bosque e composição flo rística	25
4.4.3 - Radiometria de campo	26
4.4.4 - Tribos indígenas	26
<u>CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</u>	29
<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	31

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
2.1 - Localização da área de estudo no contexto nacional	5
2.2 - Perfil esquemático da vegetação no contato do planalto dos Parecis com a depressão interplanáltica de Paranatinga	6
3.1 - Áreas visitadas pela equipe de campo	12
3.2 - Aspecto das cepas de duas árvores da espécie Louro Branco com seus cernes consumidos por cupins arbóreos	14
3.3 - Experimento que envolveu radiometria de campo	16
3.4 - Aspecto geral da área desmatada ocupada anteriormente por uma tribo indígena	17
3.5 - Aspecto da área regenerada após uma queimada	19

LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
2.1 - Cartas planialtimétricas utilizadas para localização das áreas anômalas	7
2.2 - Imagens Orbitais utilizadas	8
2.3 - Faixas amostrais de vôo adquiridas na missão de aerolevante	10
4.1 - Resultados da análise temporal quantitativa das áreas anômalas	22

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

As técnicas de sensoriamento remoto proporcionam significativas facilidades no estudo, avaliação e monitoramento de recursos naturais com vistas em sua exploração racional e minimização do impacto ecológico.

Especificamente quanto aos recursos florestais, o sensoriamento remoto tem auxiliado na identificação de povoamentos homogêneos ao nível de gênero, sua quantificação em termos de área ocupada, volume de madeira, ocorrência de doenças, etc. Quanto às florestas heterogêneas, muito pouco ainda se sabe sobre como extrair informações semelhantes a essas informações, dada sua complexidade estrutural. A ocorrência de danos nestas florestas é também um fator pouco estudado, limitando-se quase que exclusivamente à verificação de áreas atingidas por incêndios, sua quantificação e monitoramento. Outros tipos de ocorrências como doenças, ataques de insetos ou deficiência hídrica são um pouco difíceis de ser estudadas, dadas as suas limitações no tempo e no espaço (ocorrem muitas vezes em curtos espaços de tempo ou em áreas muito pequenas, não detectáveis pelos sensores). Adicionalmente são difíceis de ser constatados e comprovados, em virtude da falta de acesso às regiões comprometidas.

Puritch (1981) menciona que o sensoriamento remoto propiciou o desenvolvimento de valiosos procedimentos para detecção, identificação e estimativa de danos em áreas florestadas. A conceituação de dano pode ser muito abrangente. Essa abrangência foi indicada por Murtha (1973) como uma das principais causas do impedimento do desenvolvimento de novos procedimentos, visando a detecção de danos utilizando técnicas de sensoriamento remoto. O mesmo autor define dano como algum tipo e intensidade de um efeito em uma ou mais árvores, produzido por agentes externos que permanente ou temporariamente reduz o valor financeiro, prejudica ou remove a habilidade biológica de crescimento, reprodução ou ambos. Esta definição é muitas vezes confundida

com o conceito de estresse. Puritch (1981) menciona que o termo estresse tem sido usado para indicar a ação de forças externas que causam mudanças morfológicas e fisiológicas nas plantas; em outros casos, ele é usado para indicar essas próprias mudanças, ou seja, o efeito da ação de forças externas. Levitt (1972) citado por Puritch (1981), tentou resolver este problema em sua revisão sobre as respostas das plantas a agentes ambientais pelo uso da definição de estresse para desenvolver uma terminologia aplicável a organismos vivos. Estresse constitui as causas de uma anomalia, um efeito aparente na vegetação, o qual, dependendo da sua duração e da área abrangida, poderá ser detectado por sistemas sensores aerotransportáveis. Essa detecção é possível tanto na região visível do espectro eletromagnético, como em outras porções do espectro. Muitos pesquisadores salientam que o estresse hídrico causa um aumento na reflectância da planta nas regiões do infravermelho próximo e distante. No caso de plantas afetadas por ataques de insetos, este efeito é detectável na região do visível pelas rápidas mudanças em suas características morfológicas (perda de folhas, mudança de pigmentação, ou ambos (Puritch, 1981)). Da mesma forma podem se comportar árvores atacadas por fungos. Porém, a ação destes e de outros agentes patogênicos também ainda não foi bem estudada em florestas tropicais, não podendo ser excluída a possibilidade de sua detecção em outras regiões do espectro eletromagnético.

A região do Alto Xingu, no Estado do Mato Grosso, é composta predominantemente pelos tipos de vegetação: cerrado e floresta semidecidual (mesófila). Através da observação de imagens orbitais em papel (preto e branco) dessa região, foi verificada, especificamente na área ocupada pela floresta semidecidual, a existência de áreas com uma forma tendente para a circular e uma tonalidade mais clara do que a apresentada pela vegetação adjacente. Algumas incluíam círculos concêntricos que se alternavam em tonalidades claras e escuras. Estes padrões, foram associados a áreas ocupadas com vegetação anômala, denominadas neste trabalho áreas anômalas.

Braun (1969) realizou um trabalho nessa região utilizando fotografias aéreas pancromáticas de duas épocas distintas: 1943 (trimetrogon, oblíquas e verticais) e 1966 (verticais na escala de

1:60.000). Neste trabalho o autor notou que na maioria das fotografias de 1943 as áreas anômalas não estavam presentes, sendo observadas somente nas fotografias de 1966. O mesmo autor analisou essas fotografias estereoscopicamente e notou que as áreas anômalas variavam de tamanho e forma de uma área para outra. Algumas se originariam pelo amolecimento e posterior queda das folhas; outras se originariam da degenerescência da floresta com um espaçamento maior entre os indivíduos e o desenvolvimento de uma vegetação secundária. O autor admite ainda, pelas suas impressões oriundas da fotointerpretação, que essas áreas anômalas podem ter como causa a ação de insetos; faltou-lhe contudo uma comprovação de campo. O que ele constatou, portanto, foram efeitos cujas causas ainda não são conhecidas. Estes efeitos serão denominados anomalias, sem contudo ser obrigatoriamente sinônimo de doença, como normalmente é empregado.

Dentro deste contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar a utilização das imagens orbitais dos sensores MSS e TM na identificação, caracterização e quantificação de anomalias na vegetação de florestas tropicais. Além disso, será feito o acompanhamento do comportamento dessas áreas anômalas no período de 1973 a 1985, bem como a observação da fisionomia dessas áreas, durante visita ao campo, para identificar possíveis diferenças entre elas e as áreas não-anômalas.

CAPÍTULO 2

MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está compreendida entre as coordenadas 51° a 54° de longitude oeste e 11° a $13^{\circ}30'$ de latitude sul, no Estado do Mato Grosso, e abrange as cabeceiras do rio Xingu (Figura 2.1).



Fig. 2.1 - Localização da área de estudo no contexto nacional.

O regime climático da região é marcado por 4 a 5 meses secos (maio a setembro); as temperaturas anuais variam de 20^o a 26^oC de acordo com a altitude, e as precipitações médias anuais variam de 1800mm, no Alto do Xingu, para 1200mm no leste e sudeste da área. A vegetação está compreendida integralmente na zona neotropical, sobressaindo diversas fisionomias das regiões fitoecológicas da savana (Cerrado), floresta estacional semidecidual e floresta estacional decidual, além de áreas de tensão ecológica (Contatos) (DNPM, 1981a).

As áreas anômalas aparecem bastante evidentes no planalto dos Parecis (Figura 2.2), próximas aos formadores do rio Xingu (rios Coluene e Sete de Setembro). Neste planalto estão as maiores extensões contínuas de floresta Ombrófila aberta com a floresta estacional semidecidual.

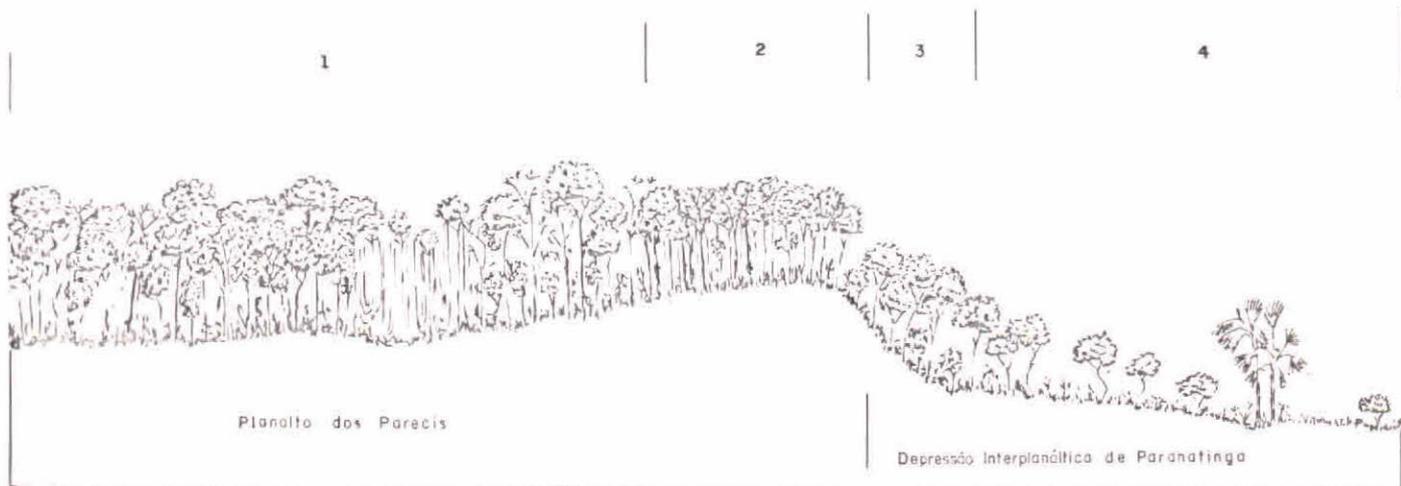


Fig. 2.2 - Perfil esquemático da vegetação no contato do planalto dos Parecis com a depressão interplanáltica de Paranatinga.

- 1) Enclaves de floresta estacional semidecidual/floresta ombrófila aberta. 2) Ecótono (mistura) savana/floresta estacional. 3) Savana arbórea densa. 4) Savana arbórea aberta e savana parque (DNPM, 1981b).

Este contato ocorre em forma de encrave com a floresta estacional, aonde são encontrados muitos agrupamentos de árvores caducifólias com perda total ou parcial das folhas (DNPM, 1981b). Nestas áreas, os desmatamentos são comuns e a agropecuária é a atividade em maior desenvolvimento pela implantação de pastagens artificiais de capim colômbio. Muitas delas são abandonadas, propiciando o desenvolvimento de vegetação secundária. Segundo o relato de naturalistas do século passado, a cobertura vegetal das áreas que sofreram intervenção humana (antrópicas) é hoje muito diferente da anterior. Isso pode também ser constatado por testemunhos florestais remanescentes. Segundo DNPM (1981b) a devastação da área teve início no século passado, tendo como causa principal o avanço da agropecuária, intensificada pela abertura da BR-153.

2.2 - CARTAS PLANIALTIMÉTRICAS E IMAGENS ORBITAIS

Foram utilizadas cartas planialtimétricas na escala de 1:250.000 para facilitar a localização das áreas anômalas. A Tabela 2.1 relaciona as cartas utilizadas

TABELA 2.1

CARTAS PLANIALTIMÉTRICAS UTILIZADAS PARA LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS ANÔMALAS

DENOMINAÇÃO	REFERÊNCIA	ÓRGÃO	ANO
CASCALHEIRA	MIR 342	IBGE	1983
CANARANA	MIR 359	IBGE	1983
LAGOA DO ITAVONUNU	SD 22-V-A	DSG	1983
GARAPU	SD 22-V-C	DSG	1983

A identificação e posterior plotagem das áreas anômalas nas cartas foram feitas tomando como referência imagens orbitais do sensor TM (canal 4) na escala de 1:500.000 nas órbitas/ponto e datas de passagens: 225/68 e 225/69 de 10/08/84; 224/68 e 224/69 de 03/08/84.

Como as cartas planialtimétricas se encontravam na escala de 1:250.000 e as imagens na escala de 1:500.000, a compatibilização destas escalas foi feita através de um instrumento de restituição planimétrica aproximada do tipo câmara clara (ZTS- Zoom Transferscope da Baush & Lomb).

Para o estudo da variação temporal foram utilizadas as seguintes imagens orbitais (Tabela 2.2):

TABELA 2.2

IMAGENS ORBITAIS UTILIZADAS

ÓRBITA/PONTO	DATA	SENSOR	CANAL	ESCALA
248/21	18/07/73	MSS	7	1:500.000
248/21	14/06/76	MSS	7	1:500.000
248/21	18/06/77	MSS	7	1:500.000
224/29	03/08/84	TM	4	1:500.000
224/29	06/08/85	TM	4	1:250.000

As áreas anômalas foram quantificadas através do uso de uma grade milimetrada colocada sobre as imagens orbitais das 5 datas individualmente, correspondendo cada célula a uma área de 0,25ha no terreno.

A escolha dos canais 7 para o sensor MSS e 4 para o TM é justificada pelo fato de que as áreas anômalas são mais facilmente identificáveis na faixa espectral do infravermelho.

2.3 - FOTOGRAFIAS AÉREAS

No período compreendido entre os dias 13 e 20/09/1985, foi realizada pela equipe de aerolevanteamento do INPE uma missão de aerolevanteamento na área de estudo, constituída por vôos amostrais que utilizaram filme infravermelho colorido, com o objetivo de compatibilizar as informações contidas nas fotografias aéreas com as contidas nas imagens orbitais. Foram fotografadas 5 faixas amostrais, num total de aproximadamente 100 fotografias na escala de 1:15.000. As faixas foram escolhidas para cobrir a maior extensão possível de áreas anômalas.

As fotografias foram analisadas estereoscopicamente, buscando-se observar a tipologia das regiões anômalas em contraste com a apresentada pelas regiões não-anômalas, identificando seus limites.

As faixas foram assim distribuídas (Tabela 2.3):

TABELA 2.3

FAIXAS AMOSTRAIS DE VÔO ADQUIRIDAS NA
MISSÃO DE AEROLEVANTAMENTO

FAIXA	CARTA DE REFERÊNCIA	NÚMERO DE FOTOS	OBSERVAÇÕES
1	CASCALHEIRA	34	Sobre a BR 80, inicia na Fazenda Gua <u>peva</u> ao sul até a Fazenda São João.
2	CASCALHEIRA	22	Inicia na Fazenda Reunidas a noroes <u>te</u> até próximo à Fazenda Sema.
3	LAGOA DO ITAVONUNU	17	Inicia próximo à Fazenda Lagoa Doura <u>da</u> a noroeste até perto da lagoa Bi <u>co Doce</u> .
4	LAGOA DO ITAVONUNU	10	Inicia sobre o rio Xingu, próximo ao córrego Dourado.
5	GARAPU	11	Inicia próximo a Garapu a noroeste até o córrego Água limpa.

CAPÍTULO 3

MISSÃO DE CAMPO

No mesmo período em que foi realizada a missão de aero levantamento (13/09 a 20/09/85), foi realizada também uma missão de campo com o principal objetivo de observar "in loco" a fisionomia das áreas anômalas e não-anômalas, em busca de possíveis diferenças em termos de tipologia, composição florística, bem como a presença de algum agente patogênico ou predador (insetos, fungos, bactérias, etc.) que estivesse atuando de forma mais intensiva numa ou noutra área.

A intenção era visitar o maior número possível de áreas anômalas, mas devido às limitações de tempo e à dificuldade no deslocamento via terrestre, o trabalho de campo se restringiu somente às regiões de atuação das agropecuárias Tanguro, Rio Darro e Jaú (Figura 3.1).

3.1 - RECONHECIMENTO DE CAMPO E O PRIMEIRO DIA DE ATIVIDADES (15/09/85)

Para facilitar a orientação do trabalho de campo, a equiipe utilizou imagens orbitais nos canais 3 e 4 do sensor TM, datadas de 03/08/84, na órbita ponto 224/69, bem como de conhecimentos sobre a região de um topógrafo prático que presta serviços às agropecuárias Tanguro e Rio Darro.

Inicialmente foi feita uma caminhada de aproximadamente 4km (Figura 3.1) numa picada aberta na mata que atravessava áreas anômalas e não-anômalas. Procurou-se observar o número de estratos da vegetação, a densidade do sub-bosque quando presente, a densidade das copas do estrato superior e sua variação em altura, a existência de insetos em atitude predatória na vegetação, e algo que estivesse presente na área anômala e ausente na área não-anômala, ou vice-versa.

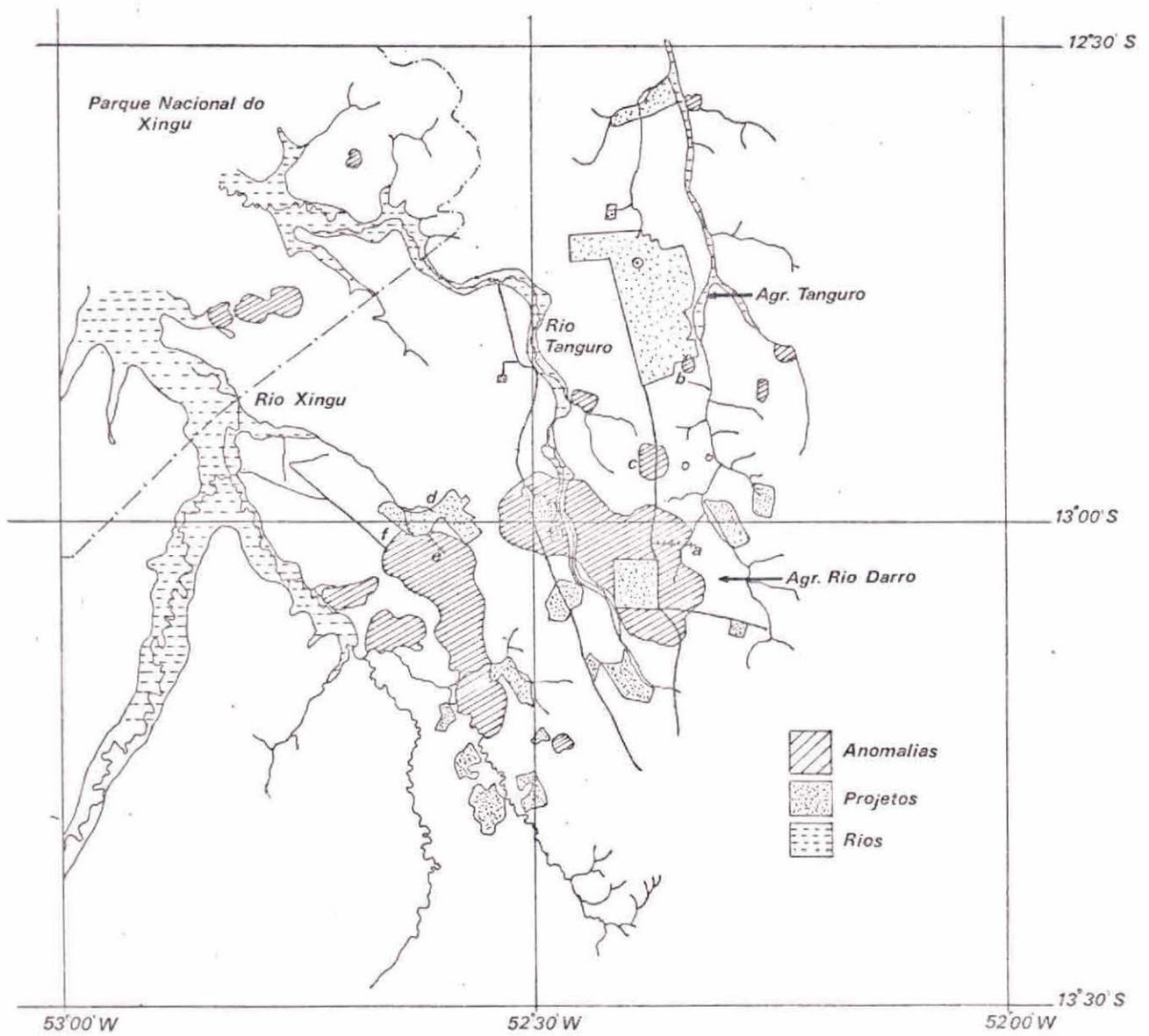


Fig. 3.1 - Áreas visitadas pela equipe de campo.

O fato que mais chamou a atenção da equipe foi a existência de muitas árvores atacadas por cupins arbóreos, ataque esse que aparentemente era mais intenso na área anômala. As árvores dominantes pareciam ser as mais atacadas, o que foi constatado em árvores recém derrubadas, que apresentaram seus cerne consumidos pelos cupins e preenchidos com solo. A Figura 3.2 mostra a cepa de duas árvores de grande porte (Louro Branco) com seus cerne totalmente consumidos.

Notou-se ainda que as copas das árvores atacadas eram pouco desenvolvidas em relação às não-atacadas, e ao longo da incursão pela picada o sub-bosque apresentava variações de densidade, ao mesmo tempo que o estrato superior apresentava também variações em altura e em composição florística.

Observando a Figura 3.1, letra "a", nota-se que a área anômala apresenta seu limite coincidente com o traçado de um riacho. Conforme informações do topógrafo que acompanhou a equipe, na época das chuvas esse riacho apresenta um aumento considerável em seu volume, que normalmente inunda sua adjacência. Atravessando a margem da região não-anômala, a equipe notou que esta possuía um solo mais úmido, e o ataque dos cupins aos elementos arbóreos parecia ser menos evidente, dando a impressão de um estágio inicial de ataque.



Fig. 3.2 - Aspecto das cepas de duas árvores da espécie Louro Branco com seus cernes consumidos por cupins arbóreos.

3.2 - 29 DIA DE ATIVIDADES (16/09/85)

Foram coletadas informações radiométricas das áreas anômalas e não-anômalas com o objetivo de constatar possíveis diferenças entre suas características espectrais. Para tanto, foi utilizado um radiômetro ISCO no intervalo espectral compreendido desde o visível (380 μ m) até o infravermelho refletido (1550 μ m).

O ideal seria que essas informações fossem coletadas de uma plataforma situada sobre as áreas anômalas e não-anômalas para que as informações coletadas fossem representativas. Infelizmente isso não foi possível dadas as limitações de tempo e recursos financeiros, que obrigaram a equipe a tentar uma simulação do que seria cada uma das áreas em termos de cobertura vegetal, considerando uma única espécie. A espécie escolhida foi o Louro Branco, por ser abundante em ambas as áreas.

O trabalho teve início com a derrubada de um exemplar de Louro Branco que ocupava o estrato superior e estava completamente atacado por cupins na área anômala. Suas folhas foram cortadas para a obtenção das informações radiométricas. Posteriormente a equipe se deslocou para uma área não-anômala, repetindo a mesma operação com um exemplar da mesma espécie, que ocupava o mesmo estrato, mas que não se encontrava atacado por cupins. O radiômetro foi colocado sobre a carroceria de um caminhão e procedeu-se às leituras (Figura 3.3).

As leituras tiveram início às 8:45h, que é o horário aproximado da passagem do satélite LANDSAT. Além das leituras de irradiância do material coletado, foram feitas simultaneamente leituras da irradiância atmosférica e medido, cerca de 8 vezes, o ângulo de inclinação solar.

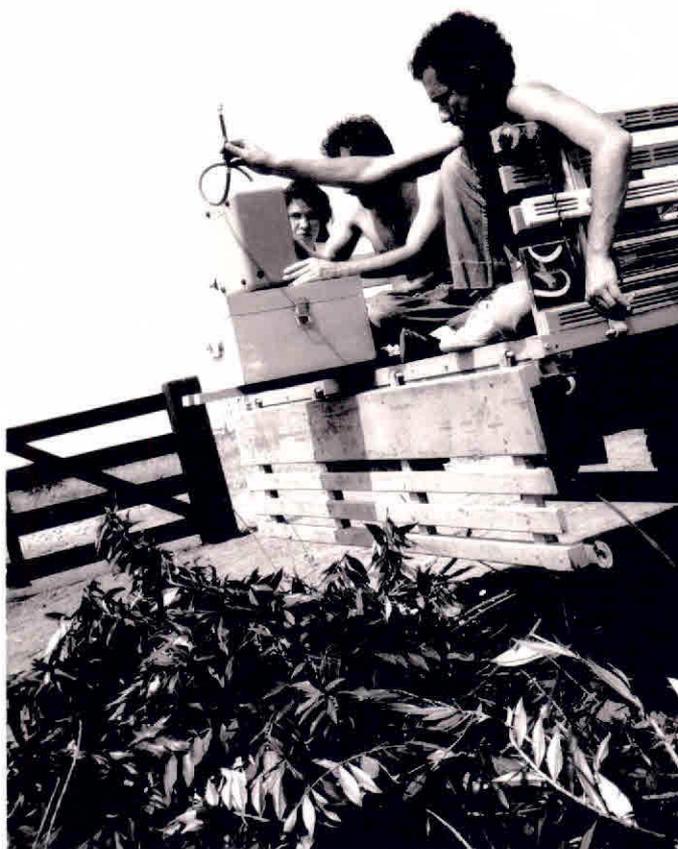


Fig. 3.3 - Experimento que envolveu radiometria de campo.

Concluída essa tarefa experimental, foi visitada a área "b" indicada na Figura 3.1, a qual se encontrava parcialmente desmatada para posterior plantio. Segundo informações locais anteriormente essa área teria sido ocupada por uma tribo indígena. Foram observados restos de cerâmica que indicam a existência de utensílios indígenas em quase toda a área desmatada. Alguns exemplares foram coletados para posterior confirmação de suas origens e idade. A Figura 3.4 ilustra um aspecto geral da área em questão.



Fig. 3.4 - Aspecto geral da área desmatada ocupada anteriormente por uma tribo indígena.

Observando externamente o dossel, notou-se que a área anômala era significativamente composta por indivíduos mais baixos, o que sugere a formação de uma vegetação secundária oriunda de um corte ou queimada efetuado possivelmente pelos índios.

3.3 - 3ª DIA DE ATIVIDADES (17/09/85)

Durante este dia de atividade procedeu-se à coleta de material botânico e entomológico (Figura 3.1). Foi coletado o maior número possível de exemplares dos vários estratos, os quais foram identificados pelo seus nomes vulgares por parte do topógrafo que acompanhou a equipe. Depois de coletado, o material botânico foi prensado para posterior identificação. Quanto ao material entomológico, foram coletados muito cupins, até mesmo o substrato (solo) usado no preenchimento dos cernes das árvores.

Observando a imagem orbital utilizada no auxílio à orientação da equipe, notou-se um padrão diferente de área anômala, constituído por uma mancha aproximadamente circular com uma tonalidade mais escura em relação às demais. Segundo informações locais nessa área, houve um incêndio oriundo da perda de controle da queima de leiras existentes em áreas desmatadas em fase de limpeza para o plantio.

Caminhando dentro dessa área anômala, a equipe constatou a existência de inúmeros restos de material queimado, como troncos semicarbonizados, árvores chamuscadas e sem folhas, etc. Na oportunidade, houve a incidência de uma forte chuva, acompanhada de ventos fortes que ocasionaram a queda de uma árvore do estrato superior, muito próximo ao local aonde se situava a equipe. Foi observado ainda que o dossel era constituído por elementos mais finos que as demais áreas visitadas, o que caracteriza uma vegetação secundária. Ainda nesta mesma área foi constatada a presença de cupins arbóreos em quantidade semelhante à das demais áreas anômalas visitadas.

A Figura 3.5 mostra um aspecto da área visitada.

3.4 - 4º DIA DE ATIVIDADES (18/09/85)

A área "d" indicada na Figura 3.1 representa a região de atuação das agropecuárias Jaú e Volelo, que apresentavam áreas anômalas de fácil acesso. Próxima a uma área desmatada, dentro da agropecuária Jaú, foi visitada uma área anômala na qual foram observados sintomas semelhantes aos encontrados na agropecuária Tanguro, tais como: ataque de cupins arbóreos e a própria morfologia da vegetação (Figura 3.1e). Ao longo da estrada que margeia a mata, notou-se a alternância da cor dos solos e a existência de depressões no terreno onde a mata se mostrava mais fechada, com um sub-bosque exuberante e ausência quase total de árvores caídas.



Fig. 3.5 - Aspecto da área regenerada após uma queimada.

A equipe visitou ainda uma segunda área, indicada pela letra "f", na Figura 3.1, próxima à reserva indígena do Xingu. Deslocando-se por uma estrada que atravessava uma área anômala até atingir outra não-anômala, a equipe procurou notar o local de transição, que na imagem se apresentava de maneira bastante abrupta. Através de um controle de quilometragem, a equipe conseguiu chegar a este local, já que visualmente não se conseguiu notar diferença significativa. Ao longo do percurso, notou-se que a mata se apresentava, de maneira bem geral, impenetrável, dada a densidade do sub-bosque e a presença de lianas e cipós. De maneira geral o solo era mais argiloso do que o existente na região da agropecuária Tanguro, mantendo ainda variações da cor ao longo da estrada. Na oportunidade foram coletadas algumas amostras destes solos, que foram acondicionados em sacos plásticos. O solo

presente na área anômala tinha uma coloração mais clara, apresentando uma transição entre o latossolo vermelho-escuro e o latossolo vermelho-amarelo. A área não-anômala apresentou um solo mais escuro, aparentemente latossolo vermelho-escuro.

3.5 - 5º E ÚLTIMO DIA DE ATIVIDADES (19/09/85)

De volta às agropecuárias Tanguro e Rio Darro, foram feitas incursões nos locais já visitados para proceder à coleta de material botânico e edáfico. O material botânico constituiu-se somente de folhas de indivíduos situados nos vários estratos das áreas anômalas e não-anômalas. Árvores atacadas por cupins também tiveram algumas de suas folhas coletadas para posterior identificação. A condição ideal seria que também as flores pudessem ser coletadas; porém, devido a época do ano, a maioria das espécies não apresentavam floração, a não ser alguns elementos do sub-bosque. Quanto à coleta de solos, procurou-se observar as ondulações do terreno e as mudanças de coloração que podiam ser constatadas, procedendo-se à coleta nos locais considerados mais significativos.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 - MAPA

Foi confeccionado um mapa utilizando-se as cartas planialtimétricas citadas no Capítulo 2 e imagens orbitais do sensor TM do ano de 1984, que contêm a distribuição espacial das áreas anômalas dentro da área de estudo. Este mapa encontra-se em fase de acabamento para posterior publicação.

4.2 - ANÁLISE TEMPORAL DAS IMAGENS ORBITAIS

O monitoramento do comportamento das áreas anômalas foi realizado através da utilização das imagens orbitais citadas na Seção 2.2.

Devido a problemas de variação da órbita do satélite, foi avaliada uma área de 1.211.714ha, comum a todas as passagens utilizadas.

A princípio pensava-se que poderiam ser distinguidos visualmente diferentes tipos de áreas anômalas, ou seja, padrões diferentes de tonalidade, forma e textura. Considerando uma única passagem, estes padrões poderiam ser distinguidos; porém, devido à natureza dinâmica da vegetação, à mudança dos detetores dos sensores a bordo dos satélites, às diferenças nos processamentos eletrônico e fotográfico das imagens multitemporais, às variações das condições atmosféricas, etc., eles não se comportaram da mesma forma de uma imagem para outra; por isso foi desconsiderada a possibilidade de diferenciação entre áreas anômalas.

A determinação da área total ocupada pelas áreas anômalas foi realizada conforme procedimento descrito na Seção 2.2. A seguir tem-se a Tabela 4.1, que contêm os resultados encontrados em cada data considerada, seguidos do percentual relativo a área total de estudo.

TABELA 4.1

RESULTADOS DA ANÁLISE TEMPORAL QUANTITATIVA
DAS ÁREAS ANÔMALAS

ANO	TOTAL (ha)	% EM RELAÇÃO À ÁREA TOTAL
		(1.211.714ha)
1973	42.725	3,6%
1976	59.375	4,9%
1977	81.525	6,7%
1984	74.050	6,1%
1985	77.387	6,4%

A imagem de 1985 do sensor TM, na escala de 1:250.000, foi usada para verificar se haveria alguma melhora significativa nos trabalhos de interpretação e quantificação, o que não foi constatado para o caso específico da área de estudo considerada. As imagens do sensor MSS (1973, 1976 e 1977) apresentaram as áreas anômalas com um contraste ligeiramente maior do que as do sensor TM (1984 e 1985). Isso se deve à diferença existente nas faixas espectrais de atuação dos canais 7 (0,8 a 1,1 μ m) e 4 (0,76 a 0,9 μ m) dos sensores MSS e TM, respectivamente. Áreas florestadas observadas pelo sensor TM, no canal 4, apresentam-se com uma tonalidade bastante clara, chegando quase a se confundir com as áreas anômalas. A diferença nas resoluções espaciais dos sensores foi importante na comprovação da existência de anéis concêntricos em algumas áreas anômalas que apareciam nas imagens MSS/LANDSAT.

4.3 - ANÁLISE DAS FOTOGRAFIAS AÉREAS INFRAVERMELHAS FALSA-COR

A missão de aerolevanteamento foi realizada em meados do mês de setembro de 1985, período este não muito propício para este tipo de atividade, dada a presença de uma forte bruma seca na região, que obrigou a aeronave a diminuir a altura de vôo e, conseqüentemente, a aumentar a escala das fotografias, que ficou fixada em 1:15.000.

Devido à grande escala, a diferenciação entre áreas anômalas e não-anômalas não foi tão evidente quanto se esperava; contudo, a análise estereoscópica de alguns pares de fotografias, especialmente da faixa 4, revelou alguns aspectos interessantes. Esta faixa possuía as áreas anômalas mais facilmente identificáveis, dada a semelhança destas com as apresentadas nas imagens. Verificou-se que, de maneira geral, as áreas anômalas apresentavam um dossel ligeiramente mais baixo do que as áreas não-anômalas, ainda com a presença de alguns indivíduos emergentes, dos quais a maioria estavam completamente sem folhas, o que caracteriza a floresta semidecidual. A observação do sub-bosque nestas áreas foi bastante prejudicada, dada a densa camada de folhas constituída pelos elementos do estrato secundário, o que não acontece nas áreas não-anômalas, onde existe maior heterogeneidade na altura das árvores como um todo.

Quanto à tonalidade, as áreas anômalas apresentaram-se com um vermelho mais intenso e com uma textura mais uniforme em relação às áreas não-anômalas, o que pode ter sido causado pela relativa uniformidade na altura das árvores. A ocorrência de árvores com alturas diferentes induz a formação de sombras que alteram a tonalidade das fotografias.

Aparentemente não se notou nenhuma correlação entre o relevo ou corpos d'água e as áreas anômalas, a não ser em algumas fotografias da faixa 4, onde as regiões anômalas começavam exatamente no alto de um platô que se destacava abruptamente no terreno.

As demais faixas apresentaram os mesmos padrões nas áreas anômalas, com evidências de variações na composição florística. Algumas delas possuíam igualmente um estrato secundário sem folhas. Em nenhuma das fotografias, contudo, foi verificada a presença de anéis, ou círculos concêntricos, o que pode ter sido causado pela escala que não foi a mais apropriada para este tipo de observação.

4.4 - TRABALHO DE CAMPO

4.4.1 - CUPINS

O que mais se destacou no trabalho de campo foi a presença de cupins arbóreos, mais intensamente nas regiões anômalas. Tal fato não foi comprovado estatisticamente, já que não foi estabelecido nenhum procedimento neste sentido.

Em conversa com especialistas da biologia destes insetos, foi discutida a possibilidade de que um ataque intenso pudesse modificar as características fisiológicas dos vegetais, consequentemente alterando suas assinaturas espectrais. Tal suposição não foi desconsiderada; entretanto, não se tem notícia de nenhum trabalho científico que aborde esse tema. Foi sugerido ainda que, na possibilidade de outros trabalhos de campo na área, cupins representantes das várias castas de uma mesma espécie fossem coletados para posterior identificação e que fosse definido nas regiões anômalas e não-anômalas um procedimento estatístico para determinar o número de árvores atacadas em ambas as áreas a fim de estipular um índice ou grau de infestação.

Através de um questionário simplificado enviado a outras agropecuárias que atuam na região de estudo, constatou-se que em todas o nível de aproveitamento de madeiras da região é muito baixo, e a causa dessa baixa utilização são os danos causados pelos cupins. Isso indica que, de maneira geral, estes insetos se encontram dispersos em toda a região; resta saber se existe alguma diferença significativa entre sua presença nas áreas anômalas e não-anômalas.

A existência dos anéis concêntricos poderia ser explicada pelas diferenças estacionais na atividade biológica dos cupins. Haveria uma época do ano em que o ataque dos cupins seria mais intenso do que em outras, e os insetos migrariam de um ponto inicial para todas as direções. Esta teoria, entretanto, não foi discutida, pois faltam dados científicos que a comprovem.

4.4.2 - LIMITAÇÕES DAS OBSERVAÇÕES DO SUB-BOSQUE E COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA

Em todas as incursões que foram feitas na mata, a equipe procurou coletar informações, mesmo visualmente, tentando correlacioná-las com as contidas nas imagens.

Através da utilização da imagem do canal 4 do sensor TM para a orientação no campo, a equipe procurou continuamente se posicionar geograficamente ao longo do percurso. As referências mais consideradas foram rios, estradas e os próprios anéis apresentados pelas áreas anômalas. Mesmo considerando essa facilidade, o caráter subjetivo das observações não permitiu um estabelecimento seguro destas correlações.

As observações do sub-bosque, por exemplo, limitaram-se somente à sua densidade "medida" principalmente pela dificuldade de penetração no deslocamento da equipe. Quanto à composição florística dos vários estratos, as observações se limitaram à presença ou ausência de uma família (Melastomataceae), principalmente nos estratos herbáceo e secundário, bem como à identificação de indivíduos do estrato superior. Todas as informações foram obtidas de forma não-sistemática, já que a missão de campo não dispunha de tempo e nem mesmo de conhecimento prévio sobre quais informações coletar. O objetivo do trabalho de campo foi realmente obter subsídios para a realização de trabalhos futuros.

4.4.3 - RADIOMETRIA DE CAMPO

A Seção 3.3 descreve resumidamente um experimento com o objetivo de obter curvas do comportamento espectral das vegetações anômalas e não-anômalas. Não se têm ainda resultados conclusivos sobre os dados de radiometria de campo, pois eles se encontram em fase de processamento.

A localização das áreas anômalas e não-anômalas foi relativamente fácil de ser efetuada. A primeira dúvida foi referente a que indivíduo escolher para extrair as folhas para posterior medição com o radiômetro. Outras dúvidas vieram em decorrência: qual o sintoma que este indivíduo deveria apresentar, caso este fosse proveniente de uma área anômala? Seria este sintoma o responsável pelo aparecimento das áreas anômalas nas imagens? Apenas um indivíduo seria suficiente? Uma só espécie seria considerada? De que estrato este indivíduo deveria ser proveniente? Como não havia respostas convincentes e seguras para essas perguntas optou-se por escolher dois indivíduos da espécie Louro Branco; um deles foi proveniente de uma área anômala atacada por cupins e o outro foi proveniente de uma área não-anômala e não-atacada por cupins.

Uma possível opção para um experimento dessa natureza seria a construção de torres com altura superior ao estrato emergente, colocadas em ambas as áreas. Do alto das torres seriam feitas as medições radiométricas da vegetação. Desta forma os dados coletados seriam o resultado de uma integração de fatores (espécies, alturas diferentes, etc.) que se tornam mais consistentes e mais próximos dos adquiridos pelo satélite. Além disso, helicópteros ou pequenos aviões poderiam ser utilizados neste tipo de experimento.

4.4.4 - TRIBOS INDÍGENAS

Foram feitos contatos preliminares com arqueólogos da Universidade de São Paulo - USP, através das quais constatou-se a possibilidade de o sensoriamento remoto vir a contribuir como uma ferr

enta na localização de sítios arqueológicos. Algumas áreas anômalas visíveis nas imagens podem ser associadas à ação de tribos indígenas.

Para o caso específico dos índios da região estudada, através de informações locais, constatou-se que algumas tribos são nômades. O local abandonado por elas apresenta uma modificação na composição florística em decorrência do processo de regeneração. Dependendo do tamanho da clareira aberta na mata pelos índios, haverã procesos diferentes de regeneração, que tendem a recompor a floresta original (Richards, 1981).

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Tanto as imagens do MSS com as do TM se mostraram eficientes na avaliação das áreas anômalas, não sendo constatadas diferenças significativas entre elas neste trabalho.

De acordo com as experiências obtidas no desenvolvimento deste trabalho, seguem-se algumas sugestões para trabalhos futuros.

- 1) *Aquisição de imagens orbitais:* Para o caso do estudo multitemporal, é preferível que as imagens sejam de qualidade bastante uniforme para uma comparação o mais segura possível entre as áreas anômalas. Havendo a possibilidade de um acompanhamento do processamento fotográfico na confecção das imagens, somar-se-iam fatores que contribuíram para essa uniformidade.
- 2) *Caracterização das vegetações anômalas e não-anômalas:* Identificar: a) diferença em suas fisionomias, através da localização de parcelas com área e distribuição previamente estabelecidas, onde seriam coletadas informações sobre diâmetro e altura dos indivíduos; b) presença de elementos sensíveis a pequenas variações ambientais, como lianas, epífitas, musgos e líquens; c) composição florística dos vários estratos (famílias predominantes); contagem de árvores atacadas por cupins e outros insetos, etc.
- 3) *Processamento automático na avaliação das áreas anômalas:* As técnicas de processamento automático permitem maior flexibilidade na averiguação de escalas diferentes. As áreas anômalas poderiam ser observadas e quantificadas em diferentes escalas na tentativa de conhecer em quais escalas tais áreas são melhor estudadas. Algoritmos de classificação automática constituem também outra possibilidade em seu monitoramento ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAUN, E.H.G. Ocorrências singulares na fitofisionomia da região do Alto Xingu-Araguaia. *Revista Brasileira de Geografia*, (4): 129-140, 31 out/dez., 1969.
- MURTHA, P.A. Remote sensing and vegetation damage: a theory for detection and assessment. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 44(sf): 1147-1158.
- PROJETO RADAMBRASIL. *Folha SC.22 Tocantins*. Rio de Janeiro, DNPM, 1981a (Levantamento de Recursos Naturais, 22).
- PROJETO RADAMBRASIL. *Folha SD.22 Goiás*. Rio de Janeiro, DNPM, 1981b. (Levantamento de Recursos Naturais, 25).
- PURITCH, G.S. *Nonvisual remote sensing of trees affected by stress: a review*. Victoria, Canada, Canadian Forestry, 1981 (Forestry Technical Report, 30).
- RICHARDS, P.W. *The tropical rain forest*. Cambridge, MA, Cambridge University, 1981.

PROPOSTA PARA PUBLICAÇÃO

DATA

IDENTIFICAÇÃO	TÍTULO	
	Anomalia em vegetação na região do Alto Xingu	
	AUTORIA	PROJETO/PROGRAMA
	Flávio Jorge Ponzoni ✕ Pedro Hernandez Filho ✕ Antonio Tebaldi Tardin David Chung Liang Lee Roberto Pereira da Cunha Maria de Lourdes Bueno Trindade	Floresta
	DIVISÃO	DEPARTAMENTO
	DDM	DSR
DIVULGAÇÃO <input type="checkbox"/> EXTERNA <input checked="" type="checkbox"/> INTERNA MEIO: <u>RPE</u>		

REVISÃO TÉCNICA	REVISOR TÉCNICO	APROVADO: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> VER VERSO		APROVAÇÕES
	Armando Pacheco dos Santos	DATA	CHEFE DIVISÃO	
	RECEBI EM: _____ REVISADO EM: _____	APROVADO: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> VER VERSO		
	OBSERVAÇÕES: <input type="checkbox"/> NÃO HÁ <input checked="" type="checkbox"/> VER VERSO	DATA	CHEFE DEPARTAMENTO	
	DEVOLVI EM: <u>0-1-86</u> ASSINATURA			

REVISÃO DE LINGUAGEM	Nº: <u>30</u> PRIORIDADE: <u>2</u> DATA: <u>10.01.86</u>	O(S) AUTOR(ES) DEVE(M) MENCIONAR NO VERSO, OU ANEXAR NORMAS E/OU INSTRUÇÕES ESPECIAIS		DATILOGRAFIA
	REVISADO <input type="checkbox"/> COM <input type="checkbox"/> SEM CORREÇÕES <input type="checkbox"/> VER VERSO	RECEBIDO EM: <u>22.07.86</u>		
	POR: <u>Paula M. de Carvalho</u> DATA: <u>3.4.86</u> ASSINATURA	CONCLUÍDO EM: <u>26.08.84</u>		
		DATILÓGRAFA: <u>Custina</u> ASSINATURA		

PARECER			
FAVORÁVEL: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> VER <input type="checkbox"/> VERSO	DATA	RESPONSÁVEL/PROGRAMA

EM CONDIÇÕES DE PUBLICAÇÃO EM: _____ AUTOR RESPONSÁVEL _____

AUTORIZO A PUBLICAÇÃO: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
DIVULGAÇÃO <input type="checkbox"/> INTERNA <input type="checkbox"/> EXTERNA MEIO: _____
OBSERVAÇÕES: _____
DATA _____ DIRETOR _____

SEC	PUBLICAÇÃO: <u>4051 RPE/105</u> PÁGINAS: _____ ÚLTIMA PÁGINA: _____
	CÓPIAS: _____ TIPO: _____ PREÇO: _____

OBSERVAÇÕES E NOTAS

SUBSCREVÊ-LAS COM A DEVIDA RUBRICA

Foram feitas modificações feitas pelo autor.

Paulo

1. nome da

2. data