

AVALIAÇÃO DA INTERPRETAÇÃO VISUAL DE IMAGENS LANDSAT MSS NA QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS INUNDADAS NO PANTANAL MATOGROSSENSE-BRASIL.

C. de Rooy

1. Departamento de Geologia CCE - UFRN
Campus Universitário - 59000 Natal-RN
2. Internacional Institute for Aerial Survey
and Earth Sciences - ITC
7500 AA - Enschede, Holanda

RESUMO

O presente visou avaliar a aplicabilidade de imagens LANDSAT MSS na quantificação de áreas inundadas e sua correlação a descargas de rios na área do Pantanal Matogrossense. Utilizou-se 6 transparências positivas em 4 canais tomadas entre abril e dezembro de 1978 sobre uma mesma área. Estas foram interpretadas num visor de cores compostas obtendo-se como resultado mapas na escala de 1:150.000 evidenciando as áreas inundadas. A análise de dados pluviométricos indicou qual a melhor forma de se correlacionar áreas inundadas com descargas de rio no Pantanal, e como se poderia elaborar mapas de áreas inundáveis para diferentes tempos de recorrência de enchentes.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the applicability of LANDSAT MSS imagery for the quantification of flooded areas and their relationship with discharge data in the Pantanal area. Six transparent positive images in four bands, taken between april and december 1978 above the area, were interpreted with the aid of a colour composite viewer. Subsequently maps of flooded areas at a scale of 1:150.000 were produced. The analyses of discharge data indicated the optimal approach to correlate flooded areas to discharge data in the Pantanal zone. Finally recommendations were presented on how to produce maps of flooded areas for different recurrence periods in the studied area.

1. OBJETIVOS

Este estudo objetivou demonstrar a aplicabilidade de imagens LANDSAT MSS na investigação do relacionamento entre áreas inundadas e descargas de rios no Pantanal Matogrossense, caso existam informações pluviométricas e meteorológicas adicionais.

A área investigada é uma pequena parte do Pantanal ao Norte de Corumbá.

2. METODOLOGIA

As imagens LANDSAT MSS estudadas foram adquiridas no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, na forma de transparências positivas de 185mm. São seis imagens correspondentes a seis datas diferentes do ano de 1978, todas cobrindo uma mesma área (tomada de base 243, ponto 73-WRS) situada no Sudoeste da bacia do Alto Rio Paraguai.

Inicialmente produziu-se a partir das transparências positivas, cópias preto e branco do canal 7 (0,8-1.1 μ m) na escala de 1:500.000 de todas as imagens. Estas foram

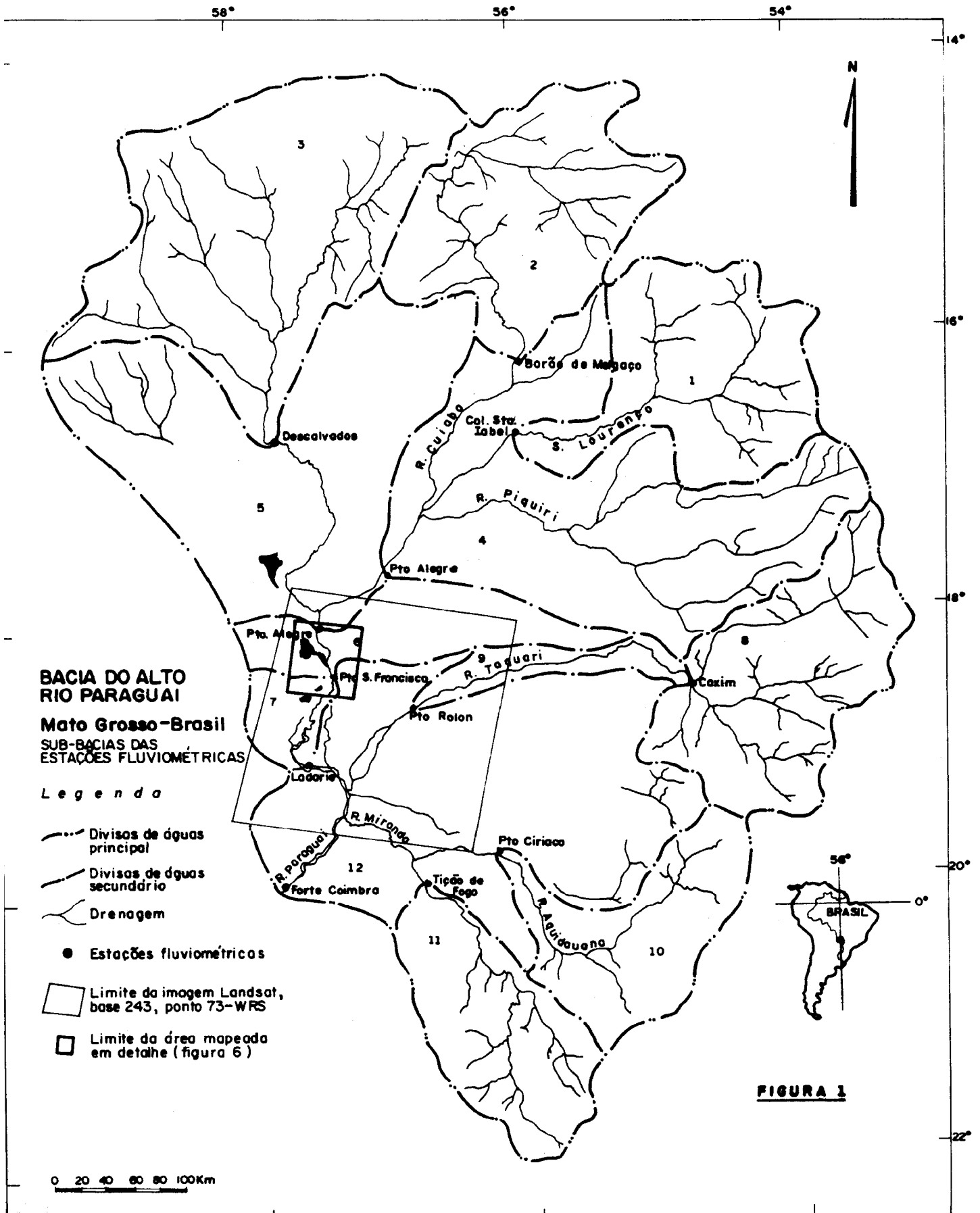
analisadas objetivando selecionar uma área a ser detalhada. Utilizou-se esta faixa devido a sua maior absorção pela água o que possibilita a identificação de superfícies cobertas por água.

Após o selecionamento preliminar em escala de 1:500.000 da área a ser detalhada, prosseguiu-se com a interpretação visual de transparências positivas num visor de cores compostas I²S Mini Addcol Modelo 6040-PT. Obteve-se como resultado seis mapas na escala de 1:150.000, cobrindo uma área de 300km², evidenciando as áreas inundadas nas seis datas correspondentes.

Quanto a hidro-meteorologia, fez-se uma análise sucinta dos dados disponíveis que foram cedidos pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamento-DNOS.

Procurou-se correlacionar as áreas inundadas mapeadas em imagens LANDSAT MSS a descargas de rio. Nesta fase encontrou-se dificuldades que serão abordadas posteriormente. A título

1. O autor está atualmente vinculado a esta instituição
2. A pesquisa foi elaborada nesta instituição



lo de exemplificação estimou-se no entanto o volume de água das áreas inundadas e correlacionou-se estes a suas respectivas áreas superficiais.

3. INFORMAÇÕES SUSCINTAS A RESPEITO DA BACIA DO ALTO RIO PARAGUAI.

3.1. Generalidades

A Bacia do Alto Rio Paraguai tem uma área total na ordem de 320.000 km² e se localiza essencialmente nos Estados Mato Grosso do Sul e Mato Grosso do Norte com uma pequena parte de sua área situada na Bolívia e Paraguai. Mais de 50% da região corresponde a planícies variando entre 70 e 140m sendo que localmente as variações de altura dificilmente sobrepassam 4m.

3.2- Clima

O clima na região é influenciado pelo anti-ciclone subtropical Atlântico que durante o inverno se move ao Norte desviando massas de ar equatoriais. No verão massas de ar úmido equatoriais são desviados da Bacia Amazônica por depressões locais. Existe alguma variação climática entre os bordos da bacia que corresponde as regiões mais elevadas, e o centro da bacia onde se localiza o Pantanal Matogrossense. No Pantanal a precipitação anual varia de 800 a 1.400mm enquanto que a evaporação (Piche) varia de 1.000 a 1.400 mm. A época chuvosa ocorre entre Outubro e Março.

3.3. Vegetação

Existe na área estudada uma forte relação entre litologia, topografia e vegetação. A associação vegetal denominada "Cerrado", constituída de árvores pequenas, está em geral vinculada a solos arenosos relativamente permeáveis situados em áreas topograficamente mais elevadas. Enquanto que o ecossistema "Chaco", formado por arbustos e capim alto vinculados a solos pesados (argilosos impermeáveis), situa-se em geral nas depressões que são periodicamente inundadas.

3.4. Geologia

O centro da Bacia do Alto Rio Paraguai é formado por planícies aluviais. A Leste a superfície gradativamente se eleva até o divisor de águas que é formado por escarpas em rochas sedimentares. Ao Norte e a Sul as regiões elevadas apresentam feições morfológicas e estruturais com direção Norte-Sul, a depressão do Pantanal é uma imensa interrupção destas feições. O limite Oeste é menos evidente e ocorre um pouco além das fronteiras Boliviana e Paraguaia.

O embasamento cristalino Precambriano aflora a Noroeste e é constituído por xistos, quartzitos, anfíbolitos, gnaisses e granitos.

A sucessão sedimentar pode ser dividi

da em rochas antigas dobradas Eo-cambrianas, depositadas antes da orogênia Paleozóica (Devoniano Médio), e sedimentos pós orogênicos ligeiramente inclinados. Os sedimentos foram depositados em diversos ambientes e formam portanto uma série complexa de grauvas, conglomérados, tilitos, arenitos, folhelhos, calcário e argila. Rochas vulcânicas correspondentes ao derrame basáltico do final do Triássico-Cretáceo Inferior ocorrem em algumas regiões elevadas da bacia. A ausência de sedimentos Terciários tem sido interpretada como uma indicação da inexistência da bacia nesta época. Conclui-se que a região afundou devido a falhamentos normais durante a orogenia andina, e assim formou-se a Bacia do Alto Rio Paraguai.

Originalmente um dique de sienito formava uma barragem na saída do sistema de drenagem fluvial. Após o preenchimento completo da bacia por sedimentos até o nível do dique, ela deixou de ser isolada e pode escoar suas águas ao mar.

A bacia é portanto preenchida por sedimentos Quaternários, a parte inferior possui material mais grosseiro (conglomerados e areia grossa a média) enquanto que na superfície afloram em geral depósitos com granulometria mais fina.

4. ANÁLISE DE DADOS HIDRO-METEOROLÓGICOS

Foi preciso analisar os dados fluviométricos e de precipitação da bacia inteira para poder ter uma idéia da causa das enchentes que periodicamente atingem a região do Pantanal, e assim especificar os dados que devem ser utilizados ao tentar correlacionar áreas inundadas com descargas de rios.

Para confrontar os dados fluviométricos com os dados pluviométricos na Bacia do Alto Rio Paraguai, confeccionou-se dois gráficos. O primeiro (Fig. 2), representa o "Desvio Cumulativo da Mediana" dos níveis de água do Rio Paraguai no período de 1900 a 1978 e a média ponderada dos dados pluviométricos (Polígonos Thiessens) sobre a bacia no período de 1925 a 1978. Este gráfico indica que existe à primeira vista uma certa correlação entre as chuvas e as descargas no Rio Paraguai, pois ocorre para estes dois parâmetros uma certa periodicidade coincidente.

Para averiguar a veracidade desta hipótese fez-se uma regressão linear entre estes parâmetros e obteve-se o gráfico na figura 3. Este indica claramente que a correlação entre chuvas e descargas fluviais na Bacia do Alto Rio Paraguai é fraca ($r^2 = 0.44$). conclui-se daí que a quantidade e intensidade de chuvas não são diretamente responsáveis pelas enchentes. Na realidade a coincidência de picos de descarga de diferentes rios é o fator principal.

Para analisar o comportamento do sistema fluvial da Bacia, plotou-se os hidrogramas de 1976, 1977 e 1978 em escala logarítmica

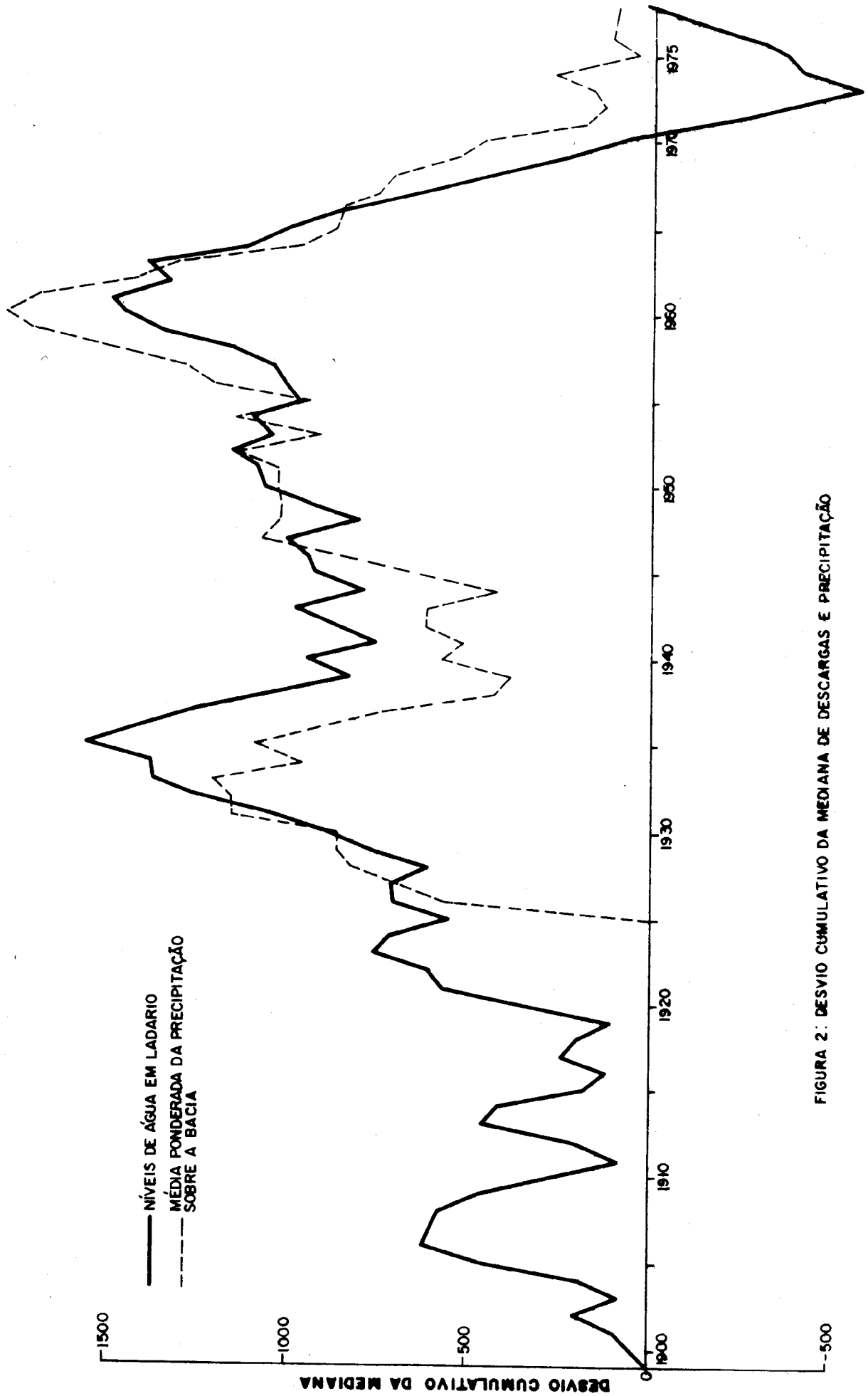


FIGURA 2: DESVIO CUMULATIVO DA MEDIANA DE DESCARGAS E PRECIPITAÇÃO

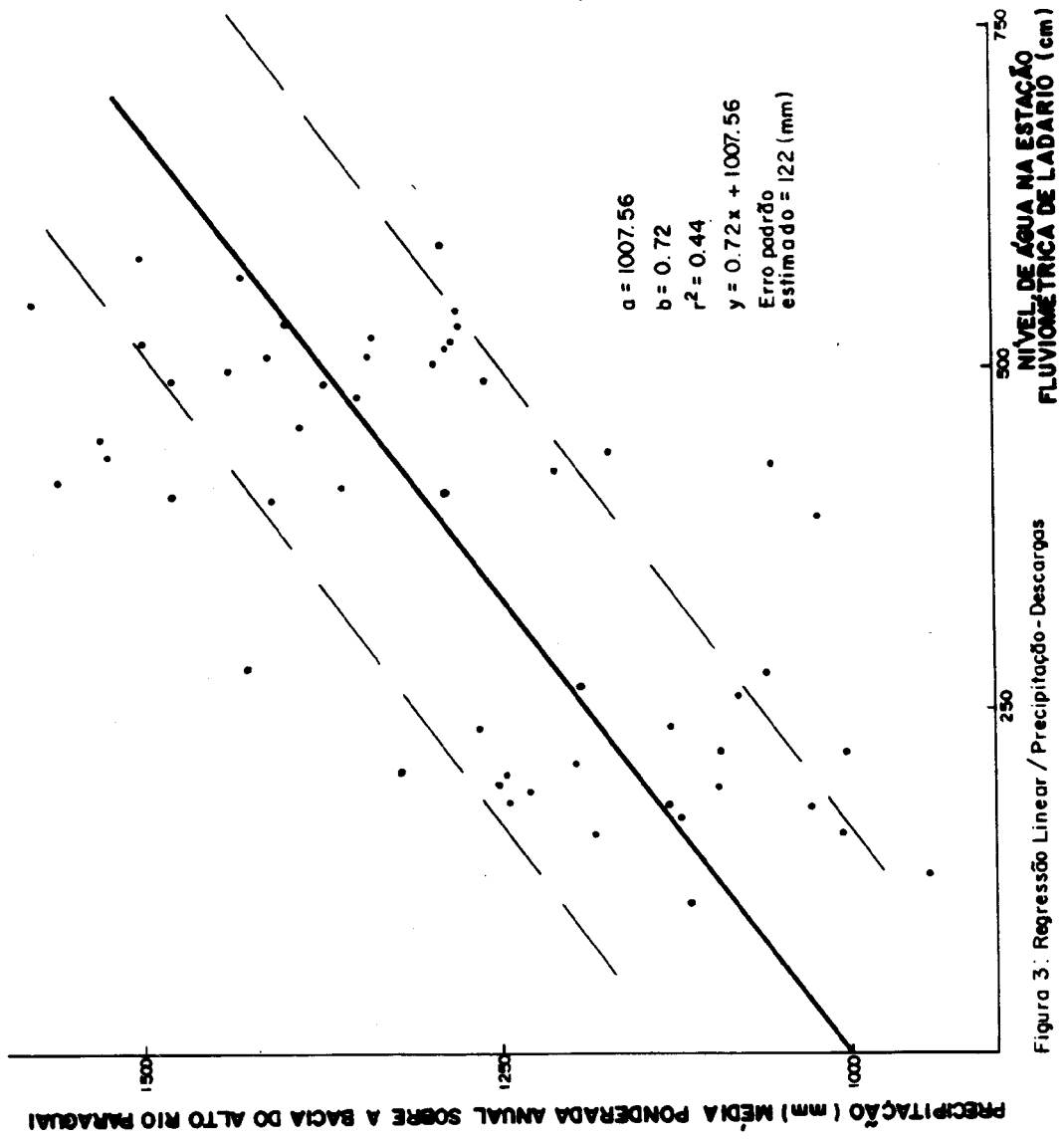
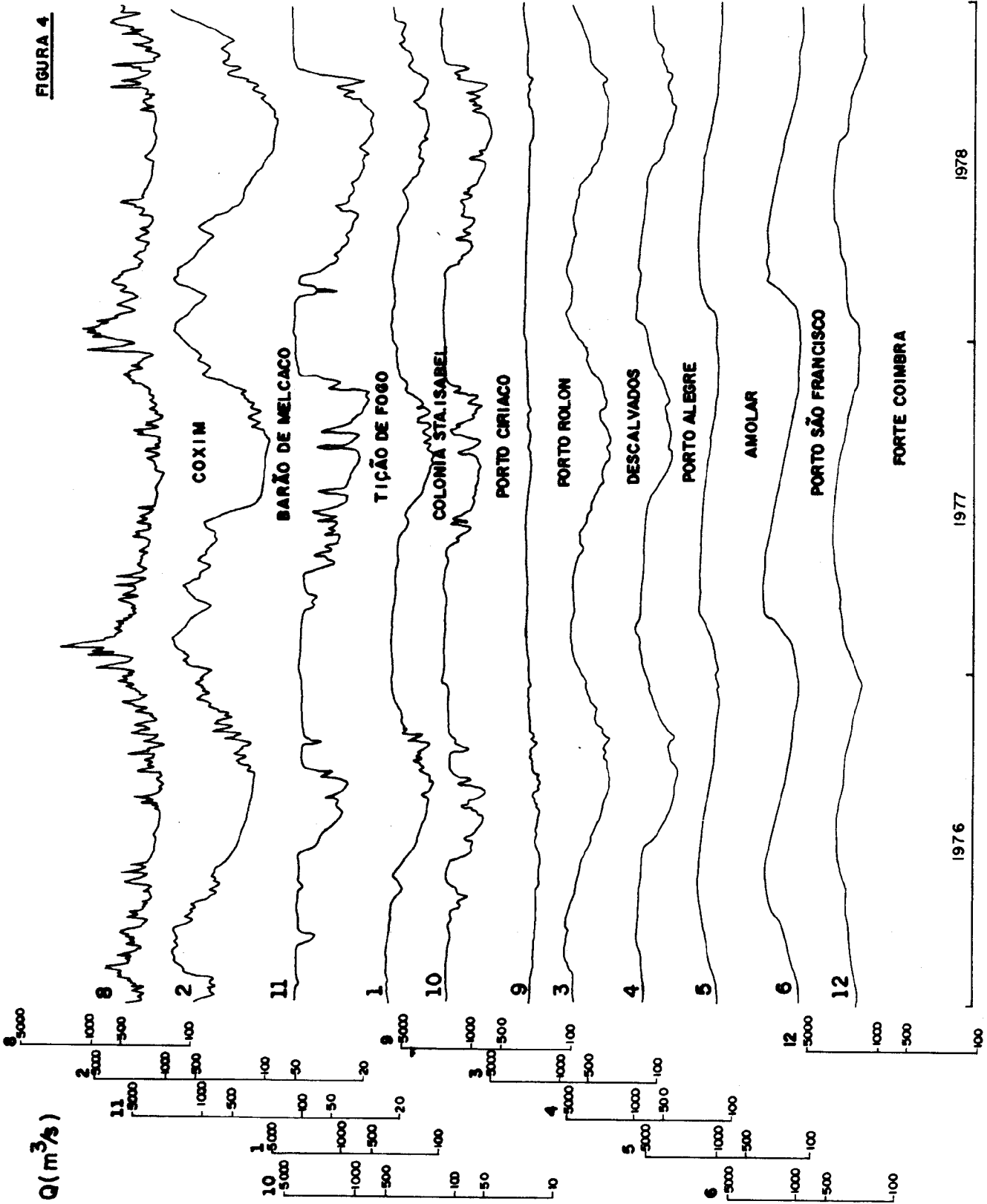
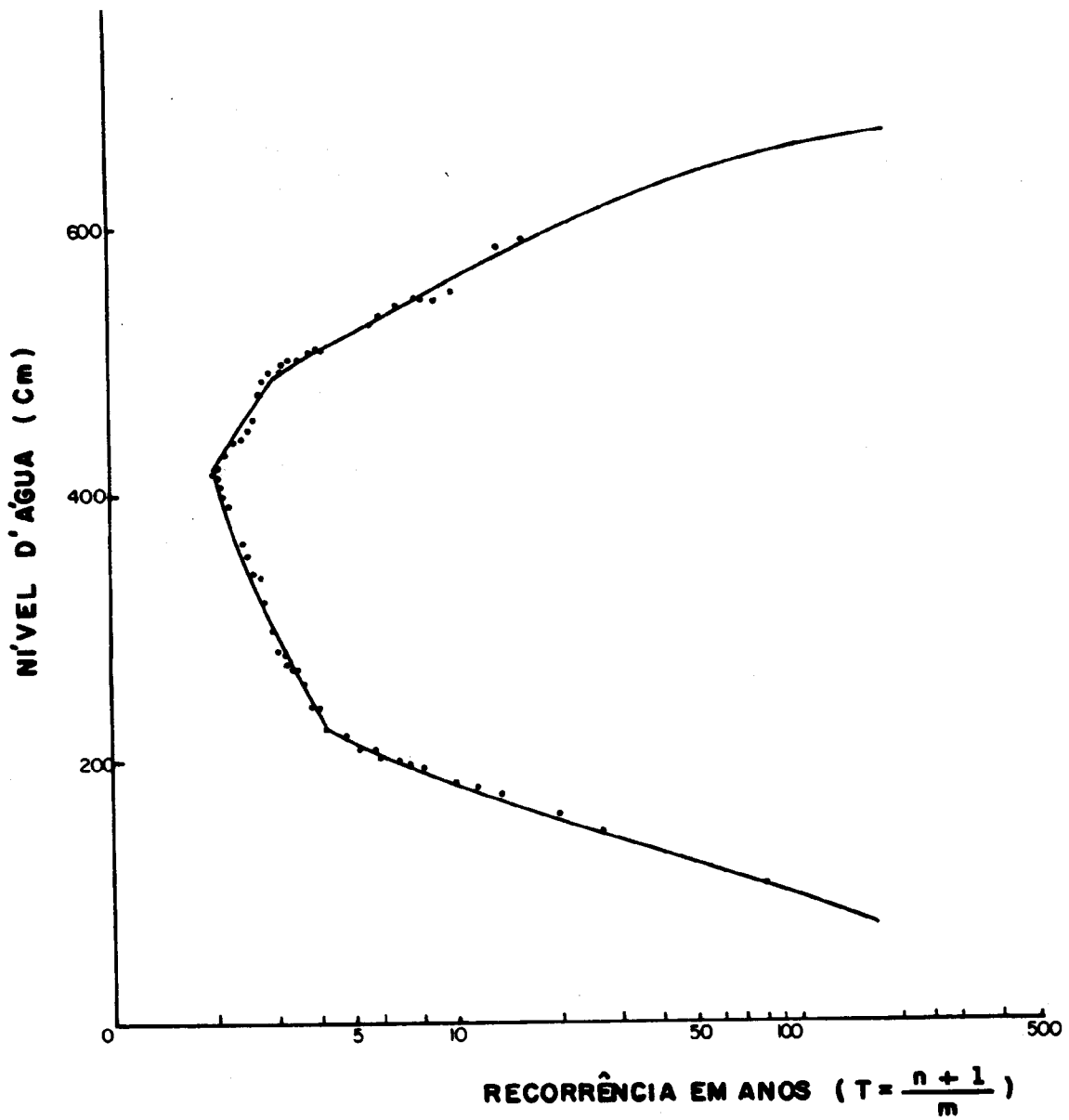


FIGURA 4



HIDROGRAMAS

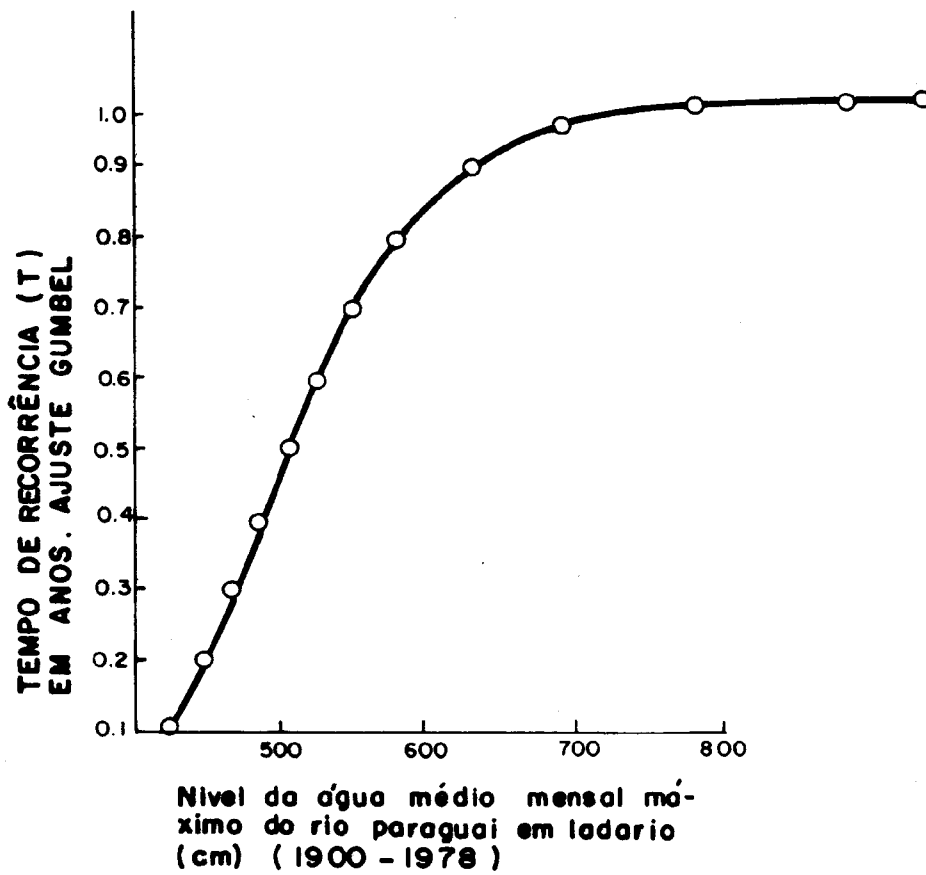


T - Recorrência em anos
n - Número de anos estudado
m - Número de ordem

FIG. 5a : CURVA DE RECORRÊNCIA DOS NÍVEIS DE ÁGUA EM LADARIO.

Figura 5 b

**PERIODOS DE RECORRÊNCIA DE DESCARGAS
NO RIO PARAGUAI (AJUSTE DE GUMBEL)**



de algumas estações fluviométricas. A figura 4 indica o resultado.

Quatro tipos de hidrograma foram identificados:

Tipo 1 - Hidrogramas de estações fluviométricas nas bordas da bacia, isto é, ao pé das áreas mais acidentadas (estações 2, 8, 10 e 11). Estes apresentam picos de descarga bem definidos que tem forte correlação com a precipitação sobre a área.

Tipo 2 - Hidrogramas que não acusam uma relação direta entre a pluvimetria local e a descarga de rios (estações 5, 6 e 12). Apresentam uma única ascensão anual seguida por um decrescimento de descargas fluviais.

Tipo 3 - Hidrogramas que apresentam características mixtas pois tanto possuem uma ascensão/decrescimento anual como também uma forte correlação com a precipitação local, observada através de picos de descarga pronunciados (estações 1, 3 e 4).

Tipo 4 - Hidrograma 9, apresenta uma descarga praticamente constante o que significa que o interrelacionamento água superficial - água subterrânea é significativo, havendo provavelmente uma substancial infiltração das águas fluviais. Se observarmos os mapas geológico e topográfico, verificamos que esta estação fluviométrica (Porto Rolon) está situada sobre um imenso leque aluvial onde existem evidências concretas da infiltração de águas superficiais.

Os diferentes tipos de hidrogramas nos levam às seguintes conclusões sobre o escoamento de água na bacia:

- Próximo aos limites Norte e Leste, onde o relevo é acidentado e as rochas relativamente impermeáveis, existe uma forte correlação entre a precipitação e os picos de descarga, e o que indica que a taxa de escoamento superficial é elevada.
- A medida que se afasta dos bordos da bacia a correlação precipitação-descargas de rio diminui, e existe a tendência de hidrogramas apresentarem anualmente uma única ascensão seguida de um decrescimento de vazões.
- O atraso dos picos de descarga em relação ao período de chuvas aumenta à medida que se afasta dos bordos da bacia.
- Na região do Pantanal os rios apresentam durante a época de máximas descargas, tre-

chos dos hidrogramas horizontais, o que indica que provavelmente não comportem neste período toda a água vindo de rio acima, ou seja, a água transborda suas margens.

e) Existem evidências fluviométricas e geológicas da ocorrência de infiltração de águas fluviais (e provavelmente pluviais) a Nordeste da área estudada.

Para avaliar a representatividade do ano estudado (1978) plotou-se a curva de recorrência do máximo nível médio mensal anual (Fig. 5a). Observou-se assim que o período de recorrência para os níveis do rio em 1978 é de 5.7 anos enquanto que o período de recorrência para os níveis do rio em 1974, um ano de enchente, é de 6.2 anos. Conclui-se portanto que 1978 é um ano bastante representativo das enchentes no Pantanal.

A análise dos dados fluviométricos forneceu ainda outras informações específicas relevantes. Observou-se que entre as estações fluviométricas de Amolar (5) e Porto São Francisco (6) a jusante, ocorre um aumento significativo do volume de descarga do Rio Paraguai. Durante o período de cheia analisado (5 de março a 3 de maio de 1978) a descarga média foi de $1600\text{m}^3/\text{s}$ e $2300\text{m}^3/\text{s}$ para estas estações respectivamente. A ordem de grandeza do volume transbordado entre Descalvados (3), Porto Alegre (4) e Amolar (5) no mesmo período é de $100\text{m}^3/\text{s}$. Ao confrontar estes dados observamos que ocorre um excesso de água na ordem de $600\text{m}^3/\text{s}$ passando por Porto São Francisco (6) que não dista muito de Amolar (5). Não existem entre estas duas estações afluentes de grande porte. Conclui-se daí que esta água provavelmente provem do escoamento de água subterrânea do imenso leque aluvial que cobre uma área superior a 30.000 km^2 e se situa a Nordeste do Rio Paraguai.

5. ANÁLISE CRÍTICA DA APLICABILIDADE DE IMAGENS LANDSAT MSS NO MAPEAMENTO DE ÁREAS ALAGADAS NO PANTANAL MATOGROSSENSE.

A planície aluvial do Pantanal apresenta uma forte interdependência entre vegetação, solo, nível freático e enchentes periódicas. A vegetação é portanto uma indicação direta do ambiente hidrológico e pedológico num determinado local. Vegetação também é detectada pelo satélite LANOSAT pois ocorre sobre a superfície. Por isto, especialmente nesta região relativamente pouco influenciada pela ação do homem, esta fornece informações importantes que são detectadas pelo sistema MSS. As imagens resultantes apresentam níveis de reflectância que podem ser separados em diferentes classes ou "unidades integradas". Entende-se por "unidade integrada" uma área com um determinado nível de reflectância produzido por um único tipo de superfície (água, terra úmida, terra seca com vegetação escassa etc) ou uma combina-

ção de tipos de superfície onde um tipo pode ou não predominar. Tendo isto em consideração, é teoricamente possível por interpretação visual ou digital, separar áreas secas de áreas inundadas. Na prática entretanto, o problema não é tão simples assim, pois exatamente devido a mescla de água, solo e vegetação, esta separação se complica.

Existe uma determinada "unidade integrada" que é típica para um nível de reflectância específico que pode ser representado por condições de terreno substancialmente diferentes, estas são:

- solo argiloso úmido com pouca vegetação;
- vegetação de pequeno porte situada em águas rasas estagnadas;
- água turbulenta carregada com material em suspensão;
- água estagnada parcialmente coberta por algas ou vegetação hidrófita;
- qualquer tipo de combinação entre as condições de terreno acima descritos.

É obvio que se todas estas diferentes condições de terreno apresentam um único nível de reflectância, não é simples determinar com exatidão o contato entre superfícies inundadas e zonas secas. Este problema deve ser abordado selecionando-se um nível de reflectância que seja representativo de "áreas essencialmente alagadas". Para facilitar o trabalho deve-se usar ainda, quando possível, mapas topográficos pois as enchentes se concentram em áreas mais baixas. A observação de imagens de diferentes períodos também facilita detectar as áreas que sistematicamente inundam. Outro fator que auxilia é a forte interdependência entre solo e vegetação na área, pois enquanto a vegetação "chaco" ocupa as depressões, a vegetação relativamente mais exuberante "cerrado" prolifera em áreas mais elevadas constituídas por solo mais arenoso. O canal 7 (0.8 a 1.1 μ m) do sistema fornece o máximo de informações para o problema e a área em questão pois enquanto a água pura não oferece reflectância nenhuma, a vegetação dará uma resposta de aproximadamente 40% da luz solar incidente. Os canais espectrais 4 e 5 (0.5 a 0.6 e 0.6 a 0.7 μ m) dão relativamente pouca informação na área pois apresentam reflectâncias variando numa faixa de apenas 10 a 20% da luz solar originalmente incidente, para todas as condições de terreno. Além disto ocorre a atenuação motivada por dispersão pela atmosfera dos comprimentos de onda no canal 4, pois a evapotranspiração imensa provoca muita nebulosidade. O canal 6 (0.7 a 0.8 μ m) não oferece na área considerada nenhuma vantagem sobre o canal 7.

A experiência adquirida durante esta investigação permite concluir que a combinação dos canais espectrais 5 e 7 possibilita a obtenção do máximo de informações para o problema e a área estudados.

É importante lembrar sempre, que o sistema MSS fornece informações que devido as

limitações de sua resolução espacial é de natureza integrada. É recomendado por isto interpretar estas informações de uma forma integrada e não tentar detalhar demasiadamente, pois assim o interpretador acaba se perdendo num labirinto de informações muito difícil de diferenciar racionalmente.

A interpretação digital pode ser vantajosa no problema em questão, pois o computador tem maior poder de discriminação que o olho humano, é mais consistente e rápido. Além disto permite facilmente calcular as áreas "essencialmente alagadas".

Obteve-se como resultado da interpretação visual das imagens MSS os mapas na figura 6.

6. CORRELAÇÃO DE DESCARGAS DE RIO E ÁREAS INUNDADAS.

A ausência de picos de descarga nos hidrogramas de estações fluviométricas no Pantanal durante a época da cheia, impossibilita relacionar diretamente a partir de hidrogramas a descarga de rios com áreas inundadas. No entanto, a informação que se pode extrair dos hidrogramas é que devido a sua horizontalidade, os rios comportam durante a época da cheia o volume máximo de água, sendo provável que haja água transbordando as margens destes.

Para averiguar se isto realmente ocorre, somou-se as descargas de duas estações; Descalvos(3) no Rio Paraguai e Porto Alegre (4) no Rio Cuiabá respectivamente, e subtraiu-se desta soma a descarga de uma estação a jusante; Amolar(5). Contatou-se com este artifício que para o período estudado (cheia de 1978), durante 60 dias (5 de março a 3 de maio) houve um excesso de água, ou seja, as descargas de (3) + (4) excederam a de (5) que se situa a jusante! Este excesso de água é justamente o que causou o transbordamento de água e consequente inundações. O volume total de água excedente foi calculado e em seguida subtraiu-se as perdas por evaporação (evaporímetro classe A), considerando-se as superfícies inundadas levantadas através das imagens LANDSAT MSS.

As perdas por infiltração foram desprezadas porque as áreas alagadas apresentam solo com granulometria muito fina o que minimiza sua permeabilidade.

Como resultado obteve-se volumes de água correlacionáveis a áreas alagadas. Estes resultados correspondem a dados de um único ano que foram utilizados a título de exemplificação. Recomenda-se no entanto para estudos futuros a análise de dados anuais. Para isto teria de se calcular o volume de água responsável pelas inundações como foi feito acima, e correlacioná-lo a correspondente área alagada.

Se este procedimento é repetido para vários anos obtem-se uma função similar àque-la obtida no exemplo que apresentamos Fig. 7.



13 de abril de 1978, área inundada 1664 km².

(Figura 6a)

24 de junho de 1978, área inundada 1545 km².

(Figura 6b)





30 de junho de 1978, área inundada 1305 km²,
(Figura 6c)

17 de agosto de 1978, área inundada 1010 km².
(Figura 6d)





22 de setembro, área inundada 757 km².
(Figura 6e)



3 de dezembro de 1978, área inundada 611 km².
(Figura 6f)

TABELA 1 - RELAÇÃO ENTRE ÁREAS INUNDADAS E VOLUMES DE ÁGUA EXCEDENTE.

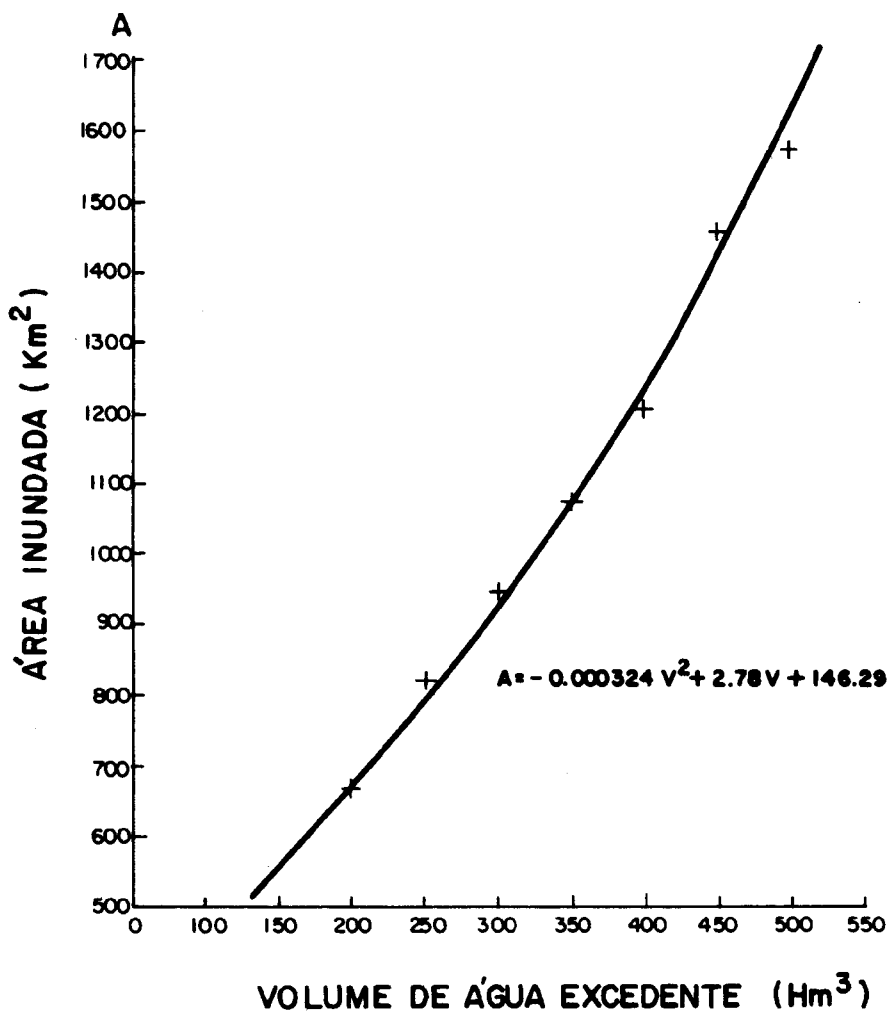
Data de Tomada da Imagem LANDSAT MSS (1978)	Área Inundada km ²		Evaporação (E) a partir do evapômetro classe A (mm)	Precipitação (P) (mm)	E - P deficit de água (mm) entre 2 imagens consecutivas.	Volume de água excedente nas áreas inundadas (Hm ³).
	na data	Media entre duas datas consecutivas				
Abril 13	<u>1664</u>		178	140	38	<u>544*</u> <u>580 (95*- 59)</u>
Junho 24	1427	<u>1305</u>	134	-	134	<u>405</u>
Julho 30	1187	<u>1010</u>	62	-	62	<u>342</u>
Agosto 17	837	<u>757</u>	141	34	107	<u>261</u>
Setembro 22	677	<u>611</u>	349	170	179	<u>152</u>
Dezembro 03	545					

* Obtido através do cálculo de excedentes de água que transbordaram as margens do Rio Paraguai.

Os dados sublinhados foram utilizados na correlação entre descargas de rio e áreas inundadas.

Figura 7

**RELAÇÃO DE ÁREA INUNDADAS COM
VOLUMES DE ÁGUA EXCEDENTES**



Se for elaborada ainda uma função de recorrência dos volumes que causam as inundações, com parâvel àquela apresentada na Fig. 5b, será possível produzir mapas de áreas inundadas para diferentes tempos de recorrência.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1. Dados Hidrometeorológicos

A análise estatística de dados hidrometeorológicos possibilitou situar o ano estudado (1978) em relação as mudanças cíclicas do clima local (Desvio Cumulativo da Mediana Fig. 1). Similarmente a elaboração da curva de recorrência de níveis de água do Rio Paraguai indicou que este ano é representativo em relação a outros anos de enchentes no Pantanal.

Através de uma regressão linear entre dados pluviométricos e fluviométricos foi demonstrado ainda que a correlação entre chuvas e enchentes é fraca. Pode-se concluir daí que provavelmente a coincidência de picos de descarga de diferentes rios é o principal fator na causa de enchentes.

7.2. Imagens LANDSAT MSS

A interpretação visual de imagens LANDSAT MSS permitiu o mapeamento de áreas alagadas em 6 datas diferentes. Com a experiência obtida durante esta investigação pode-se afirmar o seguinte:

- É recomendável o uso dos canais espectrais 5 e 7 para a determinação de áreas alagadas no Pantanal devido a dispersão sofrida pelos comprimentos de onda do canal 4 na atmosfera, e o fato do canal 6 não contribuir com informações adicionais devido a semelhança de sua resposta espectral em relação ao canal 7.
- Se for possível proceder com a interpretação digital deve-se tentar sua utilização com os seguintes objetivos:
 - a) caracterizar a faixa de reflectância menor possível que seja representativa de áreas inundadas;
 - b) dar a esta faixa de reflectância um código de cor e produzir imagens coloridas para serem comparadas ao produto fotográfico convencional visivelmente interpretado;
 - c) após correções pode-se através do computador automaticamente determinar as áreas inundadas.

7.3. Integração de Dados Hidrometeorológicos com Áreas Inundadas Obtidos a Partir de Imagens LANDSAT MSS.

O volume de água que causa as inundações no Pantanal Matogrossense não pode ser diretamente obtido a partir de um único hidrograma na área inundada pois este apresentará durante a época da cheia uma descarga constan-

te que indica o provável transbordamento de água pelas margens do rio. Para estimar o volume de água transbordado é necessário recorrer a estações fluviométricas a montante que não apresentam evidências de transbordamento (descargas constantes). Subtrai-se das descargas a montante, as descargas da estação a jusante, e assim estima-se o volume de água transbordado. É necessário obviamente computar a precipitação e evaporação sobre as áreas alagadas para obter resultados de maior confiabilidade. As áreas alagadas são calculadas após sua interpretação em imagens MSS. O que se obtém ao correlacionar estas com descargas de rio é uma função polinomial (Fig. 5) entre áreas alagadas e volumes de água excedentes (que não se mantiveram dentro das margens do rio). Teria de se repetir o procedimento seguido nesta investigação desde 1973 até a presente data pois as primeiras imagens foram obtidas naquele ano.

Deve-se a seguir tentar produzir uma curva de recorrência para os volumes de água excedente, para esta poderão ser utilizados muito mais anos do que na computação de áreas alagadas. Esta curva usada em combinação com a função polinomial acima descrita possibilitará determinar o período de recorrência de áreas inundadas.

Uma vez que se tenha a recorrência de áreas inundadas, estas podem ser utilizadas para produzir mapas indicando a extensão superficial de inundações com seus correspondentes tempos de recorrência em anos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DARCH, J.P.A. A study of Moisture Conditions in the Pantanal of Brazil Using Satellite Imagery, Remote Sensing of Environment 8, pp. 331-348, 1979.
- DEUTSCH, M. Optical Processing of ERTS Data for determining Extent of the 1973 Mississippi River Flood. ERTS-1 A New Window On Our Planet, Geological Survey Professional Paper 929, pp 209-213.
- DEUTSCH, M.; RUGGLES, F.H.; GUSS, P.; and YOST, E. Mapping of the 1973 Mississippi River Floods From the Earth Resources Technology Satellite (ERTS), Remote Sensing and Water Resources Management American Water Resource Association Proc. N.O. pp 39-54, 17 June 1973.
- GRAY, D.M. Interrelationships of Watershed Characteristics - Journal of Geophysical Research Volume 66 (nº 4) pp 1215 - 1222, April 1961.
- GUPTA, S.N.; BHATLACHARYA, A.P.; and FINDAL, S.R. Statistical Correlation of Himalayan and Bundelkhand Basin Characteristics with flood flows. Unesco Symposium on floods and their Computation, pp 874-879, Lenin-grad 1967.

HOYER, B.E.; McADAMS, M.P.; and HALLBERG, G.R.
Development and Testing of Operational
Flood Mapping Techniques Proceedings of
the American Society of Photogrammetry pp
485 - 496, September 1976.

KENNEDY, R.J.; and WATT, W.E. The Relations-
hip between lag time and the Physical Cha-
racteristics of Drainage Basins in Southern
Ontario. Unesco Symposium on floods and
their Computation, pp 866 - 873, Leningrad
1967.

MINISTÉRIO DO INTERIOR - DNOS; Estudos Hidro-
lógicos da Bacia do Alto Paraguai, 1966 -
1972.

- Relatório Técnico
- Diversos
- Alturas de Chuva
- Fluviometria.

ROBINOVE, C.J. Interpretation of a Landsat
Image of an Unusual Flood Phenomenon in
Australia - Remote Sensing of Environment
Vol. 7 n^o 3, pp 219-225, August 1978.

RODDA, J.C. The significance of Characteris-
tics of basin rainfall and Morphometry in
a Study of Floods in the United Kingdom,
Unesco Symposium on floods and their Com-
putation, pp 834-845, Leningrad 1967.

SABINS, F.F. Jr. Remote Sensing Principles
and Interpretation. W.H. Freeman and Com-
pany, San Francisco, 426 pp, 1978.

VELLOSO, H.P. Report on Mission to Pantanal
help from 30/01/71 - 08/02/71 UNDP/SF
Project BRA/66521.

