

## Uso de Geotecnologias como contribuição aos estudos nas lagoas do Pantanal da Nhecolândia, MS

André Alexandre de Menezes Zanoni<sup>1</sup>

Nicolay Leme da Cunha<sup>1</sup>

Renata Porto Morais<sup>1</sup>

Teodoro Isnard Ribeiro de Almeida<sup>2</sup>

Joel Barbuiani Sigolo<sup>2</sup>

Edna Maria Facincani<sup>1</sup>

Antonio Conceição Paranhos Filho<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS;  
Caixa Postal N°549, CEP 79060900 - Campo Grande; MS, Brasil.

{nicolaycunha;edna\_fancincani, andre\_zanoni }@hotmail.com

paranhos@nin.ufms.br

{eng.renataporto@gmail.com}

<sup>2</sup>Universidade de São Paulo – USP/Instituto de Geociências  
Rua do Lago 562, 05508-080 – São Paulo – SP, Brasil  
{talmeida, jbsigolo}@usp.br

**Abstract.** This work presents a spatial analysis of the distribution of the lagoons located at Rio Negro and Barranco Alto Farms, at the lower Nhecolandia, Brazilian Pantanal. However the origin of the thousands of water bodies present on all over Nhecolandia (the region between Taquari and Negro rivers) is not well understood. Using an ALOS – AVNIR image (Advanced Land Observing Satellite “Daichi” – from JAXA) this research has analyzed the direction of about 800 lagoon major axes, searching for a main orientation of these water bodies. It has been analyzed fresh water and salt water lagoons, the major axes of all the bigger water bodies present on the study area. The results demonstrate that there is a main direction of their axes and the lagoons have not a random alignment. They also show a small difference in the alignment of salt water and fresh water lagoons. There is a coincidence between the obtained direction and the direction of the water superficial drainage and also with the Transbrazilian lineament which control several structures on that region. These alignment is very important on the understanding of the formation and evolution of this area.

**Palavras-chave:**, distribution of the lagoons, geotechnologies,, ALOS, spatial analysis, distribuição das lagoas, geotecnologias, ALOS, análise especial.

### 1. Introdução

Geotecnologias como o Sensoriamento Remoto, o Sistema de Informação Geográfica, a Geoestatística, a Análise Espacial entre outras, vêm sendo cada vez mais empregadas como ferramentas essenciais nas questões ambientais

O uso do Sensoriamento Remoto como fonte de informação no Pantanal vem se mostrando cada vez mais importante para geração de dados consistentes e de baixo custo.

O Pantanal é a maior planície alagada do mundo, ocupando 38,21% da bacia do Alto Paraguai (Silva & Abdon, 1998). Os ecossistemas característicos são os cerrados e cerradões (sem alagamento periódico), campos inundáveis e ambientes aquáticos (como lagoas de água doce ou salobra, rios, vazantes, corixos), o solo é altamente arenoso e os regimes de chuva vão de outubro a março e de seca de abril a setembro (Abdon et al. 1998).

Silva & Abdon (1998) dividiram o pantanal em 11 sub-regiões. Uma delas, talvez a de maior importância para a fauna e a pecuária da região, é a Nhecolândia. A região fica localizada entre as bacias do Rio Taquari e Rio Negro, ocupando a metade sul do Leque do Taquari abrangendo 26.921 km<sup>2</sup>, sendo 19,48% de toda região pantaneira. Esta por sua vez, é dividida em dois compartimentos, como indicado por Fernandes (2000 apud Mendes et al.,

2006). A região abaixo da cota de 100 metros, com curvas de nível mais espaçadas foi caracterizada de Baixa Nhecolândia, e acima desta cota, um setor com espaçamentos das curvas mais irregulares, chegando a formar patamares, foi caracterizado de Alta Nhecolândia. A Baixa Nhecolândia se caracteriza pela riqueza de lagoas existentes na área (baías e salinas) e pelos estudos inconclusivos a respeito da gênese da região (Almeida 2007).

As baías são pequenas depressões, lagoas de água doce; circulares ou alongadas; na época de cheia atingem até um metro de profundidade recebendo contribuição das águas superficiais; podem estar alinhadas e se conectarem umas às outras em forma de rosário; e na seca podem vir a secar (Assine 2003, Bacani & Sakamoto 2007).

Já as salinas são depressões mais rebaixadas que as baías e contêm água salobra; estão sempre em um nível topográfico mais baixo que o seu entorno; podem ser circulares, ovaladas ou oitavadas; são isoladas da drenagem atual, dificilmente sendo atingidas por águas de inundação e dificilmente secam no período de estiagem; não apresenta vegetação em seu entorno e sim uma faixa de areia bem característica; e na maioria das vezes são circundadas por elevações de areia fina com até quatro metros de altura que as isolam da drenagem, estas denominadas cordilheiras (Assine 2003, Bacani & Sakamoto 2007)

As cordilheiras ou cordões de vegetação separam ou seccionam as baías, as salinas e as vazantes. Elas constituem-se de elevações alongadas, compostas de sedimentos arenosos que sustentam uma vegetação arbórea densa, geralmente em forma de meia lua.(Assine, 2003)

Fernandes (2000 apud Almeida et al., 2006) fala que a Baixa Nhecolândia sofre um corte na direção do Rio Taquari, onde as lagoas desaparecem e surge uma área aplainada com poucas elevações diversas depressões alongadas no sentido NE-SW. Segundo Assine (2003) a maior parte das lagoas desta região estão alongadas na direção NE-SW, acompanhando a drenagem da região.

A importância científica do Pantanal da Baixa Nhecolândia se da pelo fato de que ainda se sabe pouco sobre a origem de tal paisagem. Dados atuais indicam que está fisiografia deva-se a uma combinação de fatores ainda pouco entendidos, de processos geológicos, biológicos, climáticos, sedimentares, geoquímicos e neotectônicos (Assine, 2003).

## **2. Objetivo**

Fazer uma análise espacial das diversas lagoas do Pantanal da Baixa Nhecolândia, por meio das geotecnologias e correlacionar dados orientação e intensidade de alinhamentos buscando identificar respostas que auxiliem na compreensão e da formação e funcionamento desta região.

Algumas questões que pretendem ser respondidas neste trabalho: Existe um alinhamento preferencial de baías e de salinas? Qual a intensidade desses alinhamentos?

## **3. Metodologia de Trabalho**

### **3.1. Área de estudo**

Localiza-se na Baixa Nhecolândia, junto ao Rio Negro, entre as latitudes 19°27'50" e 19°37'30" S e longitudes 56°05'28" e 56°16'02" W, cobrindo as áreas das Fazendas Rio Negro e Barranco Alto, totalizando 211,8 km<sup>2</sup>. Figuras 1 e 2. No município de Aquidauana – MS a aproximadamente 250 Km de Campo Grande. Os principais acessos são as MS-337 e MS-170. As sedes das Fazendas Rio Negro e Barranco Alto estão localizadas respectivamente nas coordenadas: 19°34'35"S e 56°14'48"O e 19°34'40"S e 56°09'08"O.

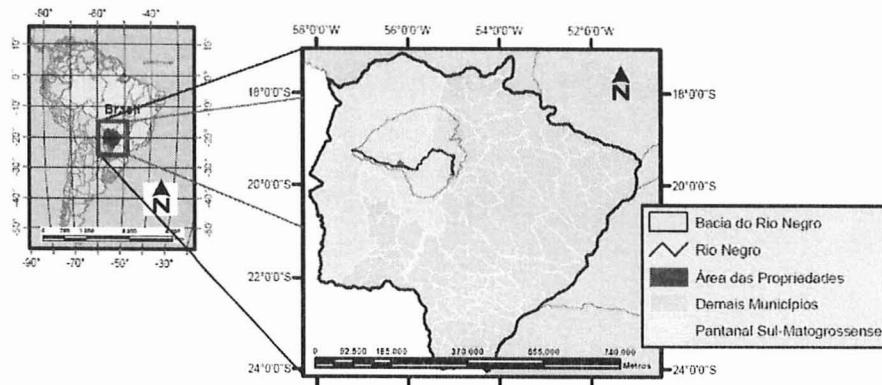


Figura 1- Localização da área de estudo.

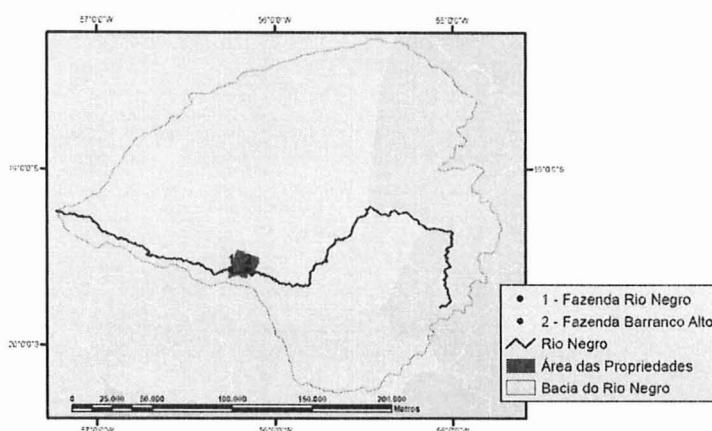


Figura 2 - Localização da área de estudo na Bacia do Rio Negro e sedes das fazendas.

### 3.2. Metodologia adotada

De posse da cena ALOS/AVNIR-2 (ALAV2A08163990-01B2G), resolução espacial de 10m metros e 4 bandas espectrais, de 4 de fevereiro de 2008, época de cheia no Pantanal.

No software PCI Geomatica foi delimitada área de estudo, integrando os perímetros das fazendas Rio Negro e Barranco Alto, originando um novo *shape*. Vetorializou-se todas as lagoas Figura 3.

Na sequência foram traçados os maiores eixos possíveis dos polígonos das lagoas, o eixo que liga os dois pontos mais distantes do *shape* que representa cada lagoa. Obtendo-se os comprimentos dos eixos e os azimutes correspondentes aos alinhamentos.

Em seguida foi realizada a classificação de lagoas em salinas ou baías de acordo com as respostas espectrais geradas pela imagem AVNIR-2.

As salinas e baías podem ser distinguidas facilmente, pois a resposta espectral de cada uma é bem característica, Tabela 1. Assim efetuou-se a classificação de lagoas em salinas ou baías de acordo com as respostas espectrais.

A partir das informações obtidas construiu-se uma planilha contendo áreas, perímetros, azimutes, comprimentos de eixos e tipos de lagoas. As figuras 4,5,6 e 7 apresentam algumas lagoas da região.

Para gerar os diagramas de rosetas foi utilizado os software RockWorcks14 e o Microsoft Excel

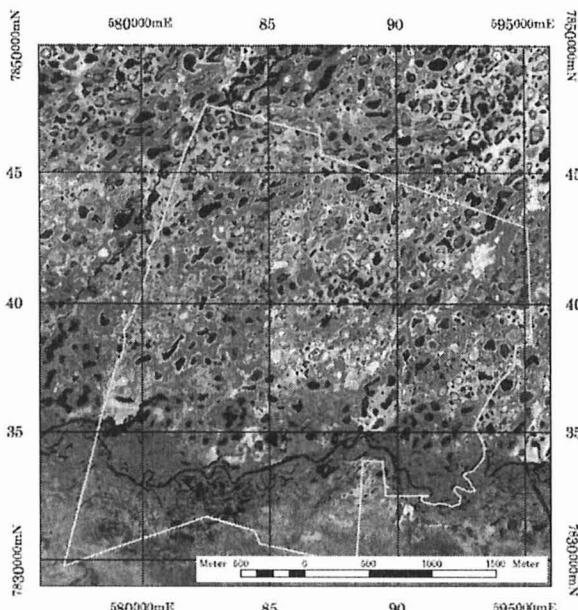


Figura 3 - Região das fazendas Rio Negro e Barranco Alto

Tabela 1 - Características das respostas espectrais para baías e salinas

Salinas	Baías
Circulares, ovaladas ou oitavadas. Formações mais regulares.	Circulares ou alongadas. Formações mais irregulares, espalhadas.
Não apresenta vegetação em seu entorno, é circundada por uma faixa de areia (cordilheira). Na imagem aparece uma faixa esbranquiçada bem característica de salinas.	Apresenta vegetação em todo o seu entorno e/ou uma faixa de areia, mas não chega a ser tão característica como as salinas.
Não apresenta vegetação flutuante.	Pode ocorrer a presença de macrófitas, indicada por tons azul esbranquiçado, vermelhos vivos ou até tons de verde claro.
Apresenta tons limpos de azuis escuros, verde escuro ou até um pouco amarronzadas. Geralmente as cores de salinas são bem limpas.	Preto, quando não há vegetação flutuante, azul claro com manchas brancas ou verdes, ou até avermelhadas. Geralmente existe vegetação aparente em baías.
Geralmente localizadas em regiões isoladas da drenagem	Geralmente localizada em grupos, conectadas em forma de rosário acompanhando as vazantes.

Fonte: (Assine 2003, Bacani & Sakamoto 2007, Almeida 2007).

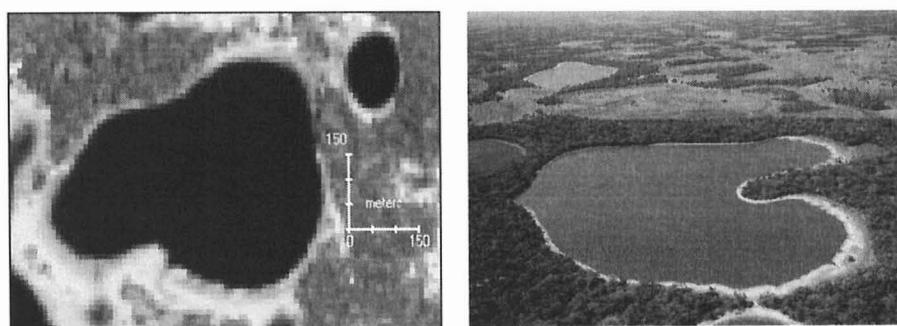


Figura 4 - Salina do Coração (1) borda branca claramente identificada na composição R4G3B2, típica resposta espectral de salinas. Fotos Lucas Leuzinger, 2008.

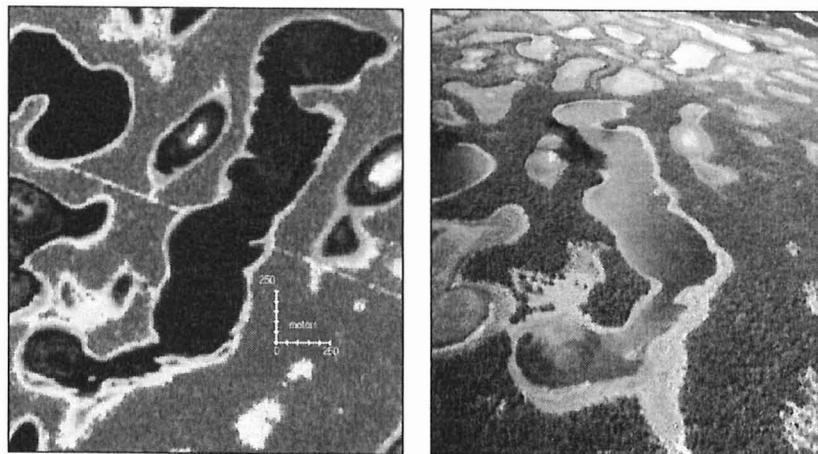


Figura 5 - Salinão da Tapera, a maior salina em área e a mais alongada da região encontrada na área de estuda. Fotos Lucas Leuzinger, 2008 Fotos Lucas Leuzinger, 2008.

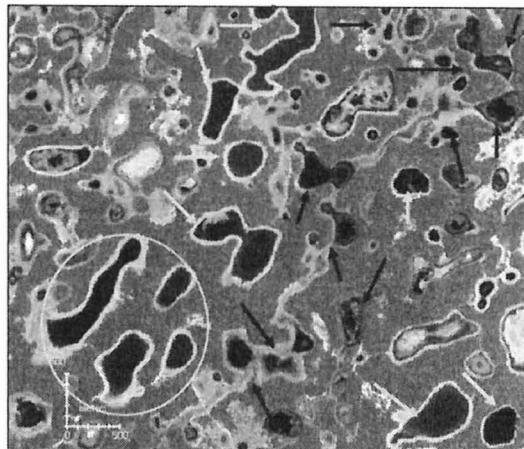


Figura 7 - Baías (azul) conectadas em forma de rosário e grupo de salinas (amarelo) isoladas da drenagem.

#### 4. Resultados e Discussão

A área total estudada foi de 21.179 ha, compreendendo os limites das fazendas Barranco Alto e Rio Negro. A área total de lagoas encontradas foi de aproximadamente de 4.833 hectares, sendo encontradas 1.042 ha de salinas e 3.791 hectares de baías, aproximadamente 78% de baías para 22 % de salinas em área. Foram registradas 810 lagoas, sendo 633 baías e 147 salinas, isso nos dá 82% de baías e 18% de salinas.

De modo geral, observou-se que para todas as lagoas há um uma tendência de alinhamentos para a direção NE-SW (Figura 8), mais precisamente no intervalo entre 40 a 50 graus.

Os diagramas de roseta (Figuras 9, 10 e 11) demonstram que as salinas estão mais alinhadas para os intervalos de 40 a 70 graus, em quanto as baías estão mais a 30 a 50 graus.

Os dados foram agrupando em intervalos de dez em dez graus e suas freqüências foram analisadas estatisticamente. Descobriu-se que quando se agrupam os dados de baías e salinas não existe um alinhamento mais freqüente, significativamente expressivo, portanto não existe diferença esperadas ao acaso entre os dois tipos de lagoas (Pearson Chi-square = 20.442, g.l=17.000, p=0.252). Já quando comparados os intervalos de alinhamentos de baías com os de salinas foi constatado que existe uma maior freqüência nos intervalos de azimutes indo de 10 a 70 graus para ambas as lagoas. Isso não ocorre ao acaso e esse alinhamento “preferencial” mais freqüente significativamente se dá tanto para baías quanto para salinas.

(Pearson Chi-square = 145.333, g.l=17.000, p=0.0001). Portanto não existe uma diferença estatística entre baías e salinas, mas há um alinhamento preferencial mais comum para ambas.

Encontrou-se uma soma total de comprimentos de eixos de aproximadamente 281.652,73 metros, sendo 5.6467,16 metros de salinas e 225.185,57 de baías.

Foi realizada a contagem de comprimentos de eixos divididos em intervalos de alinhamentos de 10 em 10 graus. Assim obtiveram-se dados para alinhamentos NW e NE. A contagem por alinhamento demonstrou que existe uma maior intensidade de lagoas alinhadas para o NE-SW. Na tabela 3 é possível visualizar como se comportam os eixos por direção

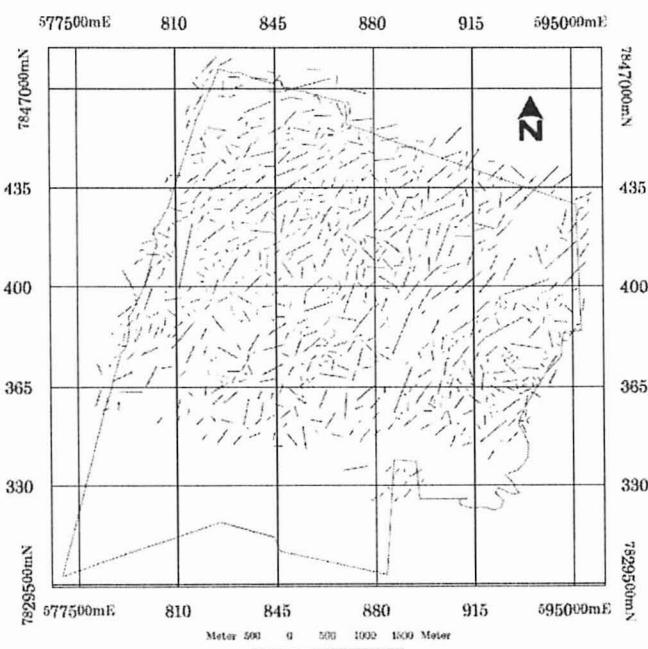


Figura 8: Alinhamentos dos eixos gerados a partir de cada lagoa.

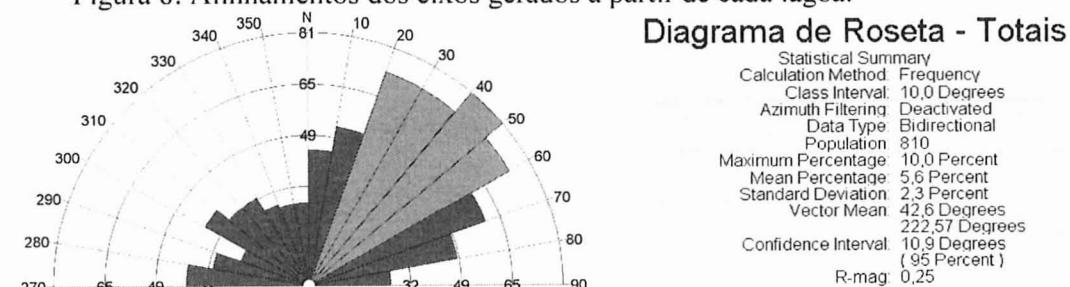


Figura 9: Diagrama de Roseta – Totais

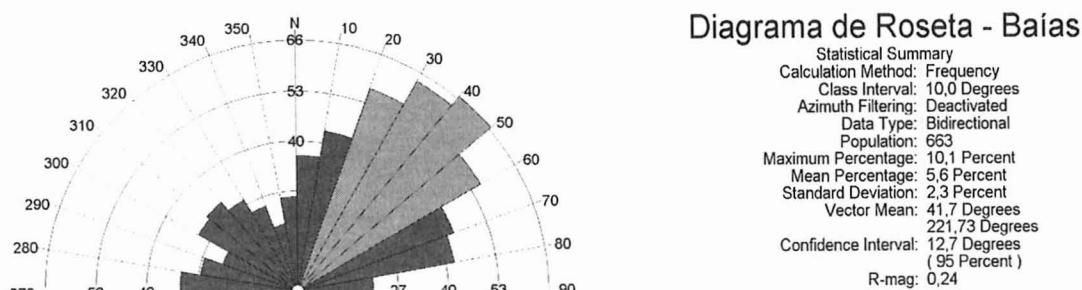


Figura 10:Diagrama de Roseta – Baías

Diagrama de Roseta - Baías

Statistical Summary	
Calculation Method:	Frequency
Class Interval:	10,0 Degrees
Azimuth Filtering:	Deactivated
Data Type:	Bidirectional
Population:	663
Maximum Percentage:	10,1 Percent
Mean Percentage:	5,6 Percent
Standard Deviation:	2,3 Percent
Vector Mean:	41,7 Degrees 221,73 Degrees
Confidence Interval:	12,7 Degrees ( 95 Percent )
R-mag:	0,24

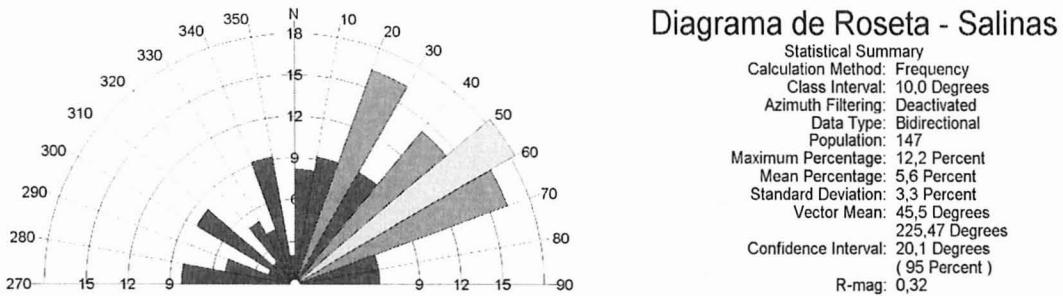


Figura 11: Diagrama de Roseta – Salinas

Tabela 3: Intensidade de comprimentos de eixos encontrados nos intervalos de alinhamentos

NE-SW	Estatísticas	NW-SE
20.8061,28	Soma (metros)	73.591,45
23.117,92	Médias (metros)	8.176,83
74%	Percentual de intensidade (%)	26%
32.870,03	Maior Comprimento (metros)	16.013,29
40°-50°	intervalo (graus)	270°-280°
9.050,93	Menor Comprimento (metros)	5.371,47
80-90°	intervalo (graus)	350°-360°

Fonte: dados do estudo

O maior comprimento de eixo encontrado foi de aproximadamente 2358,67 metros, o menor foi de 49,77 metros e a média geral de todos os comprimentos foi de 347,72 metros.

O gráfico 1 demonstra a intensidade, em porcentagem, de lagoas por intervalos de alinhamentos (azimutes). Assim pode-se notar que há uma intensidade maior de baías alinhadas no intervalo dos azimutes entre 40° e 50° e salinas alinhadas dentro do intervalo dos azimutes 50° e 60°.

Porcentagem de Comprimentos de Eixo por alinhamentos

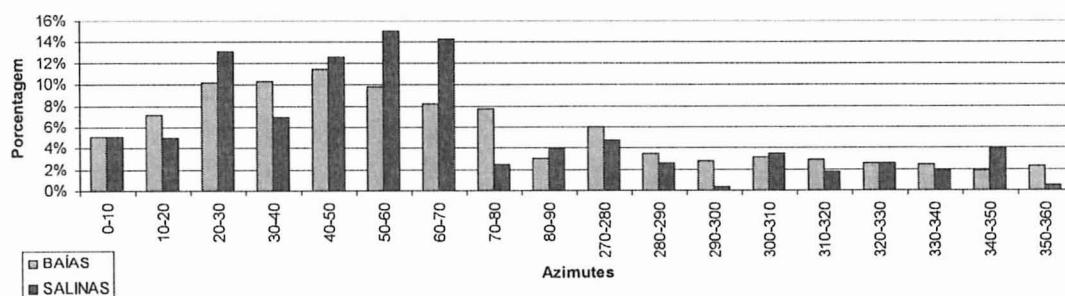


Gráfico 1 - Porcentagem de comprimentos de eixo por direção de alinhamentos

## 5. Conclusões

Diante dos resultados obtidos a hipótese do direcionamento NE-SW das lagoas pode aqui ser confirmada. As lagoas estão alinhadas para NE-SW e não dispostas ao acaso, elas acompanham a direção das vazantes, que naquele trecho coincide com a direção do Lineamento Transbrasiliano. Há uma pequena diferença entre os tipos de lagoas, as baías tendem mais para os azimutes de 40 a 50 graus e as salinas mais para os de 50 a 60 graus como foi observado nos diagramas de rosetas. Considerando as intensidades, ou seja, o comprimento dos eixos desses alinhamentos, pode-se dizer que as salinas estão mais intensamente alinhadas do que as baías. As diferenças percentuais de área de baías e de salinas analisadas demonstraram que salinas em média são maiores que baías.

Este trabalho mostrou ainda que é possível classificar lagoas com imagens ALOS - AVNIR-2, as baías e salinas puderam ser distinguidas na imagem sem grandes problemas,

mesmo com imagens de épocas de cheias. Isso porque as lagoas possuem características bem peculiares que as caracterizam como salinas ou baías.

## AGRADECIMENTOS

À Fapesp e ao CNPq .pelo financiamento da pesquisa  
Aos proprietários da Fazenda Barranco Alto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdon M. M., Silva J. S.V.; Pott V.J., Pott A., Silva M.P., 1998. Utilização de dados analógicos do Landsat-Tm na discriminação da vegetação de parte da sub-região da Nhecolândia no Pantanal. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, 33:1799-1813.
- Almeida T.I.R. 2007. Estudo da Gênese das Lagoas da Baixa Nhecolândia, MS, Baseado em Dados de pH, da Composição Química e Limnológica de Águas Superficiais e da Altitude Relativa de Lagoas Alcalinas e Acidas. Relatório Parcial, mar.2007.
- Almeida, T.I.R.; Fernandes, E.; Mendes, D. e Sigolo, B.J. 2006. Distribuição espacial de diferentes classes de lagoas no Pantanal da Nhecolândia, MS: uma contribuição ao estudo de sua compartimentação e gênese. In: 1º Simp. de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, Brasil, 11-15 nov. 2006, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.200-209.
- ALOS AVNIR-2. Canais 1, 2, 3 e 4. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística em parceria com ASF/AADN - Alaska Satellite Facility. Imagem de Satélite. Órbita 1086. CD-ROM. De 4 de fevereiro de 2008.
- Assine, M. L. 2003. Sedimentação na Bacia do Pantanal Mato-Grossense, Centro-Oeste do Brasil. Rio Claro, Tese de Livre-Docência, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 106p.
- Bacani V.M. Sakamoto A.Y. 2007. Evolução do uso e ocupação do solo no Pantanal da Nhecolândia, MS, Brasil., Três Lagoas – MS. Revista Eletrônica da associação dos Geógrafos Brasileiros., 1:81-102.
- Christofeletti A., 1936. Geomorfologia. , Edgard Blücher, 2ª. Edição, 1980, São Paulo, 188 pp
- EORC - Earth Observation Research Center. Daichi (ALOS). Disponível em: <http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS>. Acesso em 27 de out. de 2008.
- ERDAS Inc. 2006. Erdas Imagine, versão 9.1. Erdas Inc. Atlanta, Geórgia. CD-ROM
- Fernandes, E. 2000. Caracterização dos elementos do meio Físico e da dinâmica da Nhecolândia, Pantanal Sul-Matogrossense. Dissertação - Universidade de São Paulo.
- Fazenda Barranco Alto. Disponível em <http://www.fazendabarrancoalto.com.br/pt/>. Acessado em 25 de Out. de 2008.
- Fazenda Rio Negro. Disponível em <http://www.conservacao.org/onde/pantanal/index.php?id=70>. Acessado em 25 de Out. de 2008.
- Gomes B. L., Gelli G., Carvalho M. J., Fortes L. P. S., Pitauga Neto J., Coelho L. A., Oliveira L. F., Belle-Hamer N. 2007. Mapeando a Amazônia com o satélite ALOS (Advanced Land Observing Satellite). In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 6759-6761.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. ALOS. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/alos>. Acesso em 27 de out. de 2008.
- Leuzinger L. 2007 e 2008. Fotos encontradas no Google Earth. Disponíveis em [www.panoramio.com](http://www.panoramio.com) Acessado em 25 de out. de 2008.
- Mendes, D., Almeida, T.I.R. de, Fernandes E., Sigolo, B.J. 2006. Utilização de imagens SRTM para a confecção de perfis altimétricos em varredura na baixa Nhecolândia, Pantanal, MS: considerações sobre a atividade neotectônica. In: 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, Brasil, 11-15 novembro 2006, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.155-164.
- Miller, V. C.. “A quantitative geomorphic study of drainage basins characteristic in the Clinch Mountain area”, Technical Report (1953), (3), Dep. Geology, Columbia University.
- Moraes, E.C.de.2002. Fundamentos de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos. Inpe. 22 p.
- Silva, J. dos S.V., Abdon, M. de M. Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas sub-regiões. Pesquisa agropecuária brasileira., Brasília, v.33, Número Especial, p.1703-1711, out. 1998.
- PCI Geomatics 2003. Geomatica verson 9.1 for Windows. Ontário, Canadá. CD-ROM
- USA.