

"IMPACTO DA AÇÃO ANTRÓPICA NA BACIA DO LAGO AÇU (MA) ATRAVÉS DE IMAGENS LANDSAT"

Tania Maria Sausen
INPE - INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS
Cx. Postal 515, 12201 - SJCampos - SP
Brasil

Kleber de Faria
Funcate-Fundação de Ciências, Aplicações e Tecnologias Espaciais
Av. Dr. João Guilhermino, 429 - Sala 116
São José dos Campos - SP, Brasil

RESUMO

Em dezembro de 1987 houve uma alta mortalidade de peixes no Lago Açú, causando grande preocupação as autoridades na região encarregada do meio ambiente. O objetivo deste estudo é uma análise multitemporal para avaliar os efeitos da ação antrópica e de alguns fatores naturais na degradação ambiental da bacia do lago Açú, usando imagens LANDSAT/MSS e TM. Imagens multiespectrais correspondentes aos canais MSS 5 e 7 e aos canais TM 3 e 4, dos períodos de cheia e vazantes, nos anos de 1975, 1981, 1985, 1987 e 1989 foram analisadas, considerando-se a rede de drenagem e a evolução do uso do solo na bacia.

ABSTRACT

In december, 1987 there was a very high fish mortality in the Açú Lake, motivating concern in the regional authorities in charge about the environment. The objective of this study is a multitemporal analysis to evaluate the anthropic action effects and some natural factors in the environmental degradation in the Lake Açú watershed using LANDSAT/MSS-TM image. Multispectral images corresponding to bands MSS 5 and 7 to bands TM 3 and 4, of low water and high water periods, in the years of 1975, 1981, 1985, 1987 and 1989 were analysed considering the drainage network and the land use evolution in the watershed.

1 - INTRODUÇÃO

Em dezembro de 1987 foi constatada uma mortalidade generalizada de peixes no Lago Açú, tendo sido apontadas várias causas como responsáveis por este fenômeno (Netto et alii, 1988).

Em função deste fato foi solicitado ao Instituto de Pesquisas Espaciais que executasse em 1988 um Relatório Emergencial Preliminar sobre a bacia do Lago Açú. Neste relatório chegou-se a conclusão de que além dos fatores ambientais da região, a ação antrópica na bacia é um elemento fundamental nos processos de degradação que vem ocorrendo no lago.

Assim passou-se a uma segunda etapa, onde foram feitas análises mais detalhadas da região que deram origem a este trabalho.

Portanto, este estudo tem como objetivo fazer uma análise multitemporal da bacia do Lago Açú com vistas a caracterizar o impacto da ação antrópica e de alguns fatores naturais, na degradação ambiental verificada na mesma, através de dados do satélite LANDSAT.

2 - LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS

O Lago Açú, está localizado entre as coordenadas de 3° 45' a 3° 51' de latitude Sul e 44° 51' a 44° 54' de longitude Oeste, na micro-região homônima Baixada Ocidental Maranhense, nos municípios de Vitória do Mearim e Pio XII (Figura 2.1).

A área de estudo apresenta um clima do tipo tropical com chuvas de verão e outono (AW'), com períodos de estiagem de 4 a 5 meses.

Nos meses de novembro, dezembro e janeiro ocorre a seca agrícola ou verão seco, que corresponde aos períodos prolongados de estiagens que antecedem o início das chuvas (SMEMA, 1988).

De acordo com o relatório do RADAM, a bacia do Lago Açú é composta por terrenos sedimentares terciários (arenitos e argilitos) e quaternários (aluvões, cascalhos, areias e argilas), com altitudes que não ultrapassam os 50m, caracterizando-se por uma área típica de deposição.

O relevo se caracteriza por uma grande área de planície fluvio-marinha, que é periodicamente inundada por ocasião das cheias, e uma parte mais elevada, representada por relevo dissecado em mesas, que funciona como divisor de águas para com as outras bacias da região.

45°W

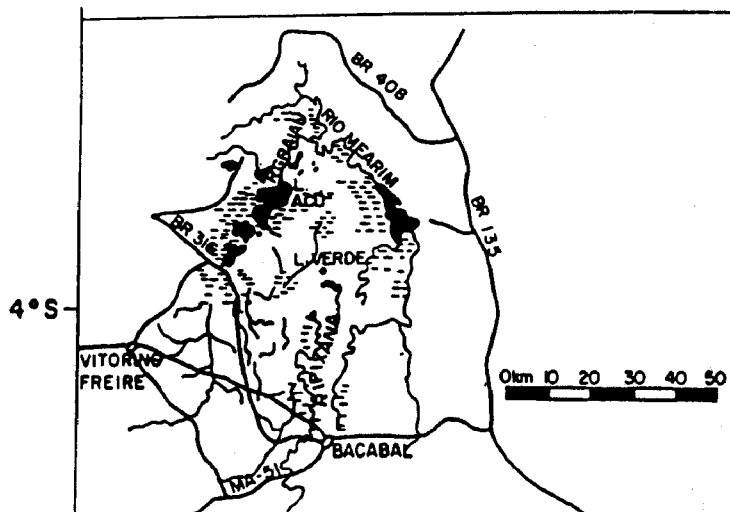


Fig. 2.1 - Localização da Área de Estudo

Os solos da área de estudo são típicos de áreas de aluviões e de planícies fluviais.

3 - MATERIAIS E MÉTODO

3.1 - DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS

Para a realização deste trabalho foram utilizados os seguintes materiais.

3.1.1 - Imagens LANDSAT

Foram utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho imagens do satélite LANDSAT conforme descrito na Tabela 3.1.

TABELA 3.1

IMAGENS LANDSAT UTILIZADAS NO TRABALHO

ÓRBITA	PTO	DATA DA PASSAGEM	CANAIS	SENSOR	ESCALA
192	15	31JUL75	5-7	MSS	1:250.000
237	63	24MAI81	5-7	MSS	1:250.000
221	63	11AG085	3-4	TM	1:250.000
221	63b	11AG085	3-4	TM	1:100.000
221	63	17JUN86	3-4	TM	1:250.000
221	63	11NOV87	3-4	TM	1:250.000
221	63	11JUL89	COMP. COLOR	TM	1:250.000

3.1.2 - Equipamentos

Foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Analisador Multiespectral I-100.
- Ampliador de Imagens PROCON
- Mesas de luz
- Sistema de Informação Geográfica - SIG.

3.1.2 - Dados de precipitação

Foram obtidos junto ao Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC do INPE, dados de precipitação da área de estudos no período de 1975 a 1985.

Através da SMEMA foram obtidos junto a SUDENE dados de precipitação re-

ferentes ao período de 1985 a 1988.

3.1.3 - Dados bibliográficos e cartográficos

- carta topográfica Itapecuru-Mirim 1:250.000,
- carta topográfica Lago-Açu, 1:100.000
- cartas imagem-radar preliminar Bacabal, Santa Inês e Vitorino Freire
- cartas ao milionésimo, folhas São Luís e Teresina
- mapa geológico do Estado do Maranhão
- mapa geológico, geomorfológico e pedológico 1:100.000.

3.2 - Metodologia

A metodologia adotada neste trabalho levou em consideração os seguintes fatores:

- caracterização do uso do solo na área de estudo no período de quatorze anos de intervalo (1975-1989);
- avaliação do incremento do uso do solo na área de estudo no período entre 1975 e 1989;
- caracterização de prováveis áreas produtoras de sedimentos na bacia abastecedora do sistema Lago Açu;
- caracterização do regime de precipitações na área, que fatalmente regem as oscilações da lâmina d'água do sistema Lago Açu;
- caracterização da rede de drenagem e as variações na extensão da lâmina d'água do lago, em função dos períodos de cheia e vazante;
- consequências do uso do solo na bacia abastecedora sobre a dinâmica do Lago Açu.

3.2.1 - Levantamento de bibliografia, dos documentos cartográficos e dos dados de precipitação

Com base nos dados de precipitação foi construído um mapa com a distribuição dos postos pluviométricos na área de estudo e os gráficos de precipitação referentes aos anos de 1975, 1977, 1981, 1985, 1986, 1987 e 1988. Com estes dados foi possível fazer-se um estudo da distribuição das precipitações na área de estudo num período de 14 anos.

3.2.2 - Caracterização da rede de drenagem

Análise visual das imagens MSS (canais 5 e 7) e TM (canais 3 e 4) do satélite LANDSAT, na escala 1:250.000.

Foram gerados mapas do sistema Lago Açu para os períodos de cheia e vazante da bacia do Lago Açu e, conseqüentemente da área de estudo, através da rede de drenagem, cálculo da área dos Lagos Açu, Verde e da Carnaúba

para os períodos de vazantes dos anos de 1975, 1981 e 1987, e comparou-se com os dados de precipitação.

No analisador de Imagens Multi espectrais /I-100 foram gerados módulos do Lago Açu, na escala 1:100.000, para os períodos da cheia (Junho 1986) e vazante (novembro 1987), calculando-se a área do lago para estes dois períodos registro entre as imagens do período de cheia e vazante, do Lago Açu, para que se pudesse ter uma idéia de quanto era a variação da lâmina d'água entre estes dois períodos.

3.2.3 - Caracterização do uso do solo na bacia

a) Estabelecimento da legenda

A definição da legenda foi feita tendo por base o interesse em se identificar áreas que, em função do tipo de uso, contribuem de alguma forma como fonte de sedimentos para os lagos que compõem a área de estudo.

Desta forma, denominou-se de "Áreas Prováveis de Produção de Sedimentos", aquelas cujos padrões de respostas espectrais nas imagens LANDSAT analisadas, representassem principalmente as pastagens nativas melhoradas, pastagens implantadas, áreas de cultivo temporário e vegetação herbácea/arbustiva de regeneração.

b) Análise das imagens LANDSAT

Atualizou-se os traçados das estradas e os contornos das cidades através de interpretação visual de cada data de passagem do satélite. Isto foi feito para as imagens dos anos de 1975, 1981, 1985 e 1987. Nos canais MSS5 e TM3.

Realizou-se uma identificação das áreas prováveis de "Produção de Sedimentos", nas imagens LANDSAT, Canais MSS 7 e TM 3 e 4, para os anos 1975, 1981, 1985, 1987 e 1989.

Foram mapeadas também, para a passagem de 11 de novembro de 1987, no canal TM 4, as áreas de queimadas. Fez-se o mapeamento da queimadas somente nesta passagem por três razões:

- porque somente nesta passagem as áreas de queimada ocorrem com clareza na imagem;
- porque nesta passagem elas ocupam uma área significativa na bacia;
- porque esta passagem antecede em um mês da ocorrência da mortandade de peixes no Lago Açu.

Foram mapeadas para os anos de 1985, 1987 e 1989 as áreas de vegetação aquática no sistema Lago Açu.

c) Cálculo de área

Para a avaliação da extensão da área ocupada pelas "Áreas Prováveis de Produção de Sedimentos", para os anos

de 1975, 1981, 1985 e 1987, utilizou-se uma grade de pontos de 1mm² sobreposta aos mapas contendo o tema.

3.2.4 - Trabalho de verificação de campo

Em virtude de algumas dúvidas surgidas durante os trabalhos de interpretação preliminar para o tema proposto, realizou-se um sobrevôo na área de estudo, no mês de Junho de 1988. Na ocasião foram correlacionados padrões espectrais de cobertura vegetal estabelecidos durante a fase de interpretação.

No período de 06 a 11 de agosto de 1989, com a colaboração da Secretaria das Minas, Energia e Meio Ambiente-SMEMA e da Companhia Vale do Rio Doce - CVRD, foi possível realizar-se um trabalho de campo na área de estudo, onde foram observadas as áreas desmatadas, pastagens, cultivos, características da água do Lago Açu e ocorrência de macrofitas no lago.

3.2.5 - Integração dos dados

Nesta fase foram feitas correlações entre as informações de uso do solo, rede de drenagem, dados de campo e dados de precipitação da área de estudo.

Com isto pode-se traçar um perfil do comportamento da bacia do Lago Açu nos últimos 14 anos.

Pode-se também fazer uma avaliação do impacto provocado pelo uso do solo na bacia sobre a dinâmica do sistema Lago Açu neste mesmo período.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir são apresentados os resultados obtidos neste trabalho.

4.1 - Uso do Solo

Ao término da interpretação visual das imagens LANDSAT MSS/TM, foram elaborados mapas de uso do solo da bacia do sistema Lago Açu, para os anos de 1975, 1981, 1985, 1987.

As figuras 4.1 e 4.2 apresentam os mapas de uso do solo referentes aos anos de 1975 e 1987.

Para o ano de 1989, não foi possível gerar um mapa - porque 70% da área está coberta com nuvens, tendo sido possível obter-se apenas informações sobre os corpos d'água.

Pelos Mapas de uso do solo observou-se um grande incremento do uso do solo na área de estudo, a ponto de 51,7% da área total da bacia em 1987 ser ocupada por "Áreas Prováveis de Produção de Sedimentos". A quase totalidade destas áreas eram ocupadas por mata natural e babaçu, que cederam lugar a pastagem e as áreas agrícolas.

Ao comparar-se os mapas de evolução da rede viária e da localização dos

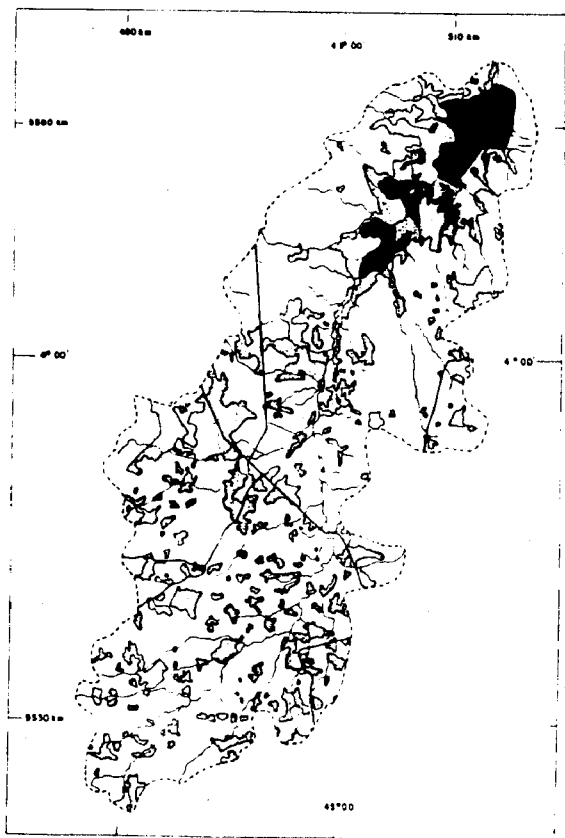


Figura 4.1 - Mapa de uso de solo-1975 principais focos de expansão entre duas datas subseqüentes das "Áreas Prováveis de Produção de Sedimentos", vê-se que no período entre 1981 e 1985 houve maior incremento da malha viária tendo sido implantado um total de 135km de estradas que equivale um aumento de 131% correspondendo a uma taxa anual 32,7% ou seja 33,7 km/ano. Os principais focos de expansão estão localizados no longo das rodovias nas áreas de cabeceiras, no sudoeste da bacia, e ao longo do rio que abastece o Lago Açú.

Isto nos chama atenção para o fato de que além dos relevos planos e a presença de água que pode ser usada para a criação de gado e para a irrigação da agricultura, a expansão da rede viária na região facilitou o incremento das áreas de pastagem e de cultivos, uma vez que a presença de rodovias possibilita o acesso e permite o escoamento da produção agrícola.

A bacia abastecedora do Lago Açú possui uma área aproximada de 121.000ha, sem núcleos urbanos expressivos, cuja ocupação com o tema proposto variou nos últimos 12 anos do seguinte modo:

- em 1975, 22,5% da área total da bacia eram ocupados por "Áreas Prováveis de Produção de Sedimentos";
- em 1981, este valor saltou para 33,8%
- em 1985, foi para 39,9%
- e, finalmente em 1987 este valor situou-se na casa dos 51,7%.

A figura 4.3 apresenta de forma esquemática a expansão destas áreas no período de 1975 a 1987.



Figura 4.2 - Mapa de uso de solo-1987

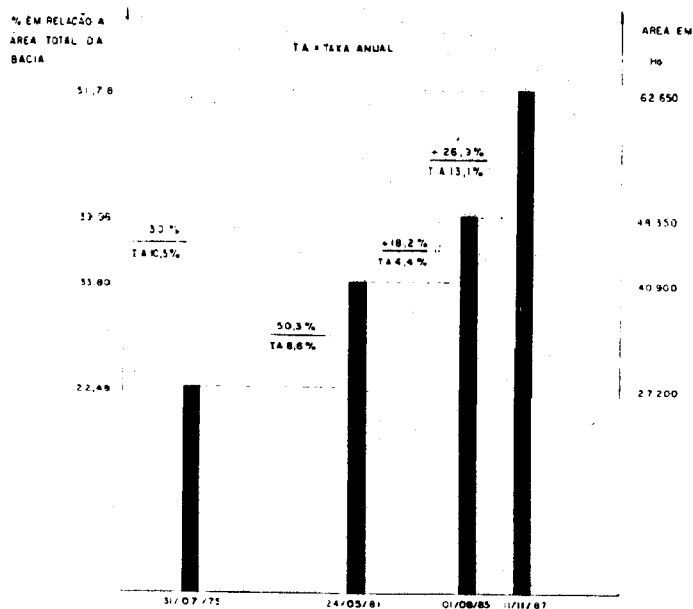


Figura 4.3 - Representação esquemática da expansão das "Áreas Prováveis de Produção de sedimentos", no período de 1975 a 1987.

Por estes dados pode-se verificar que houve dois períodos importantes, no incremento da ocupação humana, na bacia do sistema Lago Açú. O primeiro deles foi entre 1975 e 1981, com uma taxa anual de 8,6% e o segundo e o mais importante foi entre 1985 e 1987 com uma taxa anual de 13,1%.

Este comportamento não corresponde ao mesmo observado para o da malha viária que teve sua maior expansão entre 1981 e 1985, seguida do período de 1985 e 1987.

Mas em parte este comportamento pode ser explicado pelos dados fornecidos pelo setor de Custeio ao Crédito Agrícola do Banco do Brasil, que forneceu dados sobre o Crédito Agrícola concedido pela Agência de Bacabal, no período de 1975 a 1988. Os dados são apresentados na Tabela 4.1.

Observa-se que os anos de 1980 e 1981 foram os mais expressivos em relação ao custeio do crédito agrícola na região, o que certamente deu um grande impulso na implantação de projetos agropecuários na bacia do Lago Açu. Isto, aliado a infraestrutura viária existente ou em implantação, na área, facilitou a expansão das "Áreas Prováveis de Produção de Sedimentos" a partir de 1981.

TABELA 4.1

TOTAL DE HECTARES FINANCIADOS PELA
AGÊNCIA BACABAL DO BANCO DO BRASIL

ANO	HA
1975	25.258
1976	20.946
1977	37.578
1978	29.562
1979	30.589
1980	181.793
1981	140.385
1982	27.409
1983	13.480
1984	5.267
1985	5.534
1986	3.878
1987	2.565
1988	531

Das imagens dos anos de 1975, 1981, 1985 e 1987, pode-se verificar que o total das "Áreas Prováveis de Produção de Sedimentos" aumentou de período para período. As áreas estimadas para cada ano são:

- 1975, 27.200ha
- 1981, 40.900ha
- 1985, 48.350ha
- 1987, 62.650ha

Isto representa em termos percentuais, comparando cada período analisado, valores de:

- 50,3% entre 1975 e 1981 (6 anos)
- 18,2% entre 1981 e 1985 (4 anos)
- 29,6% entre 1985 e 1987 (2 anos)

Em relação ao período todo de 1975 a 1987 (12 anos) analisado, houve uma expansão em torno de 130%, das "Áreas Prováveis de Produção de Sedimentos", o que corresponde a um incremento anual de 8,2% representando 2984ha/ano.

Para cada período analisado os valores da taxa anual de incremento foram de:

- 8,6% entre 1975 e 1981, representando 2349ha/ano
- 4,4% entre 1981 e 1985, representando 1788ha/ano
- 13,15 entre 1985 e 1987, representando 3655ha/ano.

Durante os trabalhos de campo na área de estudo, pode-se observar que estas áreas ocupadas pela ação antrópica, eram antigamente ocupadas por mata natural, formada por vegetação de porte arboreo mesclada com babaçu.

Esta vegetação é geralmente retirada para a implantação de pastagens ou de cultura de subsistência.

Os trechos ocupados por pastagem e cultura de subsistência representam atualmente mais de 50% da área da bacia.

Isto é um fato bastante preocupante, pois além de ser uma alta taxa de ocupação, o que implica numa diminuição acentuada da área de mata, apresenta também um ritmo bastante acelerado (8,2%/ano), considerando-se que a bacia não é muito grande.

As áreas cobertas com vegetação de mata retem maior quantidade de água no solo, tem maior poder de interceptação das gotas de chuvas, que é um agente erosivo, e possuem um maior potencial de evapotranspiração, o que aumenta o potencial de precipitação na área.

Ora, com a retirada da mata na região em detrimento da pastagem e das áreas agrícolas, os solos passam a ficar mais expostos ao poder erosivo das chuvas. Aumenta também o escoamento superficial, que é um agente erosivo e de arraste de material (sedimentos silte, argila, areia, matéria orgânica) para os corpos d'água.

Com a diminuição da área foliar há uma diminuição na evapotranspiração, podendo alterar o total de precipitação na região.

Durante os trabalhos de campo na área de estudo, não foram observados pontos de erosão acelerada. Isto provavelmente deve-se a dois fatores fundamentais:

- o relevo da área de estudo é bastante plano, com gradientes suaves.
- em geral as áreas de pastagem apresentam uma densa cobertura de gramíneas;

Na imagem de 11 de novembro de 1987 foi observado um fato muito preocupante que é a ocorrência, de forma acentuada, de queimadas na área de estudo (Figura 4.4).

As áreas de queimadas nesta pastagem ocupam um total de 36.237ha do total de 121.000ha da área da bacia, o que equivale a 30% da bacia do Lago Açu.

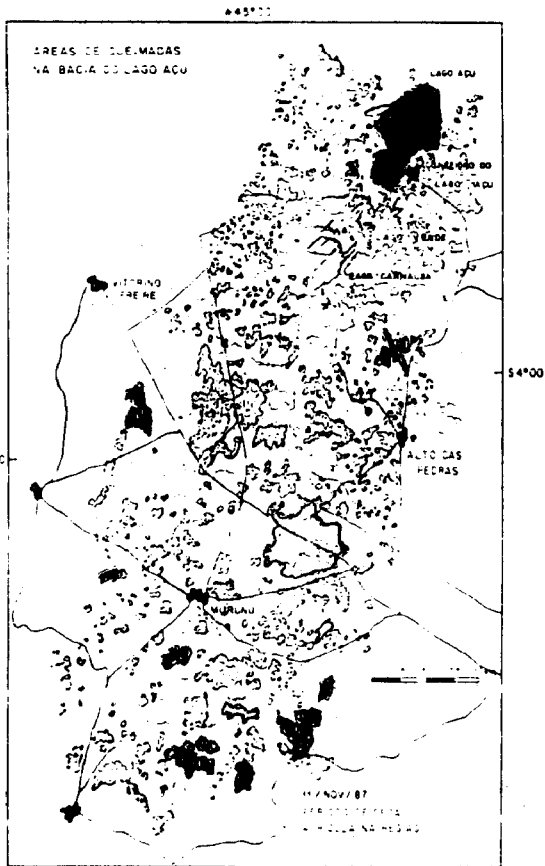


Figura 4.5 - Áreas de queimadas na Bacia do Lago Açu - 1987

O mais preocupante é que estas queimadas além de serem em número elevado, devem ocorrer nos meses de outubro e novembro, que correspondem ao início do período chuvoso na região pois não foram observadas nas outras imagens analisadas.

As áreas de queimadas além de produzirem cinzas, que é um material fácil de ser arrastado para os rios e lagos pelo escoamento superficial, empobrecem o solo e o deixam desprotegido, propiciando a ação dos agentes erosivos

Paralelamente, sendo realizadas pouco antes do período chuvoso, podem mais facilmente serem arrastadas pelas águas das chuvas. Este tipo de material não oferece sérios riscos a sedimentação dos corpos d'água, mas por constituir-se em matéria orgânica, pode causar problemas na qualidade d'água favorecendo a eutrofização.

Para que se pudesse ter uma idéia de como estão distribuídas as "Áreas Prováveis de Produção de Sedimentos" em relação ao relevo e ao gradiente da área de estudo, fez-se um mapa hipsométrico da bacia do Lago Açu, a partir de mapas de isolinhas, na escala 1:100.000. Logo após gerou-se este mesmo mapa na escala 1:250.000 e sobrepostas as informações de uso do solo do ano de 1987.

A figura 4.5 apresenta o mapa hipsométrico

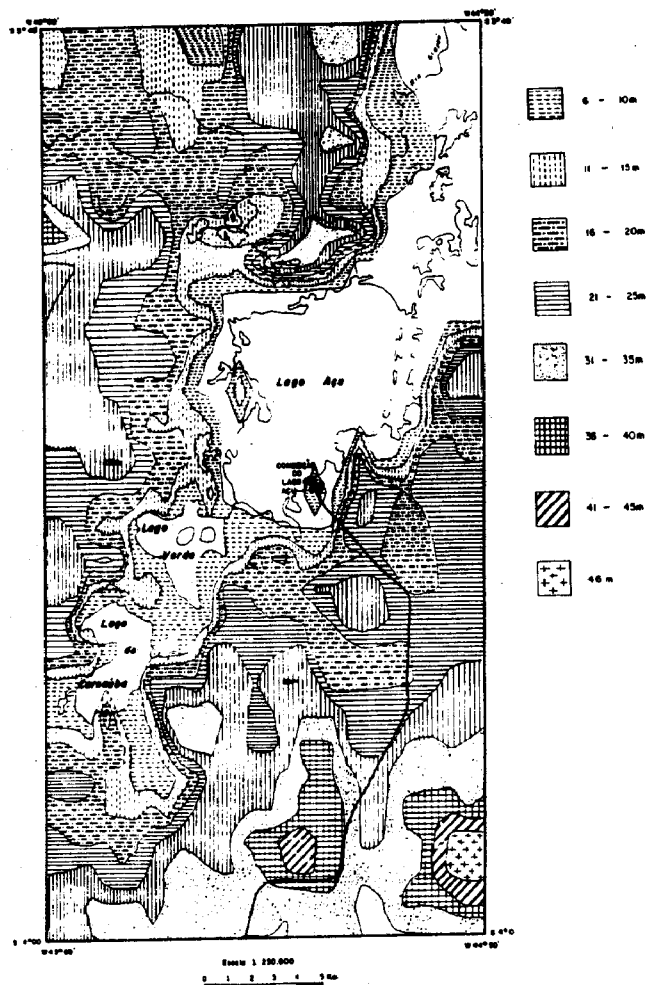


Figura 4.6 - Mapa Hipsométrico

Neste mapa os intervalos entre as isolinhas é de 5 em 5 metros, a altitude máxima verificada na área é de 45 metros, estando no extremo da porção SW da bacia.

A área caracteriza-se por terrenos bastante planos e gradientes suaves estando as maiores altitudes na porção sul da área de estudo.

Observando-se este mapa e os de uso do solo, percebe-se que nos trechos onde os espaçamentos das isolinhas são menores, portanto de gradiente um pouco mais acentuado, não há uma presença muito grande de uso do solo. As áreas mais ocupadas estão localizadas nos trechos mais planos, de gradiente mais suaves, que facilitam a sua instalação e oferecem menor risco a erosão.

Um fato que chama a atenção é a presença destas áreas dentro da planície de inundação, o que é pouco recomendável. Caso as mesmas sejam áreas de cultivos e estejam usando defensivos agrícolas, este material pode chegar com muito mais facilidade nos lagos, do que o material que possa vir das áreas de interflúvios. Estes defensivos podem alterar a qualidade d'água.

4.2 - PRECIPITAÇÃO NA ÁREA DE ESTUDO

Analisando-se os gráficos de precipitação referentes aos postos plu

viométricos de Vitorino Freire, Pio XII e Bacabal, que devem ter uma atuação mais direta sobre a área de estudo, constatase que:

- a área apresenta um clima tropical com duas estações bem definidas, a chuvosa indo de novembro a abril e a seca indo de maio a outubro;
- o pico das precipitações ocorrem geralmente em março e abril e o mínimo em agosto e setembro;
- as precipitações são má distribuídas ao longo do ano, concentrando-se em um ou dois meses (março/abril), muitas vezes com picos elevados, como aconteceu no ano de 1986 (850mm). Em contra-partida nos meses secos, as precipitações não atingem muitas vezes a 50mm.

Pode-se observar neste mapa que o ano de 1987 foi um ano especialmente seco, com um máximo de precipitação de apenas 270mm em Vitorino Freire e 381mm em Bacabal. Estes postos em anos mais chuvosos chegam a apresentar máximos em torno de 600 a 850mm e 550 a 600mm, respectivamente.

Em Vitorino Freire os dados de precipitação mostram que 1981 foi um ano mais seco que 1987 (total 1085mm, precipitação máxima em março - 270mm). O total de precipitações nestes anos foram de 988mm e o máximo de precipitações foi de 276mm em março.

O ano de 1985 apresentou-se chuvoso tanto em Vitorino Freire como em Bacabal. Em Vitorino Freire o total de precipitações foi em torno de 2790mm, com máximo de chuvas em abril, com 527mm. Em Bacabal o total de chuvas foi de 2766mm, com o pico máximo em torno de 585mm no mês de março.

Já os anos de 1986 e 1988 foram anos chuvosos.

4.3 - Dinâmica do sistema lago Açu

Ao final da interpretação das imagens LANDSAT MSS/TM foi possível gerar um mapa de drenagem do sistema lago Açu para os anos de 1975, 1981, 1985, 1986, 1987 e 1988.

Na imagem de 1975, referente ao canal MSS7, podem ser observadas tonalidades de cinza claro em alguns pontos junto aos lagos, indicativas de ocorrência de vegetação aquática. As imagens LANDSAT porém possuem uma resolução espacial (80m) pequena, o que não permite que se obtenha informações mais detalhadas sobre este tema.

Nesta mesma imagem é possível observar-se a presença de açudes na bacia do sistema Lago Açu, que são utilizados como fonte abastecedora de água, para as atividades agropecuárias na região.

A figura 4.8 apresenta o mapa drenagem correspondente a passagem de 11 de agosto de 1985, estação seca na área e um período de cheia do sistema Lago Açu e por ser de um período de cheia, não é possível distinguir-se os lagos separadamente.

O ano de 1985 foi chuvoso e por esta razão, apesar de agosto ser período seco, os lagos ainda estão cheios.

Na figura 4.8 pode-se observar que houve um aumento acentuado do número de açudes na bacia em relação aos anos de 1975 e 1981. Pode-se notar também a presença de vegetação aquática no lago Açu, principalmente em sua margem esquerda.

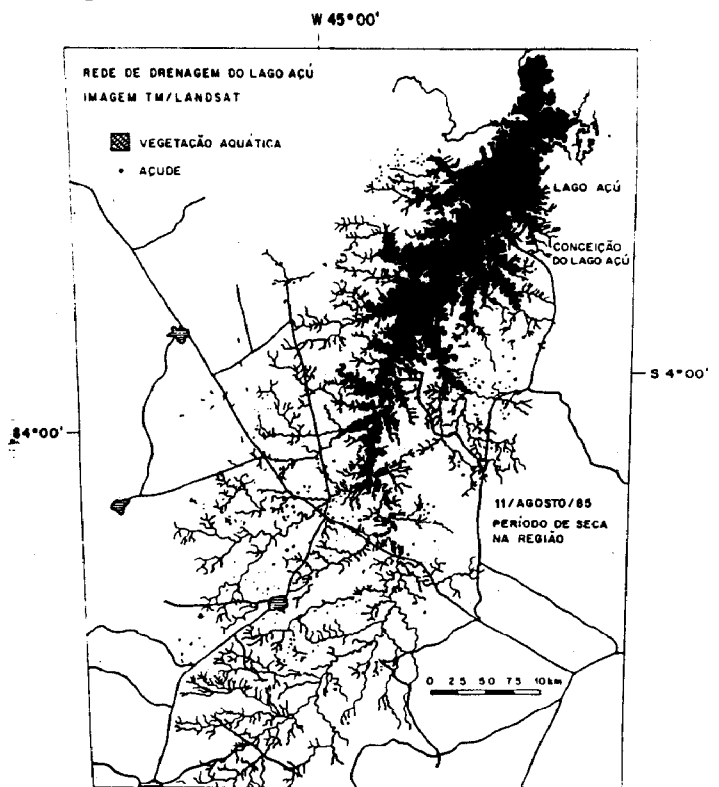


Fig. 4.8 - Rede de drenagem do sistema Lago Açu - 11/11/1985

Salienta-se que os mapas de drenagem dos anos de 1975 e 1981 foram gerados a partir de imagens MSS/LANDSAT e os de 1985, 1986, 1987 e 1989 foram gerados a partir de imagens TM/LANDSAT que apresentam maior resolução espacial. Por esta razão foi possível obter-se maior detalhamento da rede de drenagem nestas imagens do que nas MSS, proporcionando assim mapas de drenagem mais detalhados.

No mapa referente a passagem de 17/junho/1986 é observado um aumento do número de açudes na bacia abastecedora do sistema Lago Açu em relação ao ano de 1985, principalmente na porção Oeste e Sul da bacia. Este aumento do número de açudes a partir de 1985,

coincide com o aumento das áreas de pastagem e agricultura na área de estudo.

É observado também neste mapa, a presença de vegetação aquática no Lago Açu. A área de ocorrência desta vegetação vem-se ampliando, de ano a ano, junto aos lagos. As imagens TM/LANDSAT, por sua maior resolução espacial, também permitiram que se mapeasse com mais facilidade este tipo de vegetação.

A figura 4.9 corresponde ao mapa de drenagem da passagem de 11 de novembro de 1987, sendo este um período de vazante do lago Açu e de início da estação chuvosa na região.

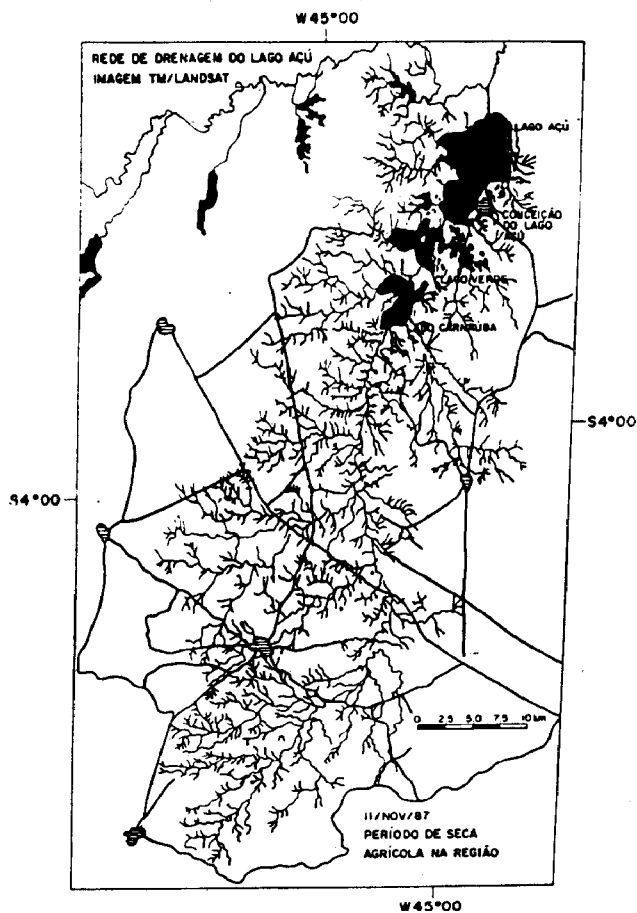


Figura 4.9 - Rede de drenagem do sistema Lago Açu 11/11/1987

O ano de 1987 foi um ano seco para toda a área da bacia do sistema Lago Açu e rio Mearim e, sendo início do período chuvoso é natural que os Lagos ainda se encontrem com pouca água.

Nesta imagem não foi possível mapear os açudes na bacia do sistema Lago Açu, devido a alta ocorrência de queimadas, que no canal TM4, apresenta a mesma tonalidade de cinza escuro que os corpos d'água. Os açudes por serem muito pequenos, acabam sendo confundidos com áreas de queimadas.

Neste mapa pode-se observar que grande parte da planície de inundação aparenta estar ocupada por vegetação aquática e/ou por vegetação do tipo

gramínea que nasce durante o período de vazante, conforme pode ser observado durante os trabalhos de campo, na região.

Neste mapa pode-se observar também uma grande presença de vegetação aquática nas margens dos lagos.

Durante os trabalhos de campo realizado no mês de agosto de 1989, constatou-se que esta vegetação é principalmente constituída de aguapés e aningas que as vezes atingem 1,5 metros de altura fora d'água.

A vegetação de aguapés no Lago Açu ocorre em grande quantidade e de forma densa, dificultando muitas vezes a navegação nos furos e igarapés que ligam o lago ao rio Grajau.

Analisando-se temporalmente as imagens pode-se constatar que a ocorrência deste tipo de vegetação vem aumentando, sugerindo que pode estar ocorrendo mudanças na qualidade d'água do lago, que pode estar ocorrendo um processo de eutrofização.

A eutrofização é um processo natural, de enriquecimento de um corpo d'água, frequentemente acelerado pelas atividades humanas tais como, uso de agrotóxicos, desmatamento, produção de cinzas pelas queimadas, atividades agrícolas, efluentes domésticos e industriais, etc. Assim quanto mais intensa for a atividade humana na bacia, maior será a produção de nutrientes para os corpos d'água.

Isto pode levar a degradação da qualidade d'água e indiretamente atingir a fauna presente nos rios e lagos. Este talvez tenha sido um dos fatores causadores da mortandade de peixes no Lago Açu.

Para que se possa ter uma visão mais detalhada da dinâmica do sistema Lago Açu, nos últimos 14 anos, fez-se o cálculo da área ocupada pela lâmina d'água nos diferentes anos analisados. Com isto constatou-se que em 1981 e 1987 foram os anos em que o sistema Lago Açu apresenta as menores áreas, 62,2 km² e 55,4 km². Relacionando-se com os índices de precipitação ocorridos nestes anos tem-se que estes foram os dois anos mais secos no período analisado.

A imagem de 1981 corresponde ao mês de maio. Analisando-se os índices de precipitação, verifica-se que neste mês o total de precipitação foi de 32,6 mm, ou seja, muito abaixo da média (151,6 mm) para o período de 1965-1988, na estação de Vitorino Freire.

Verifica-se também que nos meses que antecederam a maio, os totais de precipitação também situaram-se bastante abaixo da média. Assim tem-se para:

- janeiro	- total 227,4mm; média - 262,5mm
- fevereiro	- total 105,1mm; média - 272,5mm
- março	- total 276,7mm; média - 380,0mm
- abril	- total 118,4mm; média - 313,4mm

	1981	1987	MÉDIA
OUTUBRO	24,6	1,2	29,3
NOVEMBRO	91,2	44,1	53,4
DEZEMBRO	81,8	67,2	125,4

Com isto é natural que os lagos tivessem uma diminuição na área ocupada pela lâmina d'água, principalmente o Lago Açu.

A imagem de 1987 corresponde ao mês de novembro isto é, um mês antes da ocorrência do fenômeno de mortandade dos peixes no Lago Açu, apresentou a menor extensão de lâmina na d'água (34,7 km²) assim como a área total (55,4 km²) lagos.

Analisando-se os dados de precipitação para 1987, constata-se que em novembro o total de precipitações foi de 44,1mm, estando um pouco abaixo da média (53,4mm) para este período do ano. Os dois meses que antecederam novembro também apresentaram índices de precipitação muito aquém da média, tendo ocorrido 0,0mm em setembro (média 12,6mm) e 1,2mm em outubro (média 29,3mm).

Dezembro foi outro mês que também apresentou um total de precipitação (67,2mm) muito inferior a média (125,4mm).

Estes dados podem estar caracterizando um fenômeno comum a área, que é o Veranico ou seca agrícola que corresponde aos períodos prolongados de estiagem, que ocorrem quando do início do período típico de início das chuvas (novembro, dezembro e janeiro).

De acordo com o relatório da SMEA (198) a evaporação na área apresenta o seguinte comportamento: 160mm/mês entre janeiro e julho e 220mm/mês entre outubro e novembro, ou seja, além de ter ocorrido baixas precipitações entre setembro e dezembro este também é o período de maior evaporação na área.

Além disso as temperaturas na região são elevadas, estando as médias em torno de 28°C. Aliando-se todos estes fatores, poucas chuvas, período de alta evaporação, e região de altas temperaturas, as perdas de água no lago, neste ano, devem ter sido grandes.

Comparando-se os totais de precipitação entre o ano de 1981 e 1987, temos respectivamente 988mm e 1357mm ou seja, o ano de 1981 foi mais seco que o de 1987. Mas se analisarmos os totais mensais de chuvas para os meses de outubro, novembro e dezembro, ou seja, início da estação chuvosa e período que ocorreu a mortandade dos peixes, temos:

Pelos dados de precipitação verifica-se que o ano de 1981, ao contrário do ano de 1987, apresentou totais mensais mais próximos da média, estando inclusive o mês de novembro muito acima da média. Além disso os menores totais mensais de precipitação em 1981, ocorreram nos meses de julho, agosto e setembro, isto é, fora do período de máxima evaporação na área, que é outubro e novembro.

Assim, apesar de 1981 ter sido um ano mais seco do que 1987, ele seguiu o regime normal das precipitações na área. Por esta razão acredita-se que não houve tanta perda d'água pelos lagos, como deve ter ocorrido no ano de 1987.

Para que se tenha uma visão mais clara da dinâmica do Lago Açu, entre os períodos de cheia e vazante, fez-se a sobreposição das imagens TM/LANDSAT para as passagens de 17 de julho de 1986 e 11 de novembro de 1987. A figura 4.10 apresenta o resultado desta sobreposição.

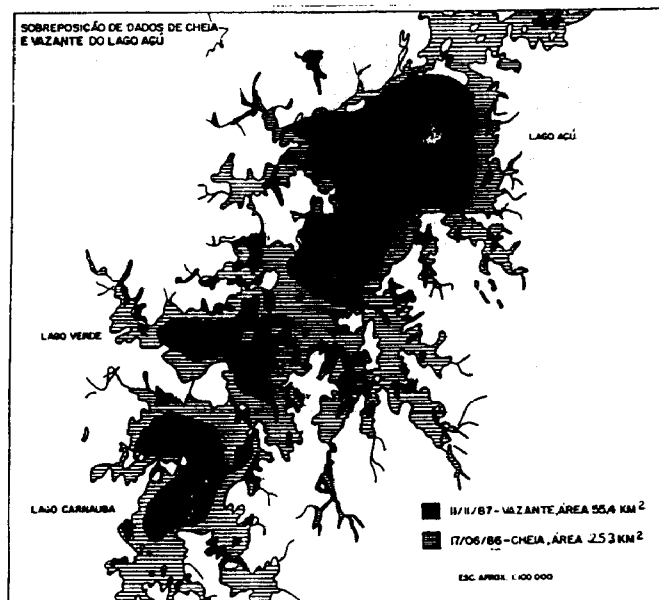


Figura 4.21 - Sobreposição de duas datas de passagem do satélite LANDSAT (17 de junho de 1986 - 11 de novembro de 1987)

Em 1986 (cheia) o Lago Açu ocupou uma área de 253km², formando um corpo d'água único coalescente com os Lagos Verdes e da Carnauba. Em 1987, os três lagos podem ser vistos separadamente. Juntos eles ocupam uma área de 55,4km², o que representa uma diferença de 197,6km², ou seja, 79% da área total no período de cheia.

5 - CONCLUSÕES

Ao final deste trabalho pode-se chegar as seguintes conclusões:

- o impacto da ação antrópica na bacia do lago Açú é grande. Nos últimos 14 anos esta bacia vem sofrendo uma ocupação muito intensa, que está sendo ampliada nos últimos 4 anos. Esta ocupação caracteriza-se principalmente por desmatamentos acelerados, em função da implantação de pastagens.
- o incremento da malha viária na região é um dos fatores que facilitaram a expansão da ocupação da bacia do sistema lago Açú. Paralelamente tem-se a grande quantidade de projetos agrícolas financiados até 1983 que deve ter incentivado a expansão das áreas de pastagem. Aliado a estes dois fatores tem-se a presença de relevos planos em toda a bacia, que facilitam a implantação de pastagens e áreas agrícolas.
- Ainda não são observados processos de erosão acelerada, tais como ravinas e voçorocas, na bacia do sistema lago Açú. Porém se as áreas de pastagem e agricultura não observarem técnicas adequadas de manejo e as queimadas continuarem a ocorrer com a mesma grande frequência, os processos erosivos mais intenso poderão ter início na bacia. Vale lembrar que os solos antes cobertos e protegidos pela vegetação de floresta, hoje estão mais expostos, sujeitos ao escoamento superficial. Isto poderá dar origem a produção de sedimentos inorgânicos (silte e argila) para os lagos. Estes unindo-se ao já produzido pelo uso de agrotóxicos e nutrientes sintéticos, oriundos das pastagens e áreas agrícolas, serão carregados para os corpos d'água alterando a qualidade d'água.
- Salienta-se que o lago não deve estar sofrendo um processo de sedimentação acelerado por deposição de silte e argila, pois conforme já salientado, não foram observados processo erosivos acelerados na bacia e além do mais, a área não possui relevos de gradientes acentuados que facilitaríamos este processo. Esta é uma área de planície fluvial, formada principalmente por material do quaternário (aluviões), por tanto uma área natural de deposição.

Sugere-se

- Tentar preservar ou incentivar o plantio da mata de galeria na região, para que os rios, correios e arroios sejam preservados. Esta é praticamente inexistente na área.
- Realizar um estudo do regime das precipitações para verificar se elas estão sofrendo alterações devido ao desmatamento na área. Sabe-se que a retirada

da da mata altera a evapotranspiração e a temperatura. Um das principais funções da mata é manter o equilíbrio entre estes dois elementos.

- Manter um controle do aporte de sedimentos que chegam ao sistema lago Açú, oriundos da bacia abastecedora. Isto pode ser feito nos rios e correios que abastecem os lagos e ser correlacionado com a taxa de ocupação da bacia. Esta informação permite que se faça um maior controle nos processos de sedimentação nos lagos.
- Avaliar o aporte de sedimentos orgânicos que chegam ao lago, para poder fazer um controle da qualidade da água do lago.
- Monitorar a qualidade da água dos lagos para verificar se está sendo alterada em função da ocupação humana na bacia. Manter um controle na mesma para evitar que ela atinja graus de deterioração que possam afetar a fauna local.
- Realizar estudos batimétricos nos lagos, para verificar se realmente ele está sofrendo processo de sedimentação. Se possível obter dados de batimetria mais antigos, para realizar comparações com dados recentes.

6 - BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, W.S. // Metodologia de Sensoriamento Remoto no Monitoramento de Modificações no canal fluvial e atualização de cartas náuticas//INPE-4863-TDL/374, S.J. Campos, SP, Agosto 1989, Dissertação de Mestrado.
- BECCHI, I.; BILLI, P., TACCONI, P.// Field research on sediment production in small basins with different land use// The Hydrology of areas of low precipitation - Proceedings of the Canberra Symposium, December 1979; IAHS-AISH Publ. nr 128, p. 409-421.
- ENGESPAÇO. // Manual do Usuário do Sistema de Informações Geográficas // S.J. Campos, SP, 1989.
- ONSTAD, C.A.; MUTCHLER, C.K.; BOWIE, A.J.// Predicting Sediment Yields // Proceedings of the Nations Symposium on soil erosion and sedimentation by water // Dec. 12-13, 1977, Palmer House, Chicago, USA American Society of Agricultural Engineers, p. 43-58.
- Secretaria das Minas, Energia e Meio Ambiente - SMEMA// Síntese do relatório de três Marais, através de imagens MSS/LANDSAT // INPE-2249-TDL/066, out. 1981.
- TRIMBLES, S.W.; WIEICH, F.H.; HOAG, B.L. // Reforestation and the reduction of water yield on the southern piedmont since Circa 1940 // Water resources Research, vol. 23, nr 3, p. 425-437, March 1987.