

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DO ÂNGULO DE INCIDÊNCIA DA RADIAÇÃO DE MICRO-
ONDAS NA SEPARABILIDADE DE ESPÉCIES DE PLANTAS AQUÁTICAS NO BRAÇO DO
PUCURUÍ - AFLUENTE DO RESERVATÓRIO DE TUCURUÍ**

Maria Lucia Santos da Silva

Aluna da UNIVAP-bolsista PIBIC Praça Cândido Dias Castejon, 116
Cx.Postal 82 Cep.12245-720 São José dos Campos-SP
Evlyn M. L. Moraes Novo, Pesquisador Sênior INPE-DSR Av. dos
Astronautas,1758 Cx.Postal 515 Cep.12201-970 São José dos Campos

O aparecimento de plantas aquáticas está relacionado ao regime de nutrientes do sistema aquático (Camargo, 1992). Sabe-se que o reservatório recebe o aporte de nutrientes de toda sua bacia de drenagem. No reservatório de Tucuruí, especificamente, a carga de nutrientes está também relacionada com a decomposição da floresta submersa.

As plantas aquáticas causam vários efeitos negativos, entre outros: diminuição da zona eufótica, aumento do déficit de oxigênio, emissão de gás metano, aparecimento de mosquitos transmissores de doenças.

Em 1995 foi lançado um satélite, o RADARSAT que opera na banda C e tem como característica inovadora a possibilidade de apontamento segundo diferentes ângulos de incidência. Com isto torna-se crítico conhecer o efeito do ângulo de incidência na capacidade de detecção dos diferentes gêneros de plantas aquáticas.

Neste contexto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito do ângulo de incidência sobre a discriminação visual de gêneros de plantas aquáticas no reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí.

Para a realização deste projeto foram utilizadas 18 fotografias aéreas na escala 1/10.000. A fotointerpretação destas fotografias permitiu identificar, entre bancos de plantas aquáticas, floresta, pastagem e rebrota, 17 classes e através do Sistema de Informação Geográfica (SGI) gerar um mapa de referência, considerado como a "verdade terrestre".

Foram também usados dados de radar obtidos durante a missão SAREX/92 em forma de transparência positiva, conforme Tabela 1.

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS DOS DADOS DE RADAR AEROTRANSPORTADO.

Largura da Faixa	Modo de Aquisição	Banda - C Polarização	Direção	Ângulo de Incidência	Resolução
20 Km	Nadir	HH,VV	Esquerdo	20-74	6 X 6
18 Km	Narrow	HH,VV	direito	45-76	6 X 6

A interpretação visual dos dados de radar aerotransportado (SAR-C), permitiu identificar bancos de plantas aquáticas. A interpretação

de cada produto de radar foi comparado com o resultado da fotointerpretação das fotografias aéreas. Podendo assim, avaliar o desempenho dos dados de radar em relação a "verdade terrestre" considerada.

Na Tabela 2 consta as classes discriminadas através dos dados de radar.

**TABELA 2 - CLASSES MAPEADAS A PARTIR DE DADOS DE RADAR
AEROTRANSPORTADO (SAR-C)**

MODO DE AQUISIÇÃO	POLARIZAÇÃO	CLASSES DISCRIMINADAS	COMENTÁRIOS
Nadir	HH	- <i>Eicchornia, sp</i> - <i>Scirpus, sp.</i> -Banco Misto -Água	-Alto retroespalhamento dos paliteiros. -Possível de se mapear banco de <i>Eicchornia, sp.</i>
Nadir	VV	- <i>Scirpus, sp.</i> - <i>Scirpus Jovem</i> -Banco Misto -Floresta -Água	-Baixo retroespalhamento dos paliteiros. -Banco de <i>Eicchornia, sp.</i> não visível.
Narrow	HH	- <i>Eicchornia, sp</i> - <i>Scirpus, sp.</i> - <i>Scirpus Jovem</i> -Banco Misto -Água	-Alto retroespalhamento dos paliteiros. -Melhor definição entre floresta e banco de planta aquática. -Identificado um banco de <i>Eicchornia, sp.</i>
Narrow	VV	- <i>Eicchornia, sp</i> - <i>Scirpus, sp</i> -Banco Misto -Água	-Baixo retroespalhamento dos paliteiros. -Comprometimento na definição entre floresta e banco de planta aquática. -Identificado dois banco de <i>Eicchornia, sp.</i>

Analisando as classes identificadas através dos dados SAR-C em relação às classes identificadas através das fotografias aéreas, percebe-se que os dados adquiridos no modo *Narrow*, polarização HH, ângulo de Incidência (45-76), teve melhor desempenho, sendo possível identificar banco de *Eicchornia, sp.*, *Scirpus, sp.*, *Scirpus jovem*, além de identificar os paliteiros, através do alto retroespalhamento que está associado à polarização HH.

BIBLIOGRAFIA

Camargo, A.F.M. Dinâmica do Nitrogênio e do Fosfato em uma lagoa marginal do rio Mogi-Guaçu (Lagoa do Mato, S.P.). Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, pp.204,1991.

**AValiação DO EFEITO DO ÂNGULO DE INCIDÊNCIA DA RADIAÇÃO DE MICRO-
ONDAS NA SEPARABILIDADE DE ESPÉCIES DE PLANTAS AQUÁTICAS NO BRAÇO DO
PUCURUÍ - AFLUENTE DO RESERVATÓRIO DE TUCURUÍ**

Maria Lucia Santos da Silva

Aluna da UNIVAP-bolsista PIBIC Praça Cândido Dias Castejon, 116
Cx.Postal 82 Cep.12245-720 São José dos Campos-SP
Evlyn M. L. Moraes Novo, Pesquisador Sênior INPE-DSR Av. dos
Astronautas,1758 Cx.Postal 515 Cep.12201-970 São José dos Campos

O aparecimento de plantas aquáticas está relacionado ao regime de nutrientes do sistema aquático (Camargo, 1992). Sabe-se que o reservatório recebe o aporte de nutrientes de toda sua bacia de drenagem. No reservatório de Tucuruí, especificamente, a carga de nutrientes está também relacionada com a decomposição da floresta submersa.

As plantas aquáticas causam vários efeitos negativos, entre outros: diminuição da zona eufótica, aumento do déficit de oxigênio, emissão de gás metano, aparecimento de mosquitos transmissores de doenças.

Em 1995 foi lançado um satélite, o RADARSAT que opera na banda C e tem como característica inovadora a possibilidade de apontamento segundo diferentes ângulos de incidência. Com isto torna-se crítico conhecer o efeito do ângulo de incidência na capacidade de detecção dos diferentes gêneros de plantas aquáticas.

Neste contexto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito do ângulo de incidência sobre a discriminação visual de gêneros de plantas aquáticas no reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí.

Para a realização deste projeto foram utilizadas 18 fotografias áreas na escala 1/10.000. A fotointerpretação destas fotografias permitiu identificar, entre bancos de plantas aquáticas, floresta, pastagem e rebrota, 17 classes e através do Sistema de Informação Geográfica (SGI) gerar um mapa de referência, considerado como a "verdade terrestre".

Foram também usados dados de radar obtidos durante a missão SAREX/92 em forma de transparência positiva, conforme Tabela 1.

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS DOS DADOS DE RADAR AEROTRANSPORTADO.

Largura da Faixa	Modo de Aquisição	Banda - C Polarização	Direção	Ângulo de Incidência	Resolução
20 Km	Nadir	HH,VV	Esquerdo	20-74	6 X 6
18 Km	Narrow	HH,VV	direito	45-76	6 X 6

A interpretação visual dos dados de radar aerotransportado (SAR-C), permitiu identificar bancos de plantas aquáticas. A interpretação

de cada produto de radar foi comparado com o resultado da fotointerpretação das fotografias aéreas. Podendo assim, avaliar o desempenho dos dados de radar em relação a "verdade terrestre" considerada.

Na Tabela 2 consta as classes discriminadas através dos dados de radar.

**TABELA 2 - CLASSES MAPEADAS A PARTIR DE DADOS DE RADAR
AEROTRANSPORTADO (SAR-C)**

MODO DE AQUISIÇÃO	POLARIZAÇÃO	CLASSES DISCRIMINADAS	COMENTÁRIOS
Nadir	HH	- <i>Eicchornia, sp</i> - <i>Scirpus, sp.</i> -Banco Misto -Água	-Alto retroespalhamento dos paliteiros. -Possível de se mapear banco de <i>Eicchornia, sp.</i>
Nadir	VV	- <i>Scirpus, sp.</i> - <i>Scirpus Jovem</i> -Banco Misto -Floresta -Água	-Baixo retroespalhamento dos paliteiros. -Banco de <i>Eicchornia, sp.</i> não visível.
Narrow	HH	- <i>Eicchornia, sp</i> - <i>Scirpus, sp.</i> - <i>Scirpus Jovem</i> -Banco Misto -Água	-Alto retroespalhamento dos paliteiros. -Melhor definição entre floresta e banco de planta aquática. -Identificado um banco de <i>Eicchornia, sp.</i>
Narrow	VV	- <i>Eicchornia, sp</i> - <i>Scirpus, sp</i> -Banco Misto -Água	-Baixo retroespalhamento dos paliteiros. -Comprometimento na definição entre floresta e banco de planta aquática. -Identificado dois banco de <i>Eicchornia, sp.</i>

Analisando as classes identificadas através dos dados SAR-C em relação às classes identificadas através das fotografias aéreas, percebe-se que os dados adquiridos no modo Narrow, polarização HH, ângulo de Incidência (45-76), teve melhor desempenho, sendo possível identificar banco de *Eicchornia, sp.*, *Scirpus, sp.*, *Scirpus jovem*, além de identificar os paliteiros, através do alto retroespalhamento que está associado à polarização HH.

BIBLIOGRAFIA

Camargo, A.F.M. Dinâmica do Nitrogênio e do Fósforo em uma lagoa marginal do rio Mogi-Guaçu (Lagoa do Mato, S.P.). Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, pp.204,1991.

RELATÓRIO FINAL DO PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
"AVALIAÇÃO DO EFEITO DO ÂNGULO DE INCIDÊNCIA DA RADIAÇÃO DE
MICROONDAS NA SEPARABILIDADE DE ESPÉCIES DE PLANTAS
AQUÁTICAS NO BRAÇO DO PUCURUÍ - AFLUENTE DO RESERVATÓRIO DE
TUCURUÍ"

Autor : Maria Lucia Santos da Silva
Orientador: Dra. Evlyn Marcia Leão de Moraes Novo

Divisão de Sensoriamento Remoto
Coordenação de Observação da Terra
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
São José dos Campos
1996

Resumo

O objetivo deste relatório é o de apresentar as atividades realizadas no projeto de Iniciação Científica "Avaliação do efeito do ângulo de incidência da radiação de microondas na separabilidade de espécies de plantas aquáticas no braço do Pucuruí - afluente do reservatório de Tucuruí". Apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre a física de imageamento por radar, as interações das microondas e alvos da superfície terrestre e informações sobre a comunidade de plantas aquáticas. Através de fotografias aéreas foi possível obter informações sobre os bancos de gêneros de plantas aquáticas existentes no rio Pucuruí, elaborando através desta um mapa de referência. Este possibilitou avaliar o desempenho dos dados de radar obtidos no modo nadir, polarização HH, VV e ângulo de incidência médio 43° e modo Narrow, polarização HH, VV e ângulo de incidência médio 66° , na detecção de gêneros de plantas aquáticas.

SUMÁRIO

Pág.

LISTA DE FIGURAS.....	iii
LISTA DE TABELAS.....	iv
1 - INTRODUÇÃO.....	1
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1 - Plantas aquáticas.....	2
2.2 - Espectro de microondas.....	4
2.3 - Sistema radar.....	5
2.4 - Parâmetros do alvo e do sistema que influem no retroespalhamento.....	6
2.5 - Mecanismos de interação das microondas com a superfície.....	10
3 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	11
3.1 - Materiais.....	11
3.2 - Métodos.....	12
4- RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	16
4.1 - Resultados.....	16
4.2 - Discussões.....	17
5 - CONCLUSÃO.....	19
BIBLIOGRAFIA.....	20

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
1 - Retroespalhamento nas bandas X, C, e L.....	5
2 - Refletores de cantos.....	7
3 - Componentes de retroespalhamento versus ângulo de incidência para a banda L.....	9
4 - Mecanismos de interação das microondas com a superfície.....	11
5 - Transecto realizado na classe água/paliteiro.....	15
6 - Transecto realizado na classe água/paliteiro.....	16

LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
1 - CARACTERÍSTICAS DOS DIFERENTES ÂNGULOS DE INCIDÊNCIA.....	1
2 - BANDAS, FREQUÊNCIAS E COMPRIMENTOS DE ONDA UTILIZADOS EM RADARES.....	4
3 - CARACTERÍSTICAS DOS SAR ORBITAIS.....	6
4 - CARACTERÍSTICAS DOS DADOS DE RADAR AEROTRANSPORTADO.....	12
5 - CHAVE DE INTERPRETAÇÃO.....	13
6 - CHAVE DE INTERPRETAÇÃO DOS DADOS ADQUIRIDOS NO MODO NADIR, POLARIZAÇÃO HH.....	14
7 - CHAVE DE INTERPRETAÇÃO DOS DADOS ADQUIRIDOS NO MODO NADIR, POLARIZAÇÃO VV.....	14
8 - CHAVE DE INTERPRETAÇÃO DOS DADOS ADQUIRIDOS NO MODO NARROW, POLARIZAÇÃO HH.....	14
9 - CHAVE DE INTERPRETAÇÃO DOS DADOS ADQUIRIDOS NO MODO NARROW, POLARIZAÇÃO VV.....	14
10 - CLASSES MAPEADAS A PARTIR DE DADOS DE RADAR AEROTRANSPORTADO.....	17

1 - INTRODUÇÃO

Este relatório tem por objetivo apresentar as atividades desenvolvidas no âmbito do projeto de Iniciação Científica "Avaliação do efeito do ângulo de incidência da radiação de microondas na separabilidade de espécies de plantas aquáticas no braço do Pucuruí - afluente do reservatório de Tucuruí".

As plantas aquáticas causam vários efeitos negativos, entre outros: diminuição da zona eufótica, aumento do déficit de oxigênio, emissão de gás metano, aparecimento de mosquitos transmissores de doenças.

Em 1995 foi lançado um satélite, o RADARSAT que opera na banda C e tem como característica básica a possibilidade de apontamento segundo diferentes ângulos de incidência conforme Tabela 1.

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS DOS DIFERENTES ÂNGULOS DE INCIDÊNCIA.

Modo	Posição do Feixe	Ângulo de Incidência	Resolução Nominal	Área Nominal	Número de Looks
Fine	F1	37-40	10 x 10m	50 X 50Km	1 x 1
	F2	39-42			
	F3	41-44			
	F4	43-46			
	F5	54-48			
Standard	S1	20-27	30 x 30m	100 x 100Km	1 x 4
	S2	24-31			
	S3	30-37			
	S4	34-40			
	S5	36-42			
	S6	41-46			
	S7	45-49			
Wide	W1	20-31	30 x 30m	165 x 165Km	1 x 4
	W2	31-49		150 x 150Km	
	W3	39-45		130 x 130Km	
Scansar Narrow	SN1	20-40	50 x 50m	300 x 300km	2 x 2
	SN2	31-46			
Scansar Wide	SW1	20-49	100 x 100m	500 x 500Km	2 x 4
Extended High	H1	49-52			
	H2	50-53			
	H3	52-55			
	H4	54-57			
	H5	56-58			
	H6	57-59			
Extend Low	L1	20-23	35 x 35m	170 x 170Km	1 x 4

Fonte: NOVO, 1996

Com isto, torna-se crítico conhecer o efeito que ângulo de incidência de radiação de microondas que as imagens de radar oferecem, sobre a sua capacidade de detecção dos diferentes gêneros de plantas aquáticas.

Para a realização deste estudo foram utilizados basicamente procedimentos de análise visual de fotografias aéreas na escala 1/10.000 para gerar um mapa de referência, e imagens (transparências positivas) de radar.

O resultado da fotointerpretação foi transferido para um "overlay" e digitalizado constituindo-se num mapa de referência considerado como a "verdade terrestre".

A elaboração do mapa permitiu comparar o desempenho dos dados de radar, em diferentes modos de aquisição, quanto ao seu potencial de separação entre gêneros de plantas aquáticas.

Inicialmente, havia sido proposto a avaliação quantitativa da separabilidade entre as classes. Entretanto, devido, principalmente, a tempo necessário para a familiarização com os aspectos conceituais da teoria de radar, esta fase do trabalho não foi realizada até a presente data, ficando a análise restrita a aspectos qualitativos.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Plantas aquáticas

"Plantas aquáticas" ou "macrófitas aquáticas" é a denominação mais adequada para caracterizar vegetais que habitam desde brejos até ambientes verdadeiramente aquáticos.

Entre as macrófitas aquáticas incluem-se vegetais que variam desde macroalgas, do gênero *Chara*, até angiospermas, como a do gênero *Typha* (Esteves, 1988).

As macrófitas aquáticas podem colonizar os mais diferentes ambientes, dentre os quais destacam-se:

- **Fitotelmos:** Várias espécies de *Utricularia* crescem na água acumulada na bainha de bromeliáceas.
- **Fontes termais:** A macrófita aquática *Najas tequifolia* habita nascentes em água com temperatura de até 60°C.
- **Cachoeiras:** Várias espécies da família *Podostemonaceae*, são restritas a este ambientes.
- **Lagos, lagoas, represas e brejos:** Maioria das espécies de macrófitas aquáticas.

- Rios, riachos e corredeiras: *Nupha lutea* e *Ranunculies aquatilis*.

- Ambientes salobros como estuários, lagunas e lagos de regiões áridas: *Najas marina* e *Scirpus maritimus*.

- Ambientes salgados, como baías e recifes de corais e praias arenosas e rochosas: *Ruppia maritima*, *Zannichellia palustris* (ocorrem também em águas salobras) os gêneros *Halophila*, *Thalassia* e *Zostera*, as quais ocorrem principalmente em águas com salinidade acima de 5‰/00.

Os principais grupos de macrófitas aquáticas quanto a seu biótipo, são denominados genericamente de grupos ecológicos.

a) Macrófitas aquáticas emersas: plantas enraizadas no sedimento e com folhas fora d'água. Ex.: *Typha*, *Pontedeira*, *Echinodorus*, *Eleocharis*, etc.

b) Macrófitas aquáticas com folhas flutuantes: plantas enraizadas no sedimento e com folhas flutuando na superfície da água. Ex.: *Nymphaea*, *Vitoria* e *Nymphoides*.

c) Macrófitas aquáticas submersas enraizadas, plantas enraizadas no sedimento, crescem totalmente submersas na água. Podem crescer, via de regra, a partir de 11m de profundidade, dependendo da disponibilidade de luz. Ex.: *Myriophyllum*, *Elodea*, *Egeria*, *Hydrilla*, *Vallisneria*, *Mayaca* e a maioria das espécies do gênero *Potamogeton*.

d) Macrófitas submersas livres: São plantas que têm rizóides pouco desenvolvidos e que permanecem flutuando submergidas na água em locais de pouca turbulência. Geralmente ficam presas às macrófitas aquáticas de folhas flutuantes e nos caules das macrófitas emersas. Durante o período reprodutivo emitem flores emersas (exceção de *Ceratophyllum*). Ex.: *Utricularia* *Ceratophyllum*.

e) Macrófitas aquáticas flutuantes: São aquelas que flutuam na superfície da água. Geralmente seu desenvolvimento máximo ocorre em locais protegidos pelo vento. Neste grupo destacam-se: *Eichhornia crassipes*, *Salvinia*, *Pistia*, *Lemna* e *Azolla*.

Segundo Marouelli et al., (1988) em países de clima tropical, onde a temperatura da água é mais elevada, desenvolvem-se condições próprias para o crescimento de macrófitas. Este crescimento, dependendo de certas condições físico-químicas e biológicas, torna-se exponencial. Deste modo, deparamo-nos com um problema grave de produção excessiva, geralmente agravado por condições de

desequilíbrio do sistema aquático como é o caso da eutrofização artificial. O número crescente de projetos de irrigação e construção de represas tem colaborado para a reprodução das macrófitas e conseqüentemente causam efeitos adversos como:

- Bloqueio de canais e bombas dos projetos de irrigação;
- Obstrução do tráfego de embarcações;
- Aumento de doenças de veiculação hídrica;
- Interferência na pesca e no cultivo de peixes;
- Impedimento de drenagem de rios e canais, causando inundações;
- Impedimento da passagem da luz;
- Acumulação de seus restos em profundidade produzindo fenômenos de decomposição que reduz e esgotam o oxigênio dissolvido e alteram a qualidade da água.
- Alta perda de água por evapo-transpiração.

2.2 - Espectro de microondas

As microondas situam-se entre o infra-vermelho e as ondas de rádio, na região das frequências de 0,3 a 300 GHz e dos comprimentos de onda 1m a 1mm (Elachi, 1987). O comprimento de onda ou frequência utilizada definem as bandas do sensor como pode ser visto na Tabela 2.

TABELA 2- BANDAS, FREQUÊNCIAS E COMPRIMENTOS DE ONDA UTILIZADOS EM RADARES

BANDA	f (GHz)	λ (cm)
Ka	26,5 - 40	1,13 - 0,75
K	18,0 - 26,5	1,67 - 0,75
Ku	12,5 - 18	2,40 - 1,67
X	8,0 - 12,5	3,75 - 2,40
C	4,0 - 8,0	7,50 - 3,75
S	2,0 - 4,0	15,0 - 7,5
L	1,0 - 2,0	30,0 - 15,0
P	0,23 - 1,0	130 - 30,0

Fonte: NASA, 1995

A escolha da banda a ser utilizada está relacionada com a potência disponível no sistema já que o radar depende de sua própria fonte de energia.

O espalhamento pelos alvos terrestres é fortemente dependente da banda utilizada. O dossel da vegetação, em função de seus componentes (galhos, troncos, folhas) provoca um espalhamento volumétrico dependendo da banda utilizada. Assim, a utilização da banda L provoca um espalhamento volumétrico e conseqüentemente diminui o sinal retroespalhado, como pode ser verificado na Figura 1.

A penetração nos alvos é dependente do comprimento de onda utilizado. Como pode ser observado na Figura 1, onde a profundidade de penetração da banda L (23 cm) é consideravelmente superior à banda X (3 cm).

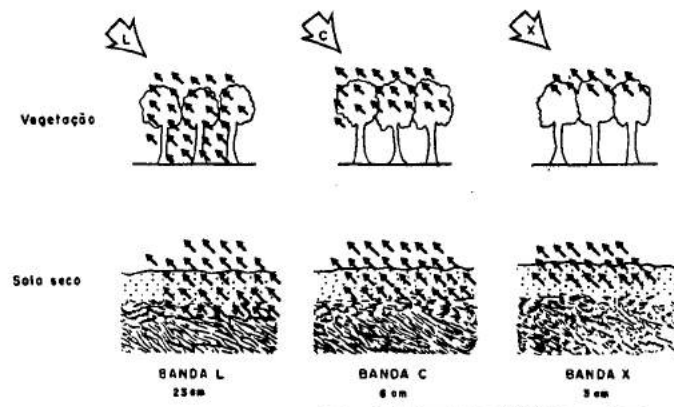


Figura 1 - Retroespalhamento nas bandas X,C,e L
 Fonte: Adaptada de FAO, 1991 (citada por Kuplich,1994)

2.3 - Sistema radar

O radar é um sistema sensor ativo, ou seja, possui sua própria fonte de energia emitindo e recebendo a radiação eletromagnética.

Nos últimos anos tem-se notado um crescente interesse pelo estudo da potencialidade do radar na discriminação de culturas, florestas, desflorestamento e detecção de mudanças. Como exemplos podem-se citar as campanhas AGRISAR 1986 e SAREX 1992, e os satélites ERS-1, JERS-1, SIR-C, X-SAR, RADARSAT, etc. (Orgambide, 1993).

Os radares imageadores podem ser de dois tipos RAR (Radar de Abertura Real) e SAR (Radar de Abertura Sintética).

O sistema radar SLAR (Side Looking Airbone Radar) é um exemplo de RAR que trabalha com as dimensões efetivas da antena, emitindo energia na direção lateral à linha do vôo da plataforma que o suporta. Existe uma limitação na resolução em azimute, devido às dimensões da antena, que não permite a emissão de grandes feixes de microondas. Este tipo de radar é sempre aerotransportado.

O sistema SAR é usado para se obter uma melhor resolução azimutal. O movimento da aeronave ou plataforma orbital é usado para simular uma antena muito maior que seu tamanho real (antena sintética).

A Tabela 3 apresenta algumas características dos SAR orbitais.

TABELA 3 - CARACTERÍSTICAS DOS SAR ORBITAIS

MISSÃO	LANÇAMENTO	POLARIZAÇÃO	BANDA
ERS-1	1.991	VV	C
J-ERS-1	1.992	HH	L
SIR-C	1.994	HH, VV, VH, HV	C, L, X
RADARSAT	1.995	HH	C

Fonte: Kuplich, 1994

2.4 - Parâmetros do alvo e do sistema que influem no retroespalhamento.

O nível de cinza (tonalidade) de uma imagem de radar é relacionado à intensidade do retroespalhamento, que é função da geometria do terreno e da rugosidade do alvo imageado. Assim, diversos fatores contribuem para afetar o retroespalhamento. Estes fatores podem ser divididos em parâmetros do sistema de radar e parâmetros do alvo.

a) Parâmetros do alvo:

Constante dielétrica: Propriedade elétrica da matéria que influencia o retorno da energia para a fonte. E esta se relaciona com a umidade.

Nas plantas esta propriedade tem sido relacionada diretamente com suas condições fisiológicas (McDONALD et al., 1990).

A constante dielétrica está diretamente relacionada com a umidade contida no alvo. Segundo McDONALD et al., 1990 a variação na constante dielétrica do dossel exerce efeitos no retroespalhamento.

Rugosidade da superfície: A rugosidade é um parâmetro relativo, já que é determinada por outras variáveis.

Uma superfície considerada rugosa para o radar provoca a reflexão difusa. Com a reflexão difusa o coeficiente de retroespalhamento aumenta e a imagem formada tende a níveis de cinzas mais claros.

Um caso particular de forte sinal de retorno ocorre quando duas superfícies lisas são adjacentes, uma dupla reflexão. Este fenômeno é conhecido como reflexão de canto ou "corner reflection", podendo ocorrer até em 3 (três) superfícies ("Trihedral corner reflection"). Como pode ser observado na Figura 2.

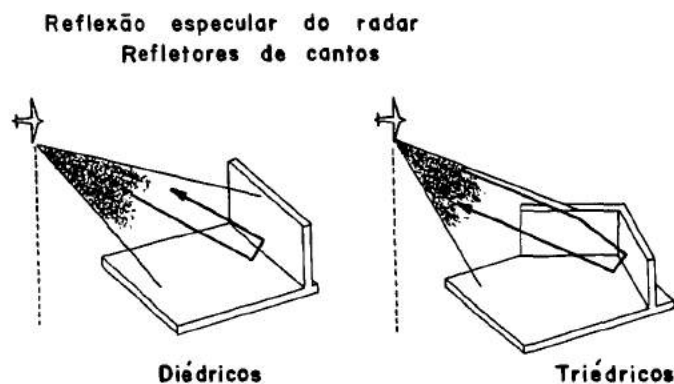


Figura 2 - Refletores de cantos
Fonte: Ahern e Kux, 1994

b) Parâmetros do sistema

Polarização: Uma onda eletromagnética que produz um campo elétrico e um plano fixo ao longo da direção de

propagação é dita uma onda polarizada linearmente. A maioria dos sistemas radar imageadores emitem e recebem ondas polarizadas linearmente (Noernberg, 1995).

As polarizações lineares usadas pelos sistemas radar são horizontal (H) e vertical (V). Um sensor com polarização VV é aquele que transmite e recebe ondas verticalmente polarizadas e HH, horizontalmente polarizadas. Existem ainda sistemas com polarizações cruzadas do tipo VH ou HV. A onda transmitida é captada em polarização distinta daquela emitida (Kuplich, 1994). Os ecos de radar são mais intensos na polarização paralela e mais fracos na polarização cruzada. (Nasa S.D.).

Em estudo onde se focalizou a afinidade entre o coeficiente de retroespalhamento de radar e os parâmetros florestais. O coeficiente médio de retroespalhamento foi medido para a banda P e L com polarizações HH, HV e VV e ângulo de incidência de 40°-50°. Observou-se que para todas as frequências, a melhor sensibilidade do coeficiente de retroespalhamento da biomassa tronco foi para o retorno de polarização cruzada.

Nos sistemas de polarização paralela (HH ou VV) as respostas mais intensas ocorrem quando os difusores são orientados na mesma direção da polarização da onda incidente.

Resolução: A resolução espacial do sistema pode ser definida como a capacidade do sistema, numa distância mínima, distinguir dois objetos distintos.

O sistema radar utilizado neste estudo é capaz de imagear em três modos de operação.

Modo nadir
Resolução 6m x 6m

Modo narrow swath
Resolução 6m x 6m

Modo wide swath
Resolução 20m X 10m

Ângulo de incidência: O ângulo de incidência é aquele compreendido entre o plano normal à superfície e o plano de propagação da radiação incidente no alvo. É um dos parâmetros do sistema de radar que está diretamente relacionado com a resposta ao radar dos diferentes alvos.

A influência do ângulo de incidência utilizado manifesta-se geralmente através de maiores valores de

coeficiente de retroespalhamento para ângulos próximos à normal, ou seja, ângulos menores, maior o coeficiente de retroespalhamento como pode ser observado na Figura 3. Entretanto, quando a superfície é muito rugosa, o retroespalhamento torna-se independente deste.

Pode ser observado na Figura 3 que o coeficiente de retroespalhamento direto do solo é dependente do ângulo de incidência tanto para polarização HH e VV. Já o coeficiente total da parte cimeira do dossel se comporta de forma constante, podendo este comportamento ser atribuído a rugosidade, já que o retroespalhamento proveniente de superfície rugosa, torna-se independente do ângulo.

Para polarização HH o coeficiente torna-se praticamente igual, tanto para o total do dossel e a interação tronco e solo, percebendo-se coeficientes com valores menores à medida que o ângulo de incidência aumenta.

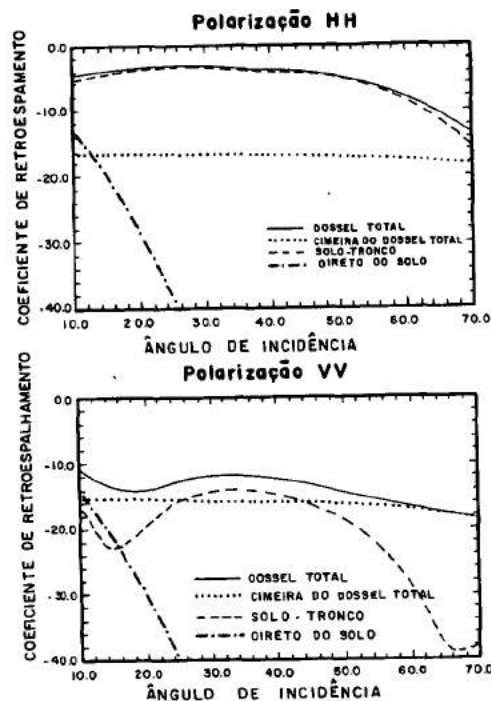


Figura 3 - Componentes de retroespalhamento versus ângulo de incidência para a banda L.

Fonte: Ulaby et al., 1990.

Comprimento de onda: Através do comprimento de onda utilizada se obtém informações sobre a rugosidade e a geometria da biomassa das plantas ou de qualquer outro alvo imageado. Além disso, este é um dos parâmetros que determina se uma superfície é rugosa ou lisa para o sistema radar. Conseqüentemente, pode aumentar ou diminuir o coeficiente de retroespalhamento.

"Speckle" Quando se observa uma imagem de radar a uma certa distância, o "speckle" não é notado, porque o olho do observador permite obter uma visão conjunta dos *pixels*. Por outro lado, quando se observa a imagem de perto, o "speckle" torna-se mais visível e, após uma observação muito próxima, a imagem parece quebrar-se num padrão granular sem sentido. Devido ao efeito do "Speckle" os intérpretes vão sempre observar que as imagens do SAR, banda C aerotransportado contém menos detalhe que as fotografias aéreas na mesma escala (Ahern e Kux, 1994).

O "Speckle" faz com que uma imagem de uma superfície homogênea apresente variações de brilho de um pixel para outro. Esta variação pode causar erro na interpretação quando se considera a tonalidade como elemento interpretativo.

2.5 - Mecanismos de interação das microondas com a superfície

A energia emitida pelo radar é espalhada ou refletida pelo alvo. Parte desta energia é absorvida e parte é refletida. A energia refletida servirá para a produção de uma imagem se retornar na direção em que foi transmitida.

Uma superfície é considerada lisa para o radar (reflexão especular tal como um espelho) se as irregularidade da superfície não forem maiores do que um oitavo ($1/8$) do comprimento de onda.

A interação da radiação de micro-ondas com os objetos da superfície é afetada pela rugosidade de sua superfície.

Existem três (3) variáveis para determinar se uma superfície é rugosa ou lisa para as microondas: comprimento de onda, a altura das irregularidades do terreno e o ângulo de incidência.

Na Figura 4 nota-se que uma onda incidente sobre uma superfície lisa provoca a reflexão especular, sobre uma superfície suavemente rugosa diminui a reflexão especular e sobre uma superfície rugosa provoca a reflexão difusa.

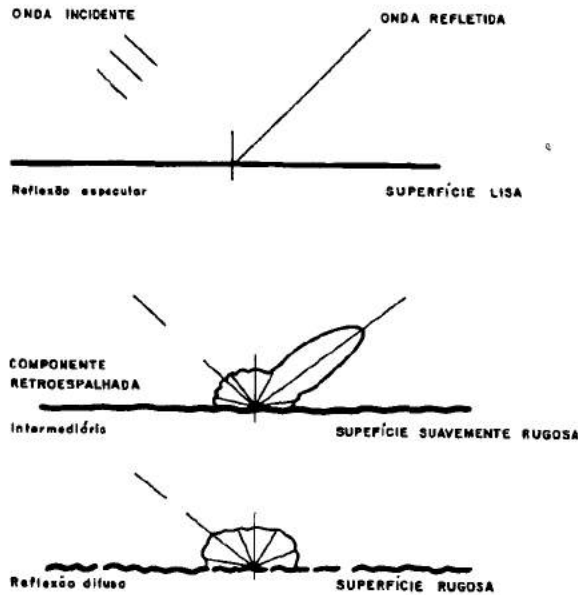


Figura 4 - Mecanismos de interação das microondas com a superfície.

Fonte: Ahern e Kux, 1994

Assim, em superfície rugosa o sinal que retorna em direção à antena é maior e quanto maior o sinal maior o brilho e a imagem tende aos níveis de cinza mais claros.

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 - Materiais

Para a realização deste projeto foram utilizadas 18 fotografias aéreas coloridas obtidas pelo INPE concomitante à missão SAREX-92 na escala 1/10.000 que recobre o rio Pucuruí - afluente do reservatório de Tucuruí.

A interpretação das fotografias aéreas foi realizada com auxílio de um estereoscópio de bolso que oferece uma visão tridimensional do terreno.

Como a rugosidade da superfície é um elemento importante para explicar o retroespalhamento foi utilizado uma lupa com precisão de 1mm para medir a distância e altura dos paliteiros.

Foram utilizados também dados de radar aerotransportado (SAR-C) obtidos durante a missão SAREX-92.

Estes dados se encontram em forma de transparência positiva e suas características constam na Tabela 4.

**TABELA 4 - CARACTERÍSTICAS DOS DADOS DE RADAR
AEROTRANSPORTADO.**

LARGURA DA FAIXA	MODO DE AQUISIÇÃO	BANDA C POLARIZAÇÃO	DIREÇÃO	ÂNGULO DE INCLINAÇÃO	RESOLUÇÃO
20 Km	NADIR	HH, VV	ESQUERDO	43°	6m X 6m
18 Km	NARROW	HH, VV	DIREITO	66°	6m X 6m

3.2 - Métodos

O primeiro passo para realizar a identificação das plantas aquáticas no rio Pucuruí, consistiu na determinação do ponto central e pontos homólogos nas fotografias aéreas com o objetivo de traçar a linha de vôo e facilitar a visão estereoscópica. A análise visual das fotografias permitiu constatar que se poderia separar em bancos homogêneos através da cor e textura.

Esses bancos homogêneos foram associados a gêneros de plantas aquáticas, paliteiros, floresta, pastagem, rebrota e espelho d'água através de dados obtidos em campo durante a missão SAREX-92.

- Espelho d'água
- Água/paliteiros
- *Scirpus, sp*¹
- *Scirpus, sp*²
- *Salvinia, sp*
- *Eichhornia, sp*
- Banco misto com predominância de *Salvinia, sp*
- Banco misto com predominância de *Scirpus, sp*
- Banco misto com incidência de *Typha, sp*
- Banco misto com incidência de *Pistia, sp*
- Floresta
- Pastagem
- Rebrota

¹*Scirpus, sp* em seu estágio de maturação apresenta aproximadamente 1,50 m de altura, folhas amareladas e menor quantidade de água em sua biomassa.

²*Scirpus, sp* em fase de crescimento apresenta aproximadamente 20 cm de altura, folhas verde-claro e maior quantidade de água em sua biomassa.

Para realizar a fotointerpretação utilizou-se a seguinte chave de interpretação.

TABELA 5- CHAVE DE INTERPRETAÇÃO

Classe	Cor	Textura
Água	Marrom	Lisa
Água/paliteiros	Branco	Lisa
<i>Scirpus</i> , sp 1	Verde amarelado	Lisa
<i>Scirpus</i> , sp 2	Verde claro	Lisa
<i>Salvinia</i> , sp.	Marrom	Lisa
<i>Eichhornia</i> sp.	Verde escuro	Lisa
B.M.c/pred. <i>Salvinia</i> , sp.	Verde/marrom	Lisa
B.M.c/pred. <i>Scirpus</i> , sp.	Verde/marrom	Lisa
B.M.c/Incid. <i>Typha</i> , sp.	Verde/marrom/verde escuro	Lisa
B.M.c/Incid. <i>Pistia</i> , sp.	Verde/marrom/amarelado	Lisa
Floresta	Verde escuro	Rugosa
Rebrota	Verde escuro	Rugosa
Pastagem	Amarelada	Aveludada

Esta chave de interpretação foi criada a partir da associação de bancos homogêneos a gêneros de plantas aquáticas, considerando-se a cor e a textura. Como por exemplo a cor marrom pôde ser associada ao gênero *salvinia*, sp através de informações obtidas em campo.

As informações obtidas através das fotografias aéreas foram transferidas para um "overlay" e posteriormente digitalizadas, utilizando-se o Sistema Geográfico de Informação (SGI), constituindo-se num mapa de referência, considerado como a verdade terrestre.

Na Classe água/paliteiro foi realizado um transecto, vertical e horizontal, para se conhecer o perfil dos paliteiros. Com o auxílio de uma lupa mediu-se a altura relativa dos paliteiros como pode ser verificado nos gráficos da Figura 5 e 6.

Estes perfis mostram a densidade de ocupação por paliteiros e sua variabilidade altimétrica, a qual provoca variações no coeficiente de rugosidade da superfície. A rugosidade é um dos parâmetros responsáveis pelas modificações no comportamento do retroespalhamento. Sendo que uma superfície considerada rugosa para o radar, provoca um aumento de energia retroespalhada, conforme descrito na página 6.

As imagens de radar na forma de transparências positivas foram interpretadas considerando o retroespalhamento, sendo este parâmetro responsável pelos tons de cinza, mais claros ou mais escuros, dependendo das características do alvo e do sistema radar.

Através de tons de cinza foi possível separar em bancos homogêneos e, com o auxílio de informações obtidas em campo e das fotografias aéreas foi possível associá-los

a gêneros de plantas aquáticas. Seguindo-se as chaves de interpretação conforme Tabelas 6, 7, 8 e 9.

TABELA 6 - CHAVE DE INTERPRETAÇÃO DOS DADOS ADQUIRIDO NO MODO NADIR, POLARIZAÇÃO HH.

CLASSE	TONALIDADE
<i>Eicchornia, sp.</i>	Cinza escuro
<i>Scirpus, sp.</i>	Cinza médio
Banco Misto	Preto/pontos brancos/cinza escuro
Água	Preto

TABELA 7 - CHAVE DE INTERPRETAÇÃO DOS DADOS ADQUIRIDO NO MODO NADIR, POLARIZAÇÃO VV.

CLASSE	TONALIDADE
<i>Scirpus, sp.</i>	Cinza Claro
<i>Scirpus Jovem</i>	Cinza escuro
Banco Misto	Preto/pontos brancos/cinza escuro
Água	Preto

TABELA 8 - CHAVE DE INTERPRETAÇÃO DOS DADOS ADQUIRIDOS NO MODO NARROW, POLARIZAÇÃO HH.

CLASSE	TONALIDADE
<i>Eicchornia, sp.</i>	Cinza Claro
<i>Scirpus, sp.</i>	Cinza Médio
<i>Scirpus Jovem</i>	Cinza Escuro
Banco Misto	Preto/pontos brancos/cinza escuro
Água	Preto

TABELA 9- CHAVE DE INTERPRETAÇÃO DOS DADOS ADQUIRIDOS NO MODO NARROW, POLARIZAÇÃO VV.

CLASSE	TONALIDADE
<i>Eicchornia, sp.</i>	Cinza Claro
<i>Scirpus, sp.</i>	Cinza médio
Banco Misto	Preto/pontos brancos/cinza escuro
Água	Preto

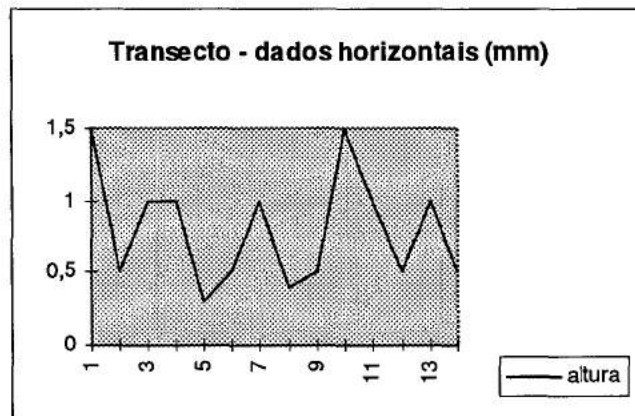
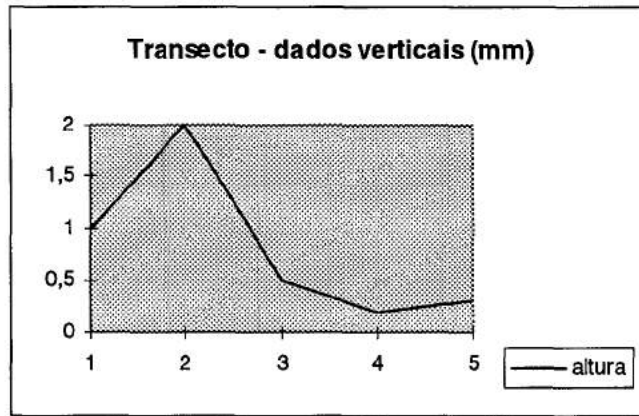
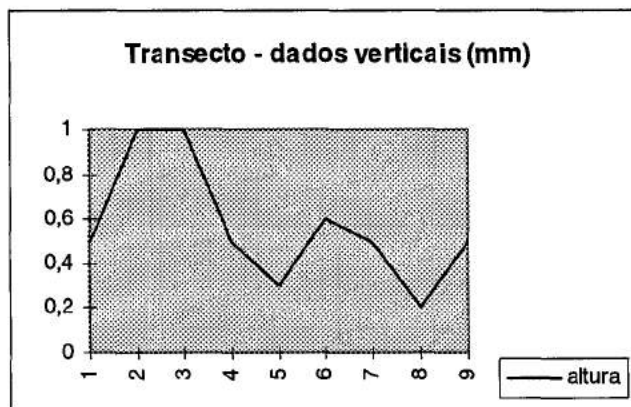


Figura 5 - Transecto horizontal e vertical realizado na classe água e paliteiro (maior incidência de paliteiro).



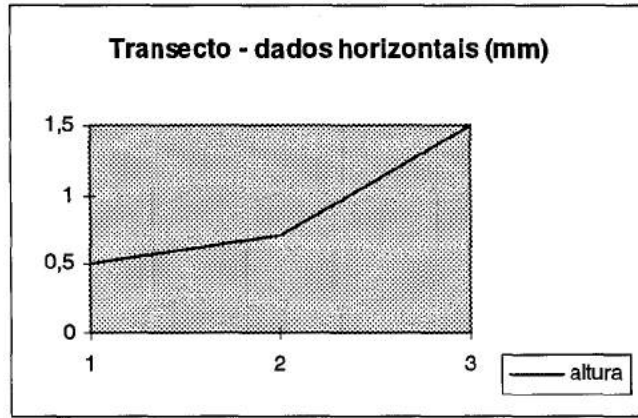


Figura 6 - Transecto horizontal e vertical realizado na classe água e paliteiro (menor incidência de paliteiro)

4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 - Resultados

A fotointerpretação permitiu obter informações sobre os bancos de gêneros de plantas aquáticas, água/paliteiros e espelho d'água existentes no rio Pucuruí. Através desta, foi possível obter o mapa de referência como pode ser observado na Figura em anexo.

A interpretação visual dos dados de radar permitiu identificar bancos de plantas aquáticas. Sendo que cada produto de radar mostrou-se com capacidade diferente na detecção de plantas aquáticas como pode ser observado na Tabela 10.

**TABELA 10 - CLASSES MAPEADAS A PARTIR DE DADOS DE RADAR
AEROTRANSPORTADO.**

Modo de aquisição	Polarização	Classes discriminadas	Comentários
NADIR	HH	- <i>Eicchornia, sp.</i> - <i>Scirpus, sp.</i> -Banco Misto -Água	-Alto retroespalhamento dos paliteiros. -Possível de se mapear banco de <i>Eicchornia, sp.</i>
NADIR	VV	- <i>Scirpus, sp.</i> - <i>Scirpus jovem</i> -Banco Misto -Água	-Baixo retroespalhamento dos paliteiros. -Banco de <i>Eicchornia, sp.</i> não visível.
NARROW	HH	- <i>Eicchornia, sp.</i> - <i>Scirpus, sp.</i> - <i>Scirpus Jovem</i> -Banco Misto -Água	-Alto retroespalhamento dos paliteiros. -Melhor definição entre floresta e banco de planta aquática. -Identificado um banco de <i>Eicchornia, sp.</i>
NARROW	VV	- <i>Eicchornia, sp.</i> - <i>Scirpus, sp.</i> -Banco Misto -Água	-Baixo retroespalhamento do paliteiros. -Comprometimento na definição entre floresta e banco de planta aquática. -Identificado dois bancos de <i>Eicchornia, sp.</i>

Percebe-se através da Tabela 9 que o modo de aquisição Narrow, polarização HH, ângulo de incidência 66° mostra ser mais eficiente na detecção de plantas aquáticas, sendo possível identificar os seguintes gêneros: *Eicchornia, sp.*, *Scirpus, sp.*, *Scirpus jovem*.

4.2 - Discussões

Em 1995, Costa realizou um estudo sobre a separabilidade de plantas aquáticas utilizando dados SAR C. Neste estudo, constatou-se que para o ângulo de 66° o gênero *Eicchornia, sp.* tem um retroespalhamento alto comparando com outros gêneros e um retroespalhamento baixo com ângulo de 43°. Este efeito foi constatado com a interpretação visual realizada no presente estudo, onde nota-se para ângulo maior tonalidade clara e ângulo menor tonalidade escura. A causa destes efeitos podem ser atribuídas a interação da energia com a forma, tamanho e orientação das folhas.

No modo Nadir, polarização HH, identifica-se banco de *Eicchornia, sp.* onde este se apresenta com uma tonalidade escura, já com a polarização VV não foi possível identificá-lo, pois há uma menor interação da energia com este banco, sendo que a forma das folhas deste gênero

tendem a um formato circular, orientada horizontalmente. Portanto, uma orientação oposta a polarização utilizada.

Percebe-se no banco de *Scirpus, sp.* que há um maior retorno de energia com a polarização VV, sendo que a orientação desse banco é a mesma da energia emitida. Um outro fator que pode estar interferindo é a altura que este banco apresenta, podendo atingir até 1,50m. Com a polarização HH, o retroespalhamento é menor, nota-se tonalidade mais escura. Com esta polarização não é possível discriminar *Scirpus, sp.* e *Scirpus* jovem, mas é possível discriminar o gênero *Eicchornia, sp.* Com a polarização VV não é possível discriminar o gênero *Eicchornia, sp.*, mas é possível discriminar o Gênero *Scirpus, sp.* e *Scirpus* jovem.

No modo Narrow tanto com polarização HH quanto VV é possível discriminar o gênero *Eicchornia, sp.*, tendo melhor definição entre uma classe e outra com a polarização HH.

Com polarização HH identifica-se o banco de *Scirpus* jovem o que não ocorre com polarização VV. Pode esta incapacidade ser atribuída a interação da energia. Com a polarização HH há uma interação com o dossel, retroespalhando mais, e com polarização VV, uma penetração maior, já que este banco se apresenta orientado verticalmente, portanto retroespalhando menos.

Percebe-se que as polarizações HH, tanto no modo Narrow como Nadir, são responsáveis pelo alto retroespalhamento dos paliteiros, que pode ser associado a um caso de forte reflexão de canto e não a rugosidade provocada pela irregularidade na altura dos paliteiros como foi verificado. Sendo que este efeito ocorre quando existem duas superfícies lisas adjacentes, como é o caso dos paliteiros.

A discriminação do gênero *Eicchornia, sp.* no modo Narrow, polarização HH foi atribuída ao tom de cinza claro e no modo Nadir, polarização HH ao tom de cinza escuro. Essa diferença de tom pode ser associada ao ângulo de incidência. Teoricamente, para uma superfície lisa, há um aumento no retroespalhamento na medida que se diminui o ângulo de incidência. Para um mesmo ângulo de incidência o retroespalhamento aumenta com a rugosidade. A trajetória da radiação é um outro fator que interfere, com uma inclinação maior esta trajetória é maior, podendo assim resultar em maior retroespalhamento do dossel, enquanto que com uma inclinação menor a interação pode ser com o dossel e demais componentes, resultando num retroespalhamento menor.

O gênero *Scirpus* jovem é identificado pelo tom de cinza escuro, nesta fase de maturação consta maior teor de umidade em sua biomassa, diminuindo assim o retroespalhamento. O *Scirpus, sp.* é identificado pelo tom

de cinza claro no modo Nadir, polarização VV, e tom de cinza médio no modo Narrow, polarização VV. Isso ocorre devido ao ângulo de incidência, pois o modo Narrow possui um ângulo maior, conseqüentemente, retroespalhando menos.

O transecto realizado na classe água/paliteiro mostra que há uma irregularidade na superfície, sendo esta provocada pelas variedades altimétricas dos paliteiros. Conforme a literatura, uma superfície rugosa para o radar provoca um forte retroespalhamento. Entretanto, quando existem duas superfícies lisas adjacentes há uma reflexão de canto, considerada como uma reflexão especular em direção a antena do radar.

Assim, analisando a disposição dos paliteiros, percebe-se que estes formam refletores de canto, sendo esta a razão pelo alto retroespalhamento observado nas imagens.

5 - CONCLUSÃO

Com a discussão dos resultados conclui-se que existem vários parâmetros a considerar ao utilizar as imagens de radar. Diferentes modos de aquisição obtem-se diferentes resultados. Sendo necesssário uma verdade terrestre.

Assim, por meio de comparação entre os gêneros que foram identificados através das fotografias aéreas: *Scirpus*, sp., *Eicchornia*, sp., *Scirpus* jovem, *Salvinia*, sp., *Typha*, sp., *Pistia*, sp. e os gêneros identificados através dos dados de radar: *Scirpus*, sp., *Scirpus* jovem, *Eicchornia*, sp., conclui-se que o modo Narrow, com polarização HH é o que apresenta maior desempenho na separabilidade de gêneros de plantas aquáticas.

BIBLIOGRAFIA

AHERN, F.J.; KUX, H.J. **Introdução ao Sensoriamento Remoto por radar mini-curso**, 1994.

COSTA, M.P.F. **The Effect of Airborne SAR-C Multipolarization and Multiangle Images in Backscattering Separability of Aquatic Plants in the Brazilian Basin**. CCRS:Ottawa, On., Canada. October, 1995.

ELACHI, C. **Introduction to the physics and techniques of remote sensing**. Pasadena, John Willy, 1987.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. Ed. Interciência. Rio de Janeiro. 575p. 1988.

EVANS, D.L. ed. **Spaceborne Synthetic Aperture Radar: Current Status and Future Directions** NASA Technical memorandum. 4679.,1995.

KUPLICH, T.M. **Estudo da complementariedade de imagens óticas (Landsat/TM) e de radar (ERS-1/SAR) na discriminação temática de uso da terra**. (Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto e Aplicações. INPE, São José dos Campos 1994, p.105.

LE TOAN, T.; BEAUDOIN, A.; RION, J.; GUYON, D. **Relating forest to SAR data**. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, 30 (2):403-411, Mar.1992

MAROUELLI, M.H.; EMERIC, R.H.S.; CAVALCANTE, C.G.B.; RUTKOWSKI, E. **Bases para um manejo racional de reservatórios**. In Tundisi, J.G. ed. **Limnologia e Manejo de Represas**. São Paulo, v.1, 1988. p.225-287.

McDONALD, k.c.; DOBSON, C.M.; ULABY, F.T. **Using MIMICS to model L-Band multiangle and multitemporal backscatter from a walnut orchad**. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, 28 (4):477-485, jul.1990

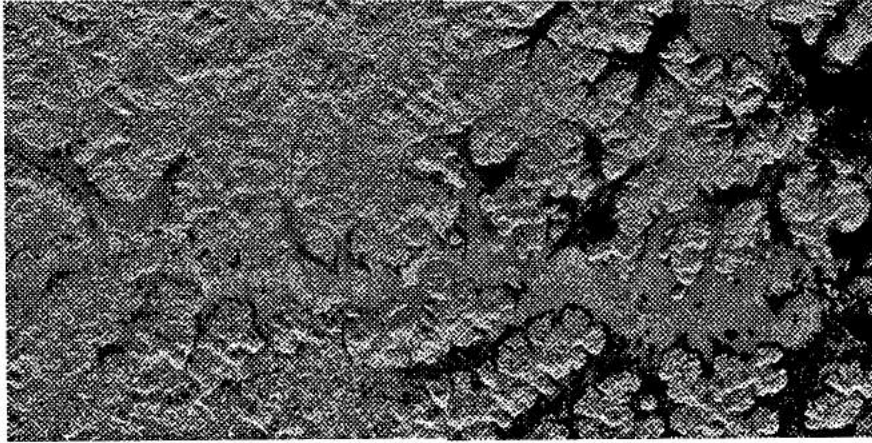
NOERNBERG, M.A. **Aplicações de dados de radar para a discriminação de espécies de plantas aquáticas**. São José dos Campos 1995 (INPE 5629 -PUD/066, 1995)

NOVO, E.M.L.M. **Sensoriamento Remoto: Fundamentos, usos e tendências.** GIS Brasil, 1996.

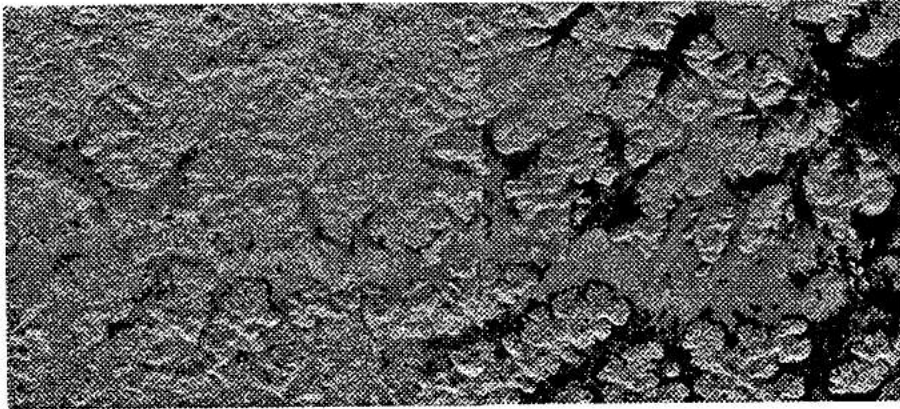
ORGAMBIDE, A.C.F. **Algumas ferramentas estatísticas na síntese, processamento e análise de imagens de radar de abertura sintética.** (Tese de doutorado em Sensoriamento Remoto) Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos campos, 1993 (5548/TDI-534).

ULABY, F.T; SARABANDI, K. Michigan microwave canopy scattering model. **International Journal of Remote Sensing**, 11(7):1223-1253, 1990.

ANEXO

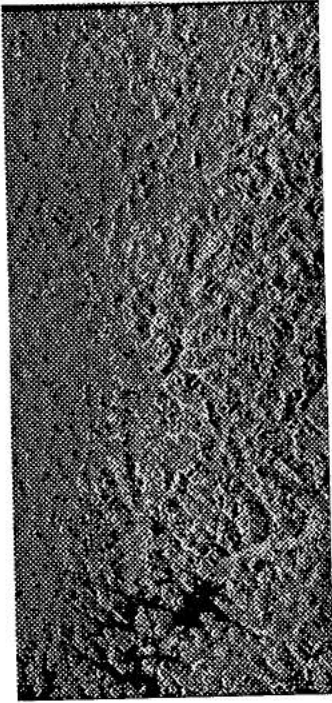


HH



VV

Figura 7 - Imagem SAR, banda C, Modo Nadir.



Banda C - HH Modo Narrow



Banda C - VV Modo Narrow

Figura 8 - Imagem SAR, banda C, Modo Narrow



- | | |
|---------------------|----------------------------|
| Salvinia/Palitelros | Rebrota |
| Banco Misto | Pastager |
| Eichhornia,sp. | Agricola |
| Agua/Palitelros | Banco Misto Pred.Agua |
| Agua | Banco Misto pred.Salvinia |
| Scirpus,sp. | Banco Misto pred.Scirpus |
| Scirpus jovem | Banco M. Incidencia Typha |
| Floresta | Banco M. Incidencia Pistia |
| Salvinia,sp. | |

Mapa de Referência