

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

FREDERICO DOS SANTOS GRADELLA

Morfologia do relevo da porção sul do megaleque fluvial do Taquari, Pantanal da
Nhecolândia, Brasil

Tese de Doutorado
apresentada ao Instituto de
Geociências e Ciências Exatas
do Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista
Júlio de Mesquita Filho, como
parte dos requisitos para
obtenção do título de Doutor
em Geociências e Meio
Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Juércio Tavares de Mattos
Co-Orientador: Prof. Dr. Arnaldo Yoso Sakamoto

Rio Claro - SP
2012

551.4+ Gradella, Frederico dos Santos
G732m Morfologia do relevo da porção sul do megaleque fluvial do Taquari, Pantanal da Nhecolândia, Brasil / Frederico dos Santos Gradella. - Rio Claro : [s.n.], 2012
80 f. : il., figs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Juércio Tavares de Mattos
Co-Orientador: Arnaldo Yoso Sakamoto

1. Geografia física - Aspectos ambientais. 2. Feições do relevo identificadas - Nomeclaturas. 3. Sistema deposicional.
I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

FREDERICO DOS SANTOS GRADELLA

Morfologia do relevo da porção sul do megaleque fluvial do Taquari, Pantanal da Nhecolândia, Brasil

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Geociências e Meio Ambiente.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Juércio Tavares de Mattos (presidente)

Prof^a. Dr^a. Cenira Maria Lupinacci Cunha (titular)

Prof. Dr. Sérgio dos Anjos Ferreira Pinto (titular)

Prof. Dr. Vitor Matheus Bacani (titular)

Prof. Dr. Ericson Hideki Hayakawa (titular)

Prof. Dr. Aguinaldo Silva (suplente)

Prof. Dr. Paulo César Rocha (suplente)

Prof. Dr. Jairo Roberto Jiménez-Rueda (suplente)

Rio Claro, SP 22 de novembro de 2012

Dedicatória

Ao Luiz (pai), Regina (mãe) e Alúcio (irmão) que me ensinaram tudo que eu precisava para seguir nessa vida, ser educado, ter respeito e, principalmente, ter dignidade!!!

Agradecimentos

Ao Prof. Juércio Tavares da Mattos que me orientou neste trabalho de tese, mas mais do que isso, soube compreender e me ajudar no que tenha sido talvez o momento mais difícil de todos, que foi o de assumir minha orientação, o meu eterno agradecimento!

Ao Prof. Arnaldo Yoso Sakamoto pela co-orientação do início ao fim, não medindo esforços para que este trabalho ocorresse, “não deixando a peteca cair”, me servindo de ponto de apoio fundamental, mais uma vez obrigado!

Aos professores das comissões examinadoras de qualificação, defesa de tese e suplentes, Prof^a. Dr^a. Cenira Maria Lupinacci Cunha, Prof. Dr. Sérgio dos Anjos Ferreira Pinto, Prof. Dr. Vitor Matheus Bacani, Prof. Dr. Ericson Hideki Hayakawa, Prof. Dr. Aguinaldo Silva, Prof. Dr. Paulo César Rocha, Prof. Dr. Fabiano Tomazini da Conceição e Prof. Dr. Jairo Roberto Jiménez-Rueda.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsas de estudo durante parte da execução desta tese.

Em nome da Profa. Paulina Setti Riedel e do Prof. José Alexandre de Jesus Perinotto, coordenadores do Programa de Pós-Graduação em Geociência e Meio Ambiente no período em que fui discente deste Programa, agradeço a todos os professores do Programa e também a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Campus de Rio Claro do Instituto de Geociências e Ciências Exatas, que ao disporem do tempo, muitas vezes superior aos exigidos ao profissional/professor, nos proporcionam ensino e pesquisa da melhor qualidade, nos capacitando ainda mais para desempenharmos nossas atividades profissionais ainda mais dignamente.

Em nome da Profa. Célia Maria Silva Corrêa Oliveira (Reitora) e o Prof. Dercir Pedro de Oliveira (Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação), agradeço a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul pela colaboração/parceria no desenvolvimento desta tese, quanto a logística nos trabalhos de campo e os espaços cedidos em seus laboratórios de pesquisa.

Ao Prof. Paulo César Rocha da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Campus de Presidente Prudente que disponibilizou o laboratório para realizar as análises granulométricas.

Aos integrantes do Grupo de Pesquisa Geografia do Pantanal do Campus de Três Lagoas da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, sempre presentes nas discussões, reuniões, trabalhos de campo, e claro, no convívio pessoal, Prof. Wallace, Profa. Luiza, Mauro Henrique, Vítor, Hermiliano, César, Kléber, Camila, Hervé, Susane, Glauber, Kátia e Heloíssa.

Aos companheiros de pesquisas no Pantanal, no qual partilho grande parte desse trabalho por contribuírem diretamente durante os trabalhos de campo e discussões em gabinete, Aguinaldo, Fabrício, Sidney, Hiran, Renato e Éder.

A Rosângela, que como secretária é perfeita, sempre desempenhando brilhantemente seu trabalho, e mais, tendo uma paciência sem igual com nós discentes.

Aos biólogos e amigos de república em Rio Claro, César e Alex pelo ótimo convívio e trocas de experiências diárias contribuindo profissionalmente e pessoalmente.

Aos amigos que por vezes em períodos de aflição desde as épocas de graduação e mestrado estavam ao meu lado, Ismar, João Cândido, Franciele, Fábio, Simão e Juliana.

Aos amigos da Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente e Geologia Regional, Patrick, Beatriz, Leonardo, Homero, César, Fabiano, Juliano, Frederico, Elisandra, Matheus, Thaís, Alessandra, Cibele, Caio, Éder, Rodrigo, Humberto, Simone, Leiliane, Denise, Fanny, Ígor, Tiago, Dennin, Adriano, Cássio, Paulo, Débora, Hudson e Camila.

As minhas famílias Batista Santos e Esteves Gradella que nunca, em hipótese alguma, me abandonaram e fizeram-me ser quem eu sou, feliz por ser destas famílias!

Aos meus grandes e eternos amigos Bruno e Eduardo, sem palavra pra esses caras, em resumo, amizade é amizade, o resto é resto!

Aos amigos/professores da UFOPA Maria Júlia, Maria Betanha, Magda, Aguinaldo e Everaldo que viveram parte das angústias da construção deste, aliado as dificuldades no trabalho e adaptação a nova vida em Santarém.

Aos demais professores da referida instituição que muito me fortaleciam por rogarem a não conclusão deste trabalho.

Aos amigos de Santarém, que nas dificuldades do dia-a-dia estão sempre dispostos a ajudar, Natacha, Gilberson, Fernando, Stella, Alex, Lidiane, Públius, Flamínius, Vanderlei, Gunther, Milena e Edinaldo.

Por fim, tomado por completo de emoção, digo que poderá ter ficado algum nome de fora desta pequena lista, pois sempre irá surgir novos atores que eu gostaria de aqui os colocar, porque deste trabalho sou apenas o autor mas os atores são todos vocês que convivem ou já conviveram comigo, pela mais singela que seja a passagem, deixaram registro em minha memória, sempre positivamente, pois mesmo os que aparentavam ser negativo, com o tempo se tornaram positivo. Isto foi um avanço muito mais que profissional, foi pessoal, aprendi muito neste período a dar cada vez mais valor as pessoas que merecem e, principalmente, aprendendo com meus erros, e claro, com os dos outros que é melhor ainda, porque não basta ser um “super pesquisador”, tem que ser gente decente (deixo a dica)...obrigado imensamente por todos existirem!!!

Rio Claro, 17 de agosto de 2012
4:57am

Resumo

O Pantanal é uma região deprimida e plana que sofre inundações periódicas anuais causadas pelo fraco gradiente topográfico e pela capacidade limitada de escoamento das águas pelos canais fluviais durante e após o período que se concentram as chuvas (novembro a maio). A planície pantaneira está localizada no interior da Bacia do Alto Paraguai, que tem, portanto, como rio tronco o Paraguai. Como é uma bacia sedimentar, o Pantanal apresenta seu relevo formado por diversos sistemas deposicionais, como os leques fluviais e as planícies de inundação. Dentre os leques fluviais, o mais evidente é o formado pelo rio Taquari, cujo rio flui pelo Planalto de Maracajú-Campo Grande e ao adentrar a planície se torna um rio meandrante e mais a jusante apresenta drenagem distributária formando o lobo atual até alcançar as margens esquerdas do rio Paraguai. O presente trabalho se concentrou principalmente quanto ao aprimoramento dos conhecimentos da morfologia do relevo da região do Pantanal Sul-mato-grossense conhecida como Nhecolândia, que é a porção sul do leque fluvial do Taquari. Diversos autores já discutiram sobre os aspectos físicos presentes nesta região, porém, até então, não existia uma contribuição direta quanto a definição/padronização terminológica dos elementos do relevo, sendo este então a motivação para realização deste trabalho. Assim, o objetivo é identificação, classificação e padronização terminológica das feições do relevo; compreensão e associação das feições com as unidades da paisagem; e por fim, realizar uma compartimentação. Para a realização deste, utilizou-se produtos gerados através de processamento digital de sensores remotos em sistema de informação geográfica, trabalhos de campo para confirmação das informações obtidas pelos processamentos digitais e também coleta de amostras de sedimentos para realização de granulometria, levantamento topográfico das formas e levantamento do pH e condutividade das águas superficiais. Com base na literatura foi possível identificar várias definições para uma mesma feição do relevo, muitas destas advindas das nomeações locais como “cordilheiras”, “baías”, “salinas”, “corixos” e “vazantes”. Como resultado tem-se que várias dessas nomenclaturas por vezes eram entendidas como uma associação de elementos do meio físico, sendo um desses elementos as feições do relevo, que acabaram sendo confusas e/ou não traduzia com clareza que tipo de feição do relevo realmente estava sendo descrito. Contudo, neste trabalho definiu-se que as feições existentes são as elevadas, deprimidas submetidas a dinâmica lagunar, planícies de encharcamento, canais erosivos, canais secundários e planícies fluviais. Por fim, conclui-se que as feições impressas hoje na paisagem representadas pelos compartimentos 1 e 3 já ocuparam áreas maiores, mas que foram obliteradas por novos eventos deposicionais e/ou foram dissecadas e aplainadas no constante processo de erosão das porções mais elevadas e depósitos nas áreas mais deprimidas.

Abstract

The Pantanal wetland is a large floodplain with seasonal inundation caused small topographic variation and the limited capacity of runoff river channels during and after the period of concentration of rainfall (November to May), with the water river of the Upper Paraguay. How is a sedimentary basin the Pantanal presents its relief formed depositional systems, like as fans and floodplains. The Taquari fan is more expressive and the river through the Plateau-Maracajú Campo Grande and enter the plain becomes a meandering river and after the drainage is distributary until the Paraguay River. This study aimed to increase knowledge of the morphology of the relief of the Pantanal region of Mato Grosso do Sul state known as Nhecolândia southern portion of the of Taquari fan. Several authors did research about physical aspects present in this region but don't exist a direct contribution as the definition/terminology of elements of relief so this is the motivation for a to do this work. The aim is the identification, classification and terminology standardization of relief features; understanding of the features and association with the landscape and perform a subdivision. For a make this research was used products generated by digital processing of remote sensing in the geographic information system, field work to confirm the information obtained by digital processing and also collected sediment samples for granulometric characteristics, survey forms and raising the pH and conductivity of surface waters. Based on the literature it was possible to identify several definitions for the same feature of relief with local appointments as "cordilheiras", "baías", "salinas", "corixos" and "vazantes". The result it has several of these classifications were sometimes understood as a combination of elements of the physical environment, and the features of these elements of the relief, but not definition correct. In this study it was identified features elevated, depressed with lagoon dynamic, plan waterlogging, erosional channel, secondary channel fluvial plan. Conclusion the features in landscape are the compartments 1 and 3 occupied larger areas, but which have been obliterated by new events depositional or planed were dissected and constant erosion process in the upper and deposits depressed areas.

Lista de figuras

- Figura 1. Bacia do Alto Paraguai **14**
- Figura 2. Os Pantanaís **15**
- Figura 3. Sub-regiões do Pantanal **16**
- Figura 4. Megaleque fluvial do Taquari **17**
- Figura 5. Localização da Nhecolândia **18**
- Figura 6. Médias pluviométricas na BAP **24**
- Figura 7. Ecossistemas brasileiros **25**
- Figura 8. Fitogeografia do Pantanal **26**
- Figura 9. Mapa geológico da Nhecolândia **28**
- Figura 10. Compartimentação dos lobos do leque fluvial do Taquari **31**
- Figura 11. Cursos fluviais da BAP/internacional **34**
- Figura 12. Drenagens Nhecolândia **35**
- Figura 13. Nível freático **36**
- Figura 14. Flutuação do rio Paraguai **37**
- Figura 15. Perfis topográficos **44**
- Figura 16. Feições do relevo da Nhecolândia **45**
- Figura 17. Representação das feições da Nhecolândia **46**
- Figura 18. Exemplos de feições planas **47**
- Figura 19. Exemplo de suaves rebaixamentos em meio as feições planas **48**
- Figura 20. Exemplo de feições elevadas **49**
- Figura 21. Exemplo de feições deprimidas submetidas a dinâmica lagunar **51**
- Figura 22. Canais erosivos largos e rasos **53**
- Figura 23. Canais secundários **54**
- Figura 24. Planície de inundação do rio Taquari **55**
- Figura 25. Planície de Inundação do rio Negro **56**
- Figura 26. Lobo atual do Taquari **57**
- Figura 27. Compartimentação geomorfológica da Nhecolândia **58**
- Figura 28. Fluxos d'água no período da cheia **61**
- Figura 29. Marcas erosivas nas planícies de encharcamento **62**

Lista de Anexos

Anexo I. Hipsometria da Nhecolândia

Anexo II. Perfil topográfico entre feições elevadas e deprimidas

Anexo III. Feições elevadas alongadas e estreitas

Anexo IV. Canais erosivos estreitos e profundos

Anexo V. Curvas de nível

Anexo VI. Feições do compartimento 3

Lista de abreviaturas e siglas

ANA – Agência Nacional de Águas

A.P. – Antes do presente

BAP – Bacia do Alto Paraguai

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

MDE – Modelo digital de elevação

pH – Potencial hidrogênio

SRTM – (*Shuttle Radar Topography Mission*)

ZCIT – Zona de convergência intertropical

Sumário

1. Introdução **13**
 - 1.1 Área de estudo **17**
 2. Objetivos **19**
 3. Justificativa **20**
 4. Material e método **21**
 5. Contextualização temática **23**
 - 5.1 O complexo do pantanal **23**
 - 5.2 Geologia **27**
 - 5.3 Geomorfologia **29**
 - 5.4 Solos **32**
 - 5.5 Hidrografia **33**
 - 5.6 Dinâmica hídrica **35**
 - 5.7 Geoquímica **37**
 - 5.8 Mudanças climáticas **38**
 - 5.9 Teorias sobre a gênese da Nhecolândia **40**
 6. Resultados **43**
 - 6.1 As feições do relevo na Nhecolândia **42**
 - 6.1.1 Planícies de encharcamento **46**
 - 6.1.2 Feições elevadas **48**
 - 6.1.3 Feições deprimidas submetidas a dinâmica lagunar **50**
 - 6.1.4 Canais erosivos **52**
 - 6.1.5 Canais secundários **54**
 - 6.1.6 Planície fluvial **55**
 - 6.2 Compartimentação geomorfológica **57**
 7. Discussão dos resultados **60**
- Conclusão **67**
- Bibliografia **68**

1. INTRODUÇÃO

A Bacia do Alto Paraguai (BAP) (Figura 1) tem área de 600.000km² entre Brasil, Bolívia e Paraguai, destes, aproximadamente 361.666km² estão em território brasileiro. O rio tronco e o que nomeia a bacia é o Paraguai com 2.612km de extensão, sendo que 1.683km estão no Brasil ou nos limites com a Bolívia e o Paraguai (ANA et al., 2004).

O Pantanal é uma bacia de sedimentação localizada no interior da BAP, que no Brasil possui área de aproximadamente 138.183km², 38.21% da BAP, ocupando a porção SW de Mato Grosso (48.865km²) e NW de Mato Grosso do Sul (89.318km²) (Silva e Abdon, 1998).

De acordo com Ussami et al. (1999 apud Assine e Soares, 2004) a origem da bacia do Pantanal foi a reativação tectônica Andina a aproximadamente 2.5Ma. Onde hoje é a bacia, existia uma paleosuperfície de aproximadamente entre 500 e 1000m acima do nível atual do mar. Acredita-se que em partes da bacia os sedimentos podem chegar a 500m de profundidade, com início da sedimentação no Plioceno (Assine e Soares, 2004).

A planície pantaneira é um compartimento geomorfológico definido por Franco e Pinheiro (1982), podendo ser subdividido em sistemas de leques fluviais e sistemas fluviais meandrantess/anastomosados de acordo com Assine (2003), como pode ser observado na Figura 2.

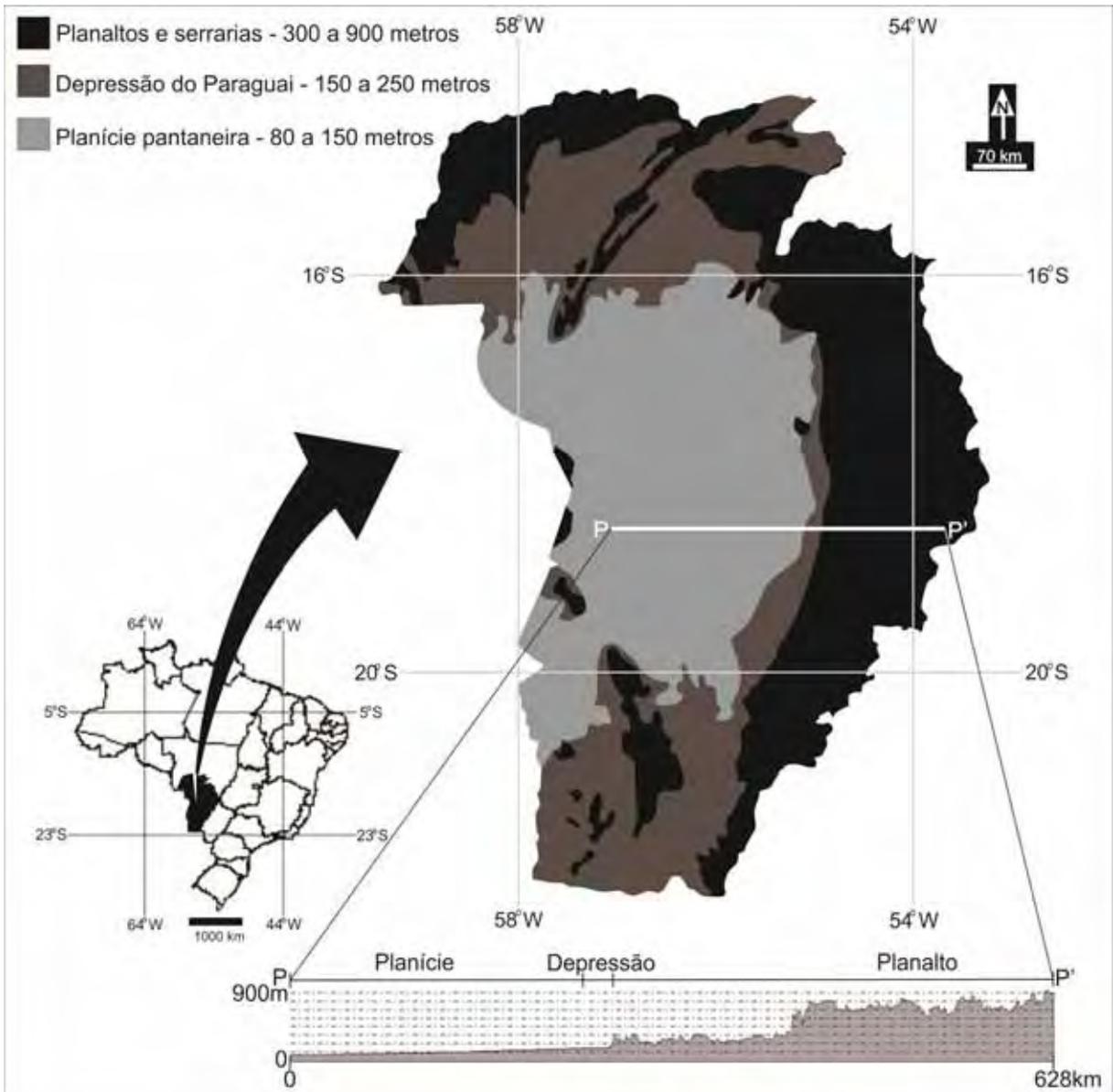


Figura 1 – Bacia do Alto Paraguai. Unidades geomorfológicas segundo Brasil (1982) e o perfil topográfico das Unidades.

Portanto, o Pantanal é formado principalmente por leques aluviais, sendo o mais notável deles o do Taquari, já apresentado por Braun (1977) com área aproximada de 50.000km². É um sistema deposicional ativo, quase circular, com aproximadamente 250km de diâmetro, o qual dá-se o nome de megaleque fluvial devido as suas dimensões (Assine, 2003).

(1998), ao norte do rio Taquari, na margem direita é o Pantanal do Paiaguás e na porção sul na margem esquerda, é o Pantanal da Nhecolândia.



Figura 3 – Sub-regiões do Pantanal. Adaptado de Silva e Abdon (1998)

O conhecimento geomorfológico ainda é muito limitado na Nhecolândia, o que existe são apenas trabalhos que citam ou utilizam as formas do relevo, sem critério exato para classificá-las ou defini-las. Portanto, a inexistência até então de uma análise específica da morfologia do relevo em escala de detalhe e uma compartimentação geomorfológica condizente com estas análises, entusiasmou a execução deste trabalho.

1.1 ÁREA DE ESTUDO

A área estudada é a porção sul do megaleque fluvial do Taquari (Figuras 4 e 5), região conhecida como Nhecolândia, limitada ao norte pelo rio Taquari, ao sul pelo rio Negro, a leste pelo leque do rio Negro e o Planalto de Maracajú-Campo Grande e, a oeste pelo rio Paraguai. Está localizado entre os paralelos 18°12' e 19°36'S e os meridianos 54°57' e 57°13'W, abrangendo uma área aproximada de 24.737km².

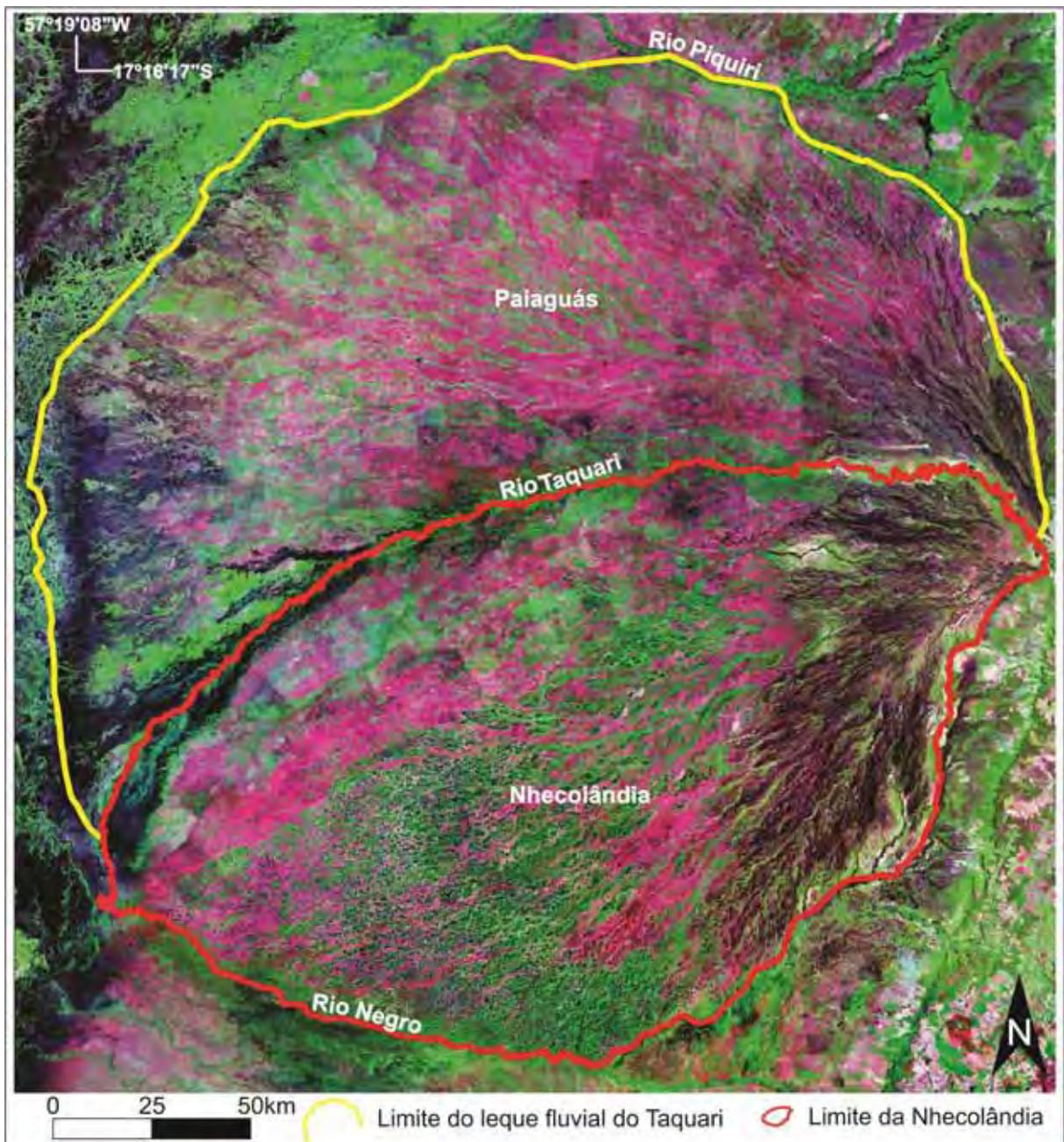


Figura 4 – Megaleque fluvial do Taquari. Mosaico de imagens Geocover, R7G4B2.

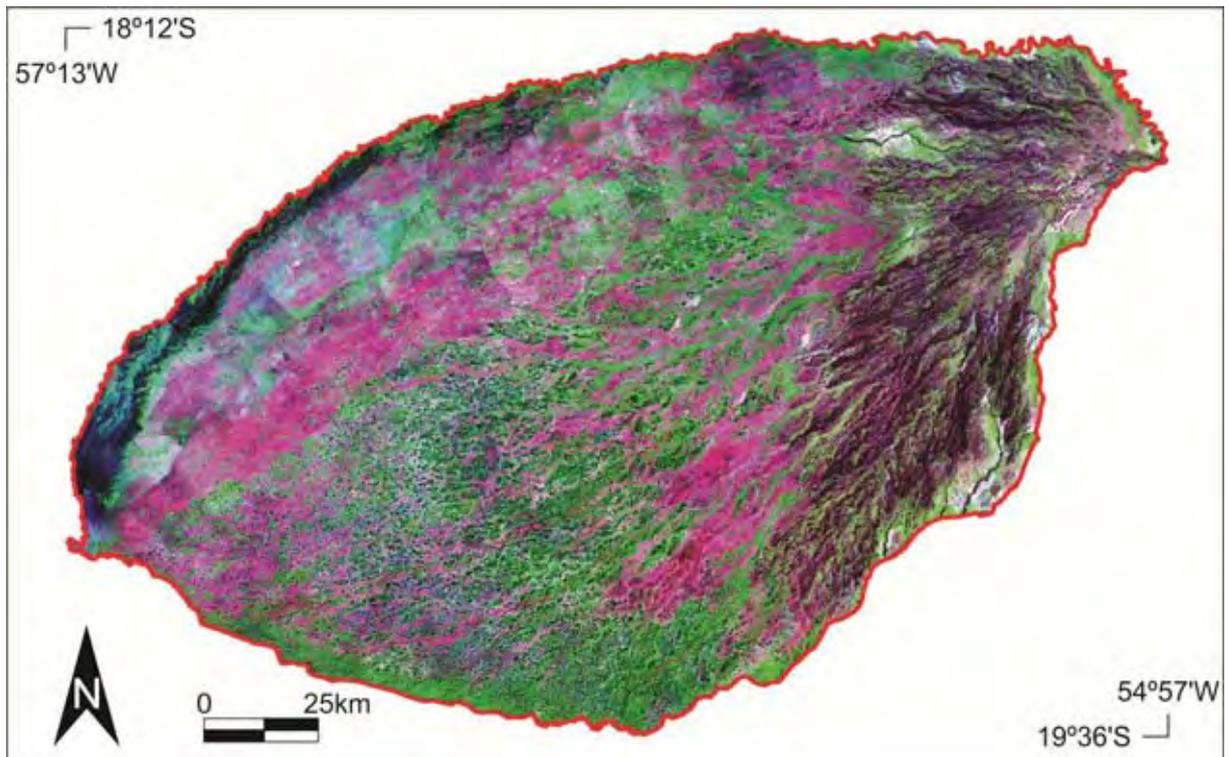


Figura 5 – Localização da Nhecolândia. Mosaico de imagens Geocover, R7G4B2.

A região da Nhecolândia apresenta unidades da paisagem que são muitas vezes descritas associando-as com a morfologia do relevo, que são as baías, salinas, cordilheiras, vazantes e corixos (Franco e Pinheiro, 1982; Sakamoto et al., 1996).

Foi descrito por Sakamoto et al. (1996) que as lagoas quando apresentam alta concentração de sais, além de totalmente isoladas apresentam outras características como um cordão arenoso descoberto de vegetação circundando todo o perímetro da água, seguido pelo aparecimento gramíneas até o aumento da topografia adentrando nas elevações (cordilheira) cobertas por vegetação de porte alto. De acordo com Queiroz Neto et al. (1996) e Almeida et al. (2003, 2009), as lagoas salinas estão numa topografia inferior as lagoas de água doce e raramente secam.

Segundo Soriano (1996) os aspectos climáticos gerais da Nhecolândia mostraram um clima de duas estações bem definidas, classificado como Awa segundo Köppen com temperaturas médias do mês mais frio superior a 18°C, inverno seco e verão chuvoso. Os anos mais chuvosos chegam a 1513,5mm e o período mais seco chega a uma deficiência hídrica de 300mm.

2. OBJETIVOS

Este trabalho almeja, portanto, avançar o conhecimento quanto a morfologia do relevo da Nhecolândia tendo como pressuposto a inexistência de trabalho específico sobre esta temática, para tal, são objetivos:

1. Identificar e classificar as feições do relevo;
2. Padronizar terminologicamente a morfologia do relevo;
3. Compreender e associar as unidades da paisagem com as feições do relevo;
4. Compartimentação geomorfológica.

3. JUSTIFICATIVA

Um dos ecossistemas brasileiros com pouco conhecimento do ponto de vista científico, o Pantanal necessita de pesquisas, sejam elas geológicas, geográficas, geomorfológicas, climáticas, florísticas e etc. É uma extensa planície no interior do continente Sul-americano, diferenciada por sua dinâmica natural impar decorrente principalmente pelas inundações periódicas (wetland), além de ter uma cultura riquíssima.

Devido a complexidade do Pantanal é necessário que ocorra o avanço do conhecimento para contribuir na utilização e ocupação, assim, tem-se a necessidade de conhecer e entender melhor seu funcionamento para que ocorra a ocupação e utilização mais adequadamente e ordenada.

A importância quanto ao avanço do conhecimento geomorfológico do Pantanal como um todo, portanto a necessidade de trabalhos como este, fica evidente dia-a-dia, contribuindo a priori para um conhecimento mais verticalizado, mas que posteriormente fomentará estudos de cunho administrativo e de planejamento de atividades econômicas, sociais etc.

Por fim, os conhecimentos que acercam a atual pesquisa dão subsídios que contribuem na compreensão do Pantanal, principalmente quanto ao conhecimento geomorfológico do Pantanal da Nhecolândia.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Para alcançar os objetivos pretendidos, foram desenvolvidas as seguintes etapas:

1. O levantamento, identificação e classificação das formas do relevo foi realizado por meio da interpretação de sensores remotos, que foram:
 - Landsat R3G4B5, órbita/ponto 226/73 de 07/04/2000; 09/05/2000 e 13/08/2012/;
 - Cbers 2B/HRC – órbita/ponto 165-D/121-5 de 24/08/2008 e 29/07/2008; órbita/ponto 165-B/121-3 de 07/06/2008; órbita/ponto 165-A/121-4 de 15/04/2009; órbita/ponto 165-A/121-3 de 15/10/2008; órbita/ponto 164-A/122-1 de 30/07/2009; órbita/ponto 165-D/121-3 de 24/08/2008 e órbita/ponto 165-D/122-1 de 24/08/2008;
 - SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) de fevereiro de 2000.
2. Foram construídos modelos digitais de elevação (MDE) com os dados levantados pelo *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM). Por meio dos produtos obtidos por essa missão, foi gerado um MDE global com resolução aproximada de 90m que constitui uma das principais fontes de dados para análise do relevo (SMITH e PAIN, 2009). O MDE-SRTM foi gerado com auxílio dos aplicativos Global Mapper 9.0 e ArcGIS 9.2. Paletas de cores foram personalizadas para reduzir o intervalo das classes altimétricas a fim de melhor ressaltar as feições do relevo. Também foram traçadas curvas de nível para facilitar a interpretação. Finalmente, procedeu-se com a análise visual dos MDEs, onde foram identificados e vetorizados os compartimentos e as feições. Os procedimentos aplicados foram também utilizados por diversos estudos recentes (e.g., ROSSETTI e VALERIANO, 2007; MANTELLI et al., 2009; ZANI et al., 2009; HAYAKAWA et al., 2010) demonstrando a eficácia desta técnica para a caracterização de morfologias associadas à sistemas deposicionais quaternários.
3. Posteriormente as atividades de gabinete, foi realizado averiguação e comprovação em campo das feições geomorfológicas identificadas. Nesta etapa foram feitos registros fotográficos e coleta de amostras para análise granulométrica com trado do tipo holandês. Utilizando um Multiparâmetro (WTW 340i) foi realizado levantamento de pH e condutividade das águas em superfície para simples verificação da existência e localização de lagoas de água salobra, a

título de confirmação da existência da mesma. Com nível eletrônico de precisão, realizou-se levantamento topográfico de algumas feições.

4. Após o trabalho de campo, quando necessário, foram realizados ajustes nos mapas.

5. CONTEXTUALIZAÇÃO TEMÁTICA

5.1 O COMPLEXO DO PANTANAL

A característica marcante do Pantanal são as inundações que ocorrem anualmente, ocasionadas não somente pelas chuvas *in situ*, mas, mormente pelas águas que escoam dos planaltos onde o índice pluviométrico é mais elevado.

No início do período chuvoso já se nota a elevação do nível das águas nos rios e logos, seguido pelo nível das lagoas, corixos e vazantes consecutivamente. Com o passar dos meses, as águas precipitadas em toda a BAP atingem o Rio Paraguai aumentando a concentração.

A quantidade de água acumulada no rio Paraguai se torna superior à sua capacidade de vazão, ocorrendo barramento natural das águas, com isso, as águas se extravasam de seus leitos inundando planície acima. Cada região do Pantanal tem um tempo diferente de inundação, normalmente as porções mais ao norte ocorrem primeiro, sendo cada vez mais tardios sentido sul, assim, tanto o rebaixamento quanto a elevação das águas segue o sentido natural do fluxo do rio Paraguai (norte-sul).

Além da inundação relacionada diretamente pelo extravasamento das águas do sistema de drenagem, existe também a inundação em meio as planícies distantes dos canais fluviais, estas ocorrem pelo afloramento do freático, não estando ligadas diretamente as águas superficiais dos canais fluviais.

O rebaixamento das águas ocorre não somente pelo período sem chuva ou com baixa precipitação, mas auxiliado pelo alto índice de insolação e temperaturas médias elevadas, favorecendo a evaporação, resultando num elevado déficit hídrico que segundo Alfonsi e Camargo (1986) pode atingir 300mm.

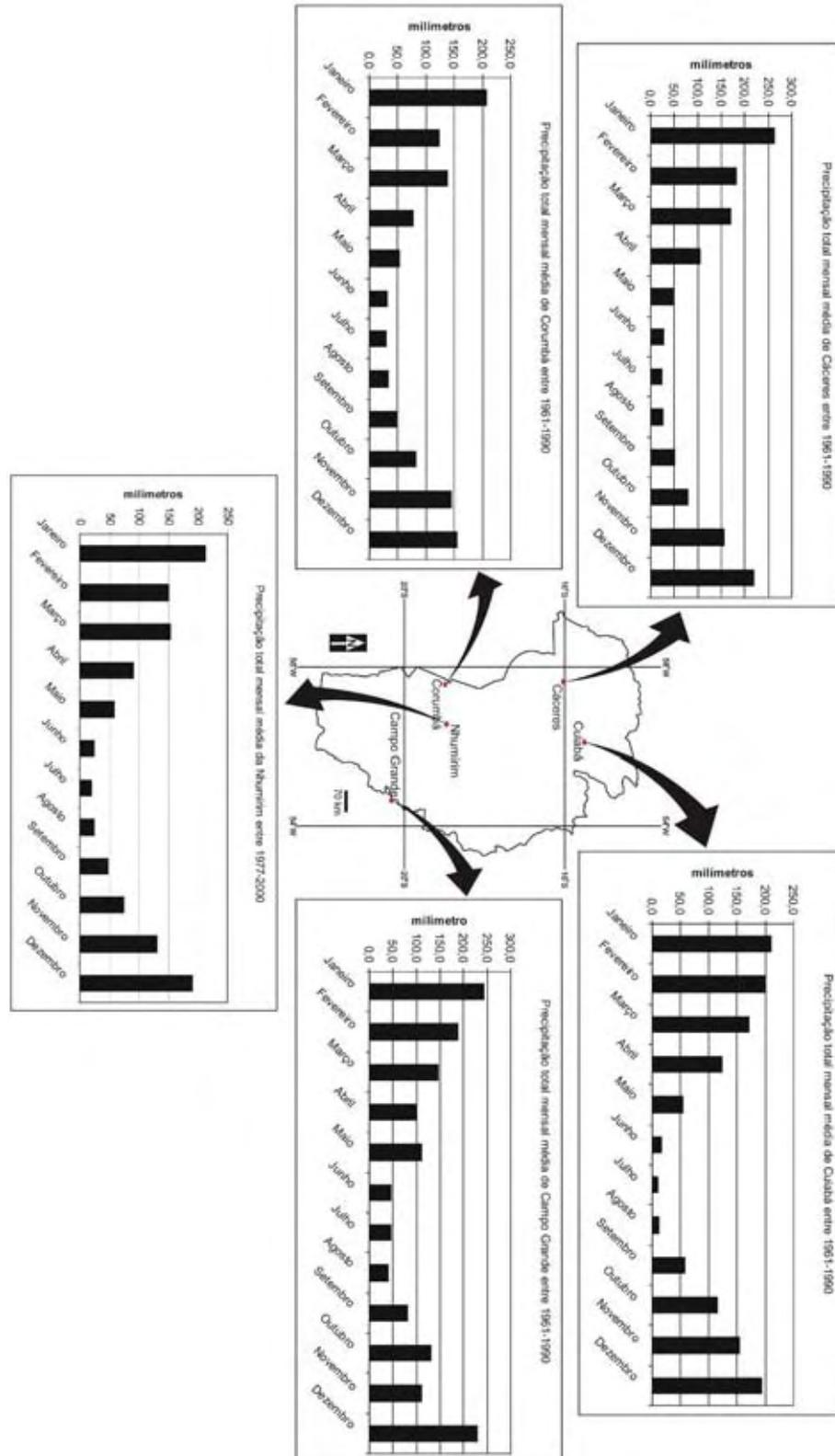


Figura 6 – Médias pluviométricas na BAP. Dados do INMET organizados por Gradella et al. (2009).

O ecossistema pantaneiro depende fortemente da dinâmica da subida e descida das águas (conhecido como dinâmica pantaneira), sem as inundações, o

Pantanal certamente teria uma outra configuração, tanto biótica quanto abiótica. Isto porque a subida das águas e a defluência do curso natural dos canais em direção aos campos leva muita matéria orgânica para os solos que são arenosos e muito pobres, além de que, o tempo de permanência da água na planície por um período maior do que o chuvoso, amenizando a falta d'água na estiagem que é de aproximadamente 4 a 5 meses, dando uma falsa impressão de prolongamento do período chuvoso (Figura 5).

O Brasil, segundo Ab'Sáber (2003) pode ser dividido em domínios morfoclimáticos e fitogeográficos (Figura 7), considera-se que esses domínios são áreas com aspectos físicos da natureza relativamente homogêneo, como relevo, tipo de solo, vegetação e condições climático-hidrológicas, contendo uma área central (área core) com contatos paisagísticos diferentes, num estado complexo (Ab'Sáber, 2003).



Figura 7 – Ecosistemas brasileiros. Ab'Sáber (2003).

Ao observar a espacialização realizada por Ab'Sáber (2003), o Pantanal não está na área de nenhum domínio morfoclimático e fitogeográfico, mas sim dentro de uma faixa de transição. Ab'Sáber (2003) fala ainda que dentro da planície pantaneira encontram-se vários tipos de ecossistemas, são portanto os diversos pantanais.

O que nos esclarece ainda mais é a afirmação de Adámoli (1986) que apresenta a fitogeografia do Pantanal, atribuindo o nome de “mosaico do Pantanal” ou “complexo pantaneiro”. O autor mostra que no Pantanal ocorre a convergência de quatro províncias fitogeográficas da América do Sul: Amazônia, Cerrados, Florestas Meridionais e Chaquenha, conforme observamos na Figura 8.

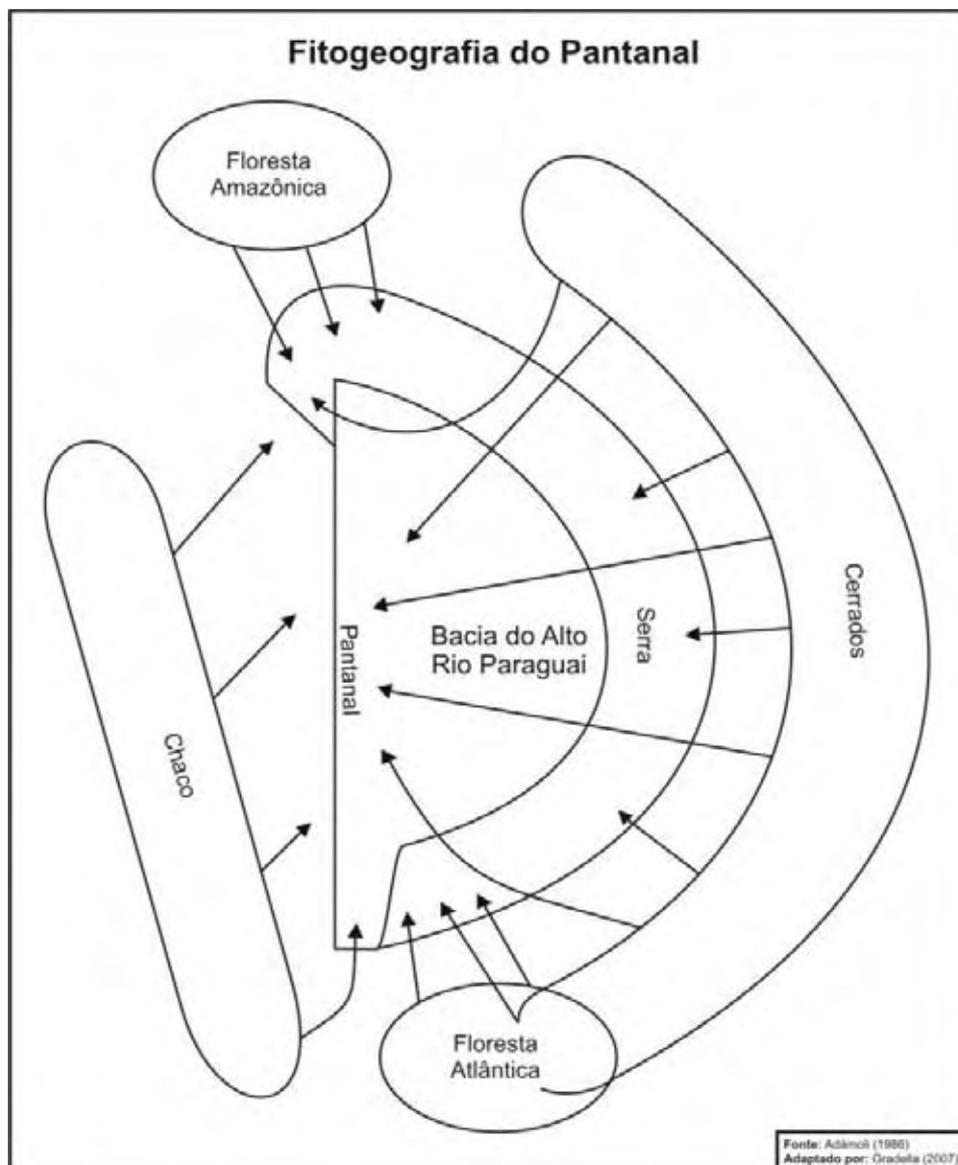


Figura 8 – Fitogeografia do Pantanal. Adámoli (1986).

Com essas afirmações, pode-se considerar o Pantanal como um mosaico de ecossistemas, devido a complexidade e a quantidade de formações naturais, pois como dito por Christofolletti (1999) os sistemas complexos apresentam grande diversidade de componentes que se interagem, podendo adaptar sua estrutura interna devida as tais interações, apresentando-se organizada.

É relevante também falarmos das formações vegetais relíquias de paleoclimas, presentes no Pantanal em forma de refúgios. Estas formações vegetais ocorrem devido as flutuações climáticas no Quaternário, quando num momento seco do Pleistoceno Terminal ocorreu o recuo da floresta, restando em manchas, após a invasão pelo cerrado (Ab'Sáber, 1988).

A fauna e a flora pantaneira são compostas (em espécies) por 1.863 fanerógamas, 263 de peixes, 85 de répteis, 35 de anfíbios, 444 de aves, 132 de mamíferos. Apresenta baixo endemismo, mas, com vários animais com ameaça de extinção (ANA et al, 2004).

5.2 GEOLOGIA

O embasamento da BAP é formada por rochas metamórficas de baixo-grau e magmáticas neo-proterozóicas (Grupo Cuiabá). Na borda oeste em discordância com o Grupo Cuiabá ocorrem rochas neo-proterozóicas pouco deformadas do Grupo Corumbá, apresentando sub-horizontais com leve caimento para o sudoeste, formando o Maciço do Urucum (Planalto Residual do Urucum-Amolar). Na sua borda leste sobre as rochas cristalinas pré-cambrianas ocorrem seqüência paleozóica e mesozóica da Bacia do Paraná, constituindo os Planaltos do Taquari-Itiquira e Maracajú-Campo Grande (Assine, 2003).

O rio Taquari e seus afluentes atravessam terrenos da Formação Botucatu, Formação Aquidauana, Formação Ponta Grossa, Grupo Caiuá Indiviso, Formação Furnas e Grupo Rio Ivaí. O rio Taquari quando adentra o leque, corta sedimentos da Formação Pantanal (Figura 9) com fáceis de depósitos aluvionares com sedimentos argilo-siltico arenosos, e no local de drenagem ativa do sistema distributário predominam os depósitos de aluviões atuais com areia, areia quartzosa, cascalho, silte, argila e localmente turfa (CPRM, 2006).

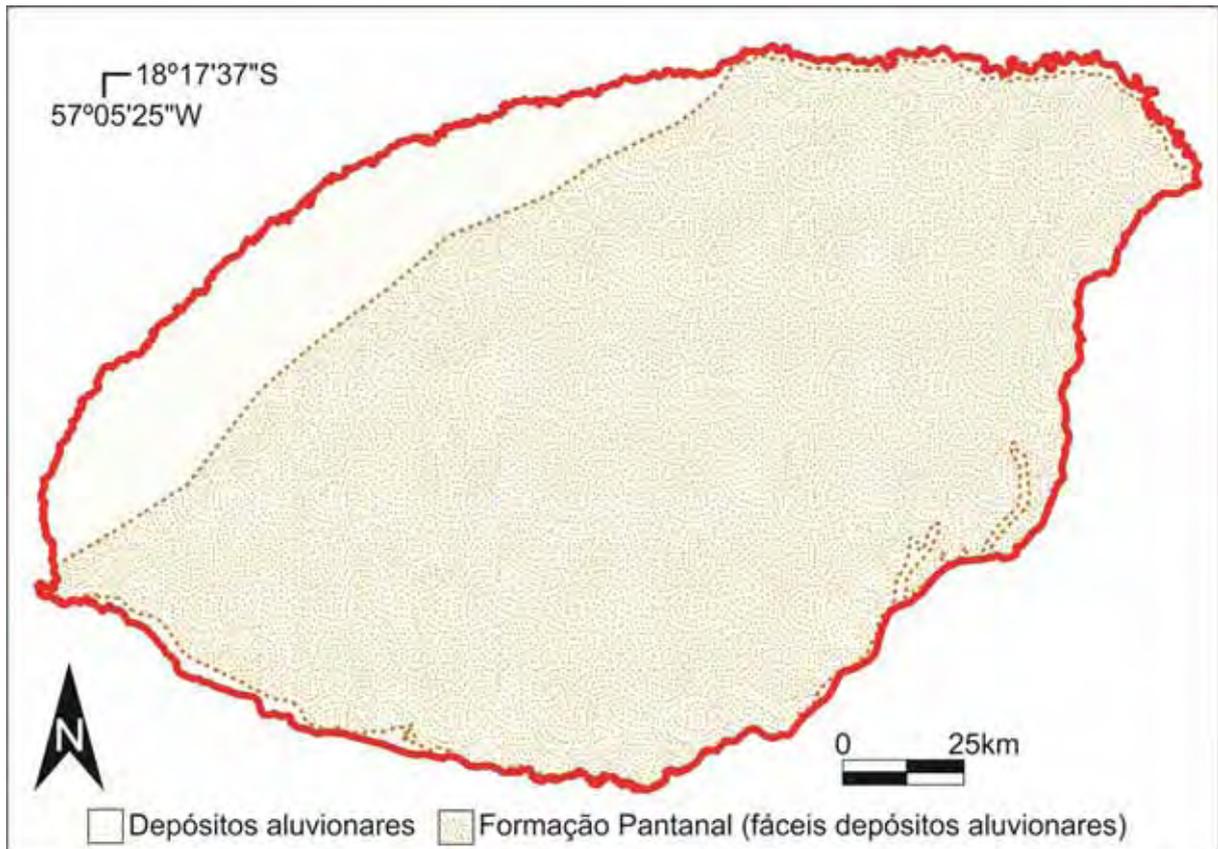


Figura 9 – Mapa geológico da Nhecolândia. Segundo CPRM (2006).

Contudo, a Nhecolândia está compreendida totalmente na planície, assim, na área de estudo encontram-se somente sedimentos da Formação Pantanal e aluviões atuais nas margens dos rios.

A Formação Pantanal é composta por sedimentos aluviais predominantemente arenosos, sílticos-argilosos e argilosos, inconsolidados e semiconsolidados. Verificam-se sedimentos areno-conglomeráticos nas camadas inferiores. Nas camadas superficiais constatam-se variações faciológicas observando-se locais onde há predominância de areias sobre argilas e vice-versa, ocorrendo essas nas áreas sujeitas a inundações por tempo mais prolongado. Em geral a maior parte da superfície dos Pantanaís Mato-Grossenses é ocupada por areias quartzosas, que provavelmente dominam também nas camadas sotopostas, pois o quartzo é o principal componente das rochas das áreas fontes. A sedimentação que se processa hoje nas áreas interfluviais é sobretudo pelítica, condicionada às inundações periódicas (Del'Arco et al. 1982).

De acordo com Weyler (1962) as perfurações pela Petrobrás no Pantanal não conseguiram atingir o embasamento no interior da planície, nas proximidades do rio Taquari, chegando a uma profundidade de 412,5m. Ussami et al. (1999)

utilizando técnica sísmica, inferiu que a profundidade do embasamento pode chegar a 550m.

A estratigrafia mostra um afinamento dos sedimentos para o topo, onde na parte inferior predominam arenitos grossos e conglomerados. Na parte superior ocorre principalmente areais quartzosas finas a médias, localmente grossas. Em algumas partes há a presença de óxido de ferro, às vezes formando lateritas (Assine, 2003).

Assine (2003) considera que ainda não é possível definir com exatidão a data do início da sedimentação, mas a hipótese é que seja no Plioceno depois do soerguimento e desmantelamento da superfície Sul-americana e subsidência tectônica da região do Pantanal.

Almeida (1945) e Cunha (1943) descrevem sedimentos compactos próximos a superfície no Pantanal da Nhecolândia, associados às lagoas alcalinas. Através da evaporação, os sais solúveis presentes nas águas dessas lagoas cimentam grânulos arenosos que, quando muito expostos à insolação, apresentam, segundo Almeida (1945), gretas de contração. Cunha (1943) referiu-se a uma lagoa salina conhecida como lagoa de pedra, onde existem afloramentos às suas margens de arenito (areias com cimento salino).

5.3 GEOMORFOLOGIA

A geomorfologia da BAP foi compartimentada por Franco e Pinheiro (1982) em Planalto: Guimarães, Alto Guaporé, Província Serrana, Taquari-Itiquira, Maracajú-Campo Grande, Urucum-Amolar e da Bodoquena; Depressão: rio Paraguai e Guaporé e; Planícies e Pantanaís Mato-Grossenses.

O compartimento Planícies e Pantanaís Mato-Grossenses tratam-se de uma extensa superfície de topografia bastante plana com áreas que frequentemente estão sujeitas a inundações, cuja rede de drenagem é comandada pelo rio Paraguai (Franco e Pinheiro, 1982). Formada por aluviões modernos em contínuo processo de acumulação sedimentar (Almeida, 1965).

O gradiente topográfico é fraco (quase desprezível) variando entre 0,3 a 0,5 m/km no sentido leste-oeste e 0,03 a 0,15 m/km no sentido norte-sul (Alvarenga et al., 1984; Franco e Pinheiro, 1982).

A principal macro-feição são os sistemas deposicionais em megaleques fluviais, destaca-se o do Paraguai, Cuiabá, São Lourenço, Negro, Taboco, Aquidauana, Nabileque e Taquari.

As feições menores são as cordilheiras, baías, vazantes e corixos, cujas denominações são locais. As baías são áreas deprimidas contendo água, às vezes salobra, com formas irregulares; as cordilheiras são áreas mais elevadas no terreno, aproximadamente 2 m dos espelhos d'água, estando entre duas baías, não sofrem inundação normalmente, somente em cheias extremas; as vazantes são as conexões entre as baías no período da cheias servindo como escoadouro fluvial intermitente com vários quilômetros de distância; os corixos se assemelham as vazantes, se difere enquanto capacidade de transporte, o qual tem um poder maior de erosão, apresentando canais mais profundos (Franco e Pinheiro, 1982; Sakamoto et al., 1996).

O leque do Taquari é considerado uma das feições geomorfológicas mais notáveis do Pantanal, com aproximadamente 50.000 km² e cerca de 37% da área total do Pantanal. Sua altitude varia de 190 a 85 m, com gradiente de 36 cm/km. Formado pela evolução (construção e abandono) de lobos distributários, resultando diversos paleocanais após a avulsão do canal principal, e os novos lobos cortam os antigos. O leque é dividido em duas zonas geomorfológicas, a do cinturão de meandros e o lobo de sedimentação atual (Assine, 2003; 2005).

O cinturão de meandros é parte onde ocorre um sistema meandrante do rio Taquari, fluindo entrincheirado em terraços com mais de 5 metros de altura, cortando a sedimentação de antigos lobos (Assine e Soares, 2004).

Esses terraços são construídos pela incisão do canal devido as alterações do nível de base, construindo terraços com alturas que vão diminuindo no sentido jusante. Essas mudanças do nível de base podem ter ocorrido por tectônica ou mudanças climáticas (Assine, 2008).

De acordo com Zani et al. (2006) o megaleque fluvial do Taquari apresenta 6 lobos (Figura 10), sendo que a Nhecolândia ficou representada em 4 lobos: 1, 4, 5 e 6. O lobo 1 é o que está sofrendo sedimentação atual, marcando principalmente o canal principal de baixa sinuosidade com diques marginais. O lobo 4 está em contato com os lobos 5 e 6 onde há evidências de controle tectônico por estruturas de direção NE, reforçando a hipótese apresentada por Soares et al. (1998) sobre o Lineamento transbrasiliano, parte deste lobo está sobreposto pelo lobo 1. O lobo 5 é

também chamado de Alta Nhecolândia, marcado por uma extensa rede de paleocanais distributários, que se bifurcam no sentido SW, drenagens tributárias alinhadas na direção NE. O lobo 6 também chamado de Baixa Nhecolândia é onde apresenta feições relictas mais bem preservadas, com morfologia marcada por milhares de lagoas (doces e salinas) circundadas por elevações de depósitos arenosos com até 5 m de altura (cordilheira), cobertos com vegetação arbórea. Superpostos à paisagem das lagoas existem canais largos e rasos, que drenam as águas durante as cheias, conhecidos como vazantes.

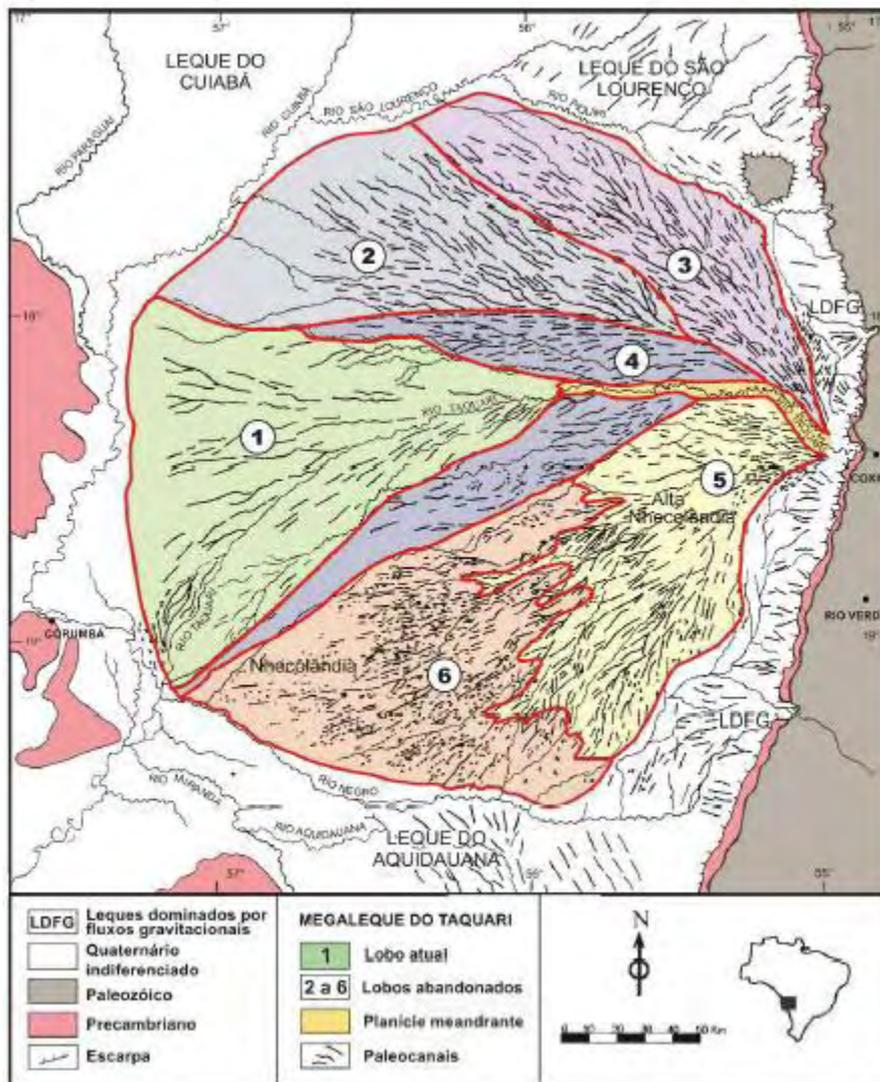


Figura10 – Compartimentação dos lobos do leque fluvial do Taquari. Segundo Zani et al. (2006).

A Nhecolândia apresenta centenas de lagoas em meio aos vários paleocanais distributários e canais tributários recentes, com a maior parte desses alongados na direção NE. Estas lagoas não tem forma definida, podendo ser

circulares, elípticas, piriformes, crescentiformes e irregulares, podendo estar conectadas e recebendo águas superficialmente das enchentes, são estas as lagoas doces (Assine, 2003).

Na porção mais ao sul da Nhecolândia é a única parte no Pantanal onde existem lagoas de água salobra, são conhecidas localmente como salinas, justamente pela alta concentração de sais, que de acordo com Barbiéro et al. (2002) o pH é entorno de 10 e condutividade elétrica pode chegar a 68 dS/m.

5.4 SOLOS

Orioli et al. (1982) definem que 58% dos solos do Pantanal são hidromórficos com deficiência de drenagem, com forte tendência a inundações, oriundos de uma litologia de sedimentos aluvionares da Formação Pantanal.

Predominam ao norte horizontes superficiais de textura mais argilosa, Laterita Hidromórfica, Planossolo, Solonetz Solodizados, Vertissolo, Podzólico Vermelho-Amarelo, Gleis Pouco húmicos e Solos Aluvionares; na porção central são solos arenosos transportados principalmente pelo Rio Taquari (Leque do Taquari) com solos Podzol Hidromórfico, Planossolo, Areias Quartzosas Hidromórficas, Laterita Hidromórfica e Gleis Pouco Húmicos; na porção sul os solos são mais argilosos, como o Planossolo, Vertissolo, Solonetz Solodizado, Gleis Pouco Húmicos e Laterita Hidromórfica (Orioli, et al., 1982).

Mais especificamente nos arredores das salinas, foram realizados trabalhos de Queiroz Neto et al. (1996), Sakamoto (1997), Fernandes et al. (1999), Barbiéro et al. (2000). Furquim (2007) sintetiza descrevendo que das cordilheiras até as baías os solos são arenosos escurecidos (2 a 3% de argila), bem selecionados e ácidos (pH < 5). No entorno das salinas os solos apresentam hidromorfia, também com argila de 2 a 3%, com nódulos esbranquiçados, abaixo apresenta um horizonte esverdeado com mais argila (9%) e alcalino (pH > 8) se prolongando até sob a salina. Essas características dos solos próximos as salinas se devem provavelmente a influência das águas. Os nódulos esbranquiçados e o aumento da argila do horizonte esverdeado foram apontados por Barbiéro et al. (2000) como evidências da precipitação de calcita ou calcita magnésiana e da formação de silicatos magnésianos (estevensita, sepiolita, Mg-montmorillonita) em análise regional das químicas das águas (Barbiéro et al., 2002).

A formação de minerais em solos e sedimentos a partir de águas em concentração pode ocorrer, de maneira geral, através de dois processos: precipitação química direta das águas concentradas (processo de neoformação) e transformação devido à incorporação de íons na estrutura cristalina de minerais pré-existentes (Furquim, 2007).

Pode-se concluir que há ocorrência de processos pedogenéticos fundamentais ligados à solonização no entorno de toda a lagoa. A alta saturação de sódio e o pH fortemente alcalino foram responsáveis pelo desenvolvimento de características morfológicas típicas de solos sódicos, como a migração de colóides, camadas endurecidas e presença de carbonatos de cálcio, magnésio e sódio neoformados (Furquim, 2007).

5.5 HIDROGRAFIA

Assine (2003) explica que o Rio Paraguai apresenta uma compartimentação muito complexa por atravessar domínios geomorfológicos diferentes, onde fora do Pantanal ele tem características erosivas e na planície pantaneira há forte diminuição no gradiente topográfico, passando a ser sedimentar e receber águas de vários leques aluviais.

As contribuições da vazão no Pantanal (rio Paraguai) pelos afluentes vindos do planalto são de 72% de norte e de 28% de sul. A vazão vinda dos planaltos é de 2.058 m³/s e a saída registrada em Porto Esperança é de 2.165 m³/s, o Pantanal contribui, portanto, com 107 m³/s (ANA et al, 2004).

A flutuação do Rio Paraguai é observada pela Marinha na cidade de Ladário/MS desde 1900, assim, descreve-se os pulsos de inundação como de 4 a 5 metros cheia pequena, de 5 a 6 metros cheia normal e acima de 6 metros é uma grande cheia. O rio Paraguai dentro do Pantanal é capaz de inundar 20km além de seu leito natural¹.

Os principais afluentes (Figura 11) são na maioria pela margem esquerda, são eles: Jauru (norte), Cabaçal, Sepotuba, Bento Gomes, Cuibá-São Lourenço-Itiquira, Piquiri-Taquari, Negro, Miranda-Aquidauana, Nabileque e Apa. Os de menores expressão são: Aguapeí, Juba, dos Bugres, Paraguizinho, Cuiabazinho,

¹ Ibid., p. 41.

(Nhecolândia). Existe alguns lagos expressivos de extensa área, que são a Mandioré, Vermelha, Cáceres, Jacadigo, Negra e Castelo.

Na Nhecolândia, os principais canais são os rios Taquari e Negro que são sabem os limites norte e sul consecutivamente (Figura 12), mas, deve-se levar em consideração que existe também inúmeras drenagens.

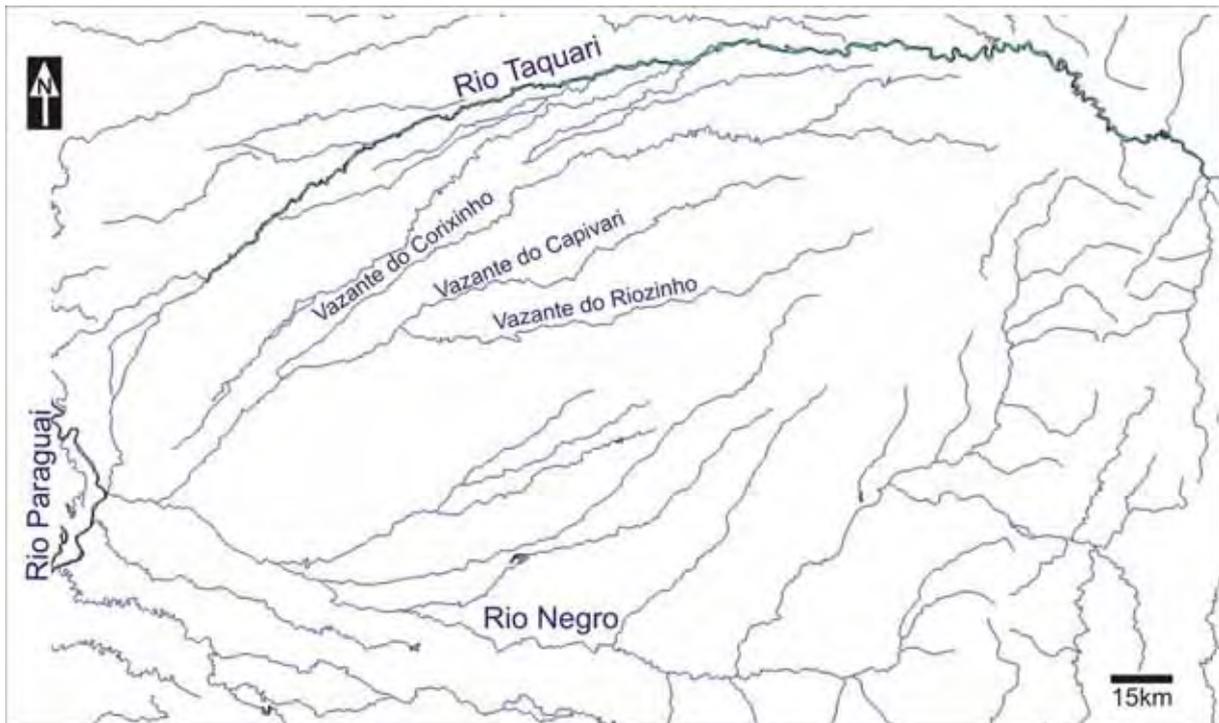


Figura 12 – Drenagens Nhecolândia. Contextualização das principais drenagens. Adaptado de CPRM (2006).

5.6 DINÂMICA HÍDRICA

Trabalhos realizados por Bacani (2004) e Viana (2006) estudando uma sequência piezométrica no Pantanal da Nhecolândia buscando entender a oscilação do lençol freático no entorno de uma lagoa, mostraram que a flutuação do freático segue um ritmo médio parecido entre eles todos os piezômetros independentemente do tipo da cobertura e relevo, acompanhando a variação da lâmina d'água da lagoa.

Gradella (2008) estudando a interação do lençol freático (Figura 13) com a precipitação no entorno também de uma lagoa concluiu que a precipitação local foi responsável pela oscilação imediata do freático no período das chuvas concentradas, fazendo com que o nível freático respondesse com rápida elevação e, nos dias posteriores ocorria o rebaixamento do nível d'água. Essa oscilação está

relacionada a saturação do solo, pois em períodos úmidos, para ocorrer a elevação do nível freático, necessitou de mais chuva, enquanto que no período seco, com pouca quantidade de chuva houve uma resposta rápida do nível freático.

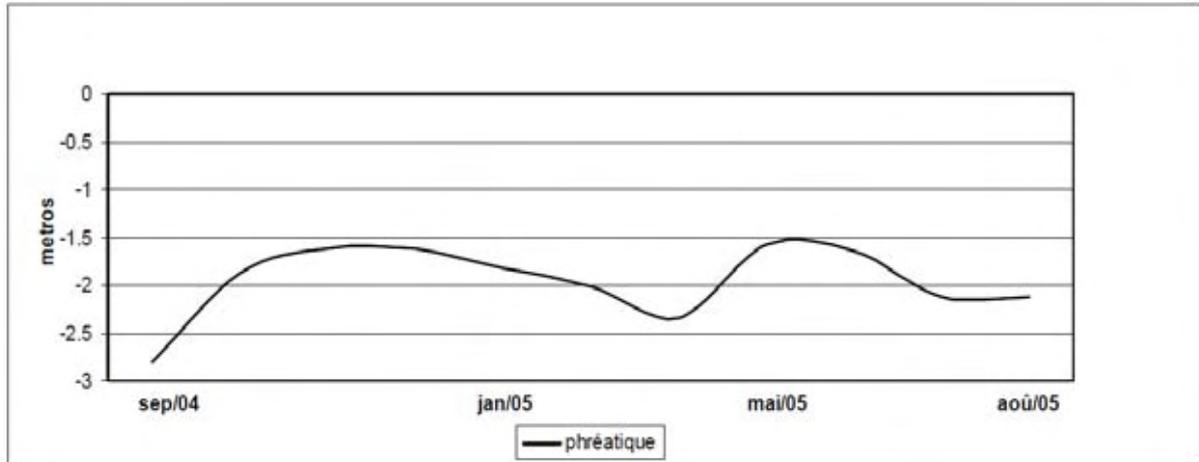


Figura 13 – Nível freático. Variação do freático de uma salina segundo Gradella et al. (2009).

Com o fim do período de chuvas concentradas, o solo se encontrava de saturado a úmido, assim, notou-se que para ocorrer elevação do nível freático nesta época seria necessária quantidade maior de precipitação. Fato que não ocorreu no mês de maio, quando se registrou a elevação do nível freático sem chuva equivalente para essa elevação, supondo então haver fluxos subterrâneos chegando até a salina, aumentando o nível do freático independente das chuvas (Gradella, 2008).

Gradella et al. (2009) tem como hipótese de que a oscilação do freático nesta porção mais ao sul da Nhecolândia tem dois momentos, o primeiro relacionado com a precipitação local, o segundo momento sob influência das cheias do rio Paraguai (Figura 14), pois quando ele atinge seu pico de cheia nas proximidades de Corumbá faz com que as águas subsuperficiais barradas alcance áreas distantes. Com isso, pode-se identificar uma bimodalidade de elevação do freático.

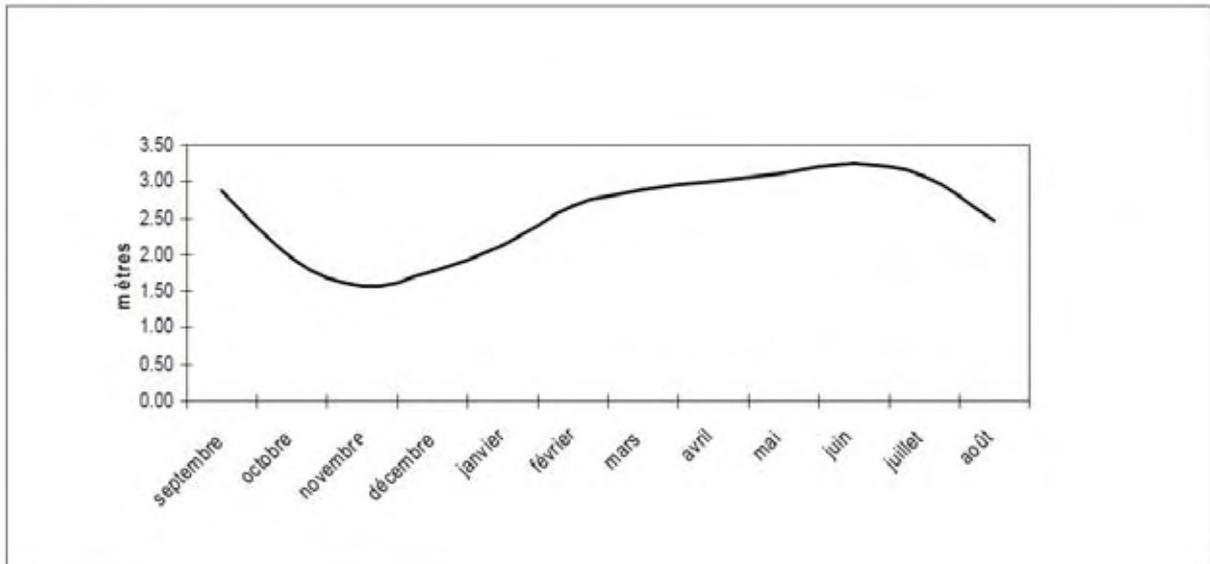


Figura 14 – Flutuação do rio Paraguai. Variação do nível do rio Paraguai, Gradella et al. (2009).

5.7 GEOQUÍMICA

Ab'Sáber (1988) diz que as águas lacustres da Nhecolândia, provenientes de cursos curtos autóctones do leque aluvial, tem condições hidrogeoquímicas especiais. Lagos totalmente isolados, em superfície, dependem das variações dos lençóis de água subsuperficiais, controlados pela sazonalidade climática e hídrica, podendo funcionar como mini bacias endorréicas concentrando sais.

Através de estudos de geoquímica buscando entender a formação das unidades da paisagem na Nhecolândia, Barbiero et al. (2002) apresentam que não é preciso a intervenção dos paleo-processos para explicar a presença de ambientes geoquímicos tão contrastados (salina-baía), pois a variabilidade química é resultado dos processos atuais de concentração das águas.

Esta geoquímica das salinas se deve, portanto, a concentração das águas que chegam ao Pantanal, onde os três principais processos são: a concentração de solução sob a influência da associação da evaporação e precipitação (Mg-calcita, ilita, carbonato de sódio); oxidação de sulfetos incluídos nas camadas de argilas e subsequentemente desenvolvidos em condições ácidas; barreira das condições ácidas pela dissolução da argila (Barbiero et al., 2008).

Barbiero et al. (2008) apresenta que abaixo da cordilheira, na região de oscilação do nível freático, existe um anel contínuo formado por argila cimentada, possivelmente pela sílica amorfa, que é o resultado da precipitação da evapo-

concentração da illita. Este anel atua como uma barreira que impede o retorno do fluxo d'água do interior da salina para as partes exteriores.

É possível considerar que a depressão onde se localizam as lagoas salinas estão associadas ao presente e não a um passado de clima semi-árido. Acredita que pode estar ocorrendo um rebaixamento geoquímico através da dissolução do quartzo e a conseqüente solubilização da sílica dos solos arenosos, iniciados pH fortemente alcalino das águas (Furquim, 2007).

5.8 MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Alguns trabalhos foram realizados sobre paleoclimas em vários pontos da América do Sul, principalmente no Brasil e Argentina, e como há teorias que remetem as mudanças ambientais ocasionadas por mudanças climáticas, realizou-se esse levantamento.

Assine e Soares (2004) acreditam que a erosão eólica tem mais probabilidade de ter efeitos no Último Glacial Máximo, como resultado da diminuição das chuvas e rebaixamento do nível freático. Acreditam que a deglaciação iniciou entorno de 16.000 anos A.P. promovendo uma grande mudança paleoclimática, paleoecológica e paleogeográfica.

A mudança no Pantanal teria iniciado no final do Pleistoceno numa passagem para um macro ambiente mais quente e úmido que prevaleceu durante o Holoceno. A atual configuração do Pantanal se estabilizou, os sistemas de drenagem foram reorganizados e os canais intermitentes se tornaram rios (Assine e Soares, 2004).

Numa compilação de dados realizada por Assine e Soares (2004), concluiu-se que no início do Holoceno há um progressivo aumento da temperatura e da umidade registradas em várias áreas da América do Sul, como em alguns lagos no Pantanal, onde constatou-se que houve uma mudança para um clima mais úmido em 10.200 anos A.P. (lagoa Negra) e 5.190 anos A.P. (lago do Castelo) (De Oliveira, 1992; Iriondo e Garcia, 1993; Stevaux, 1994; Bezerra, 1999).

Clapperton (1993) faz considerações sobre o clima e a circulação dos ventos interpretadas por Klammer (1982), pois para se ter uma vegetação menos densa teria a necessidade de menor precipitação, mas com fortes tempestades em um regime pluvial com maior sazonalidade. Sobre a direção dos ventos, mostra que os

fluxos atravessavam a região com maior intensidade que o presente nas direções NNE e NNW o que é semelhante ao que acontece atualmente, mas com uma diferença, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e o Anticiclone Subtropical do Atlântico estariam mais deslocados para sul.

Stevaux (2000) identificou dois períodos secos (40.000 a 8.000 A.P. e 3.500 a 1.500 A.P.) e dois períodos úmidos (8.000 a 3.500 A. P. e 1.500 até o presente). No período compreendido entre 40.000 e 8.000 A. P. verificou-se uma intensa atividade eólica sem a presença de cobertura vegetal.

Formações de dunas eólicas foram encontradas nas proximidades do rio Paraná no Mato Grosso do Sul, mostrando uma período de maior aridez, provavelmente durante o Holoceno Médio, próximo a 3.000 anos A.P. com provável redução da cobertura vegetal e mobilização da cobertura arenosa. Dados indicaram oscilações climáticas notáveis durante o Holoceno: clima seco e relativamente continental durante o Holoceno Inferior e Médio e mais úmido desde o Holoceno Tardio até o presente (Parolin e Stevaux, 2001; Parolin et al., 2006).

Entre 50.000 e 40.000 anos A.P. foi uma fase árida, seguido por um período com aumento no nível de umidade entre 40.000 e 27.000 anos A.P. Houve um aumento da umidade durante o Pleistoceno tardio entre 16.000 e 11.000 anos A.P. O início do Holoceno (entre 9.500 e 5.000 anos A.P.) é caracterizado por um padrão sazonal com altas temperaturas (Ledru et al., 1996).

De acordo com Taklya e Ybert (1991) através de palinologia, foi possível identificar que a bacia de São Paulo experimentou uma fase de clima seco em 4.732 anos A.P.

Ferraz-Vicentini e Salgado Labouriau (1996) descrevem que no estado do Goiás, a 32.000 anos A.P. o clima era quente e semi-úmido com 4 e 5 meses de estiagem; entre 32.390 e 28.300 anos A.P. o clima era mais úmido e mais frio; entre 27.000 e 19.700 anos A.P. provavelmente a precipitação era maior, com maior umidade e mais frio que o presente; entre 18.500 e 11.300 anos A.P. o clima era provavelmente mais frio e seco do que o presente, com uma estação seca prolongada; entre 10.500 e 7.700 anos A.P. o clima era mais seco; entre 6.680 e 3.500 anos A.P. tem-se situação parecida com o presente, quente e semi-úmido.

Trabalho realizado com estalagmite no Planalto da Bodoquena no Mato Grosso do Sul revelaram uma tendência no aumento na precipitação por volta de 2.500 anos A.P. até o presente, onde a região teria atravessado o período entre

3.800 a 2.500 anos A.P. com várias recorrências de evento seco (Bertaux et al., 2002).

5.9 TEORIAS SOBRE A GÊNESE DA NHECOLÂNDIA

Apesar da grande extensão compreendida pela Nhecolândia, as teorias sobre a modelagem do relevo e demais aspectos recaem, mormente, sobre a área onde ocorrem as lagoas, desta forma, duas teorias são apresentadas. A primeira, iniciada por Almeida (1945) apresenta que a região onde se concentram as lagoas passou por retrabalhamento eólico, como indícios são as características granulométricas.

A segunda hipótese foi apresentada por Ab'Sáber (1988) concordando com observações de Wilhelmy (1958) o qual diz que as lagoas de água salobra são derivadas dos cursos meandantes que se cortavam, fazendo com que as lagoas ficassem fechadas, impossibilitando a entrada de água superficial devido os diques marginais, e sem a entrada de água de enchente faria com que se acumulassem sais.

Este fato também foi levantado por Sanchez (1977) quando afirma que as cordilheiras são cordões, como formas relictuais de uma dinâmica mais energética que a atual, constituindo diques marginais.

Segundo Assine e Soares (2004) a explicação de retrabalhamento eólico de Almeida (1945) não é suficiente, devido ao fato de que as áreas fontes são de arenitos do Mesozoico, que são bimodal fino a médio, pobremente arredondado com inversão de mistura textural entre as duas populações.

A atribuição de feições eólicas na Nhecolândia foi também feita por Tricart (1982) devido ao fato de que na parte distal do leque os sedimentos são mais finos, facilitando o retrabalhamento eólico. Também evidenciado por Soares et al. (2003) através de uma análise das características granulométricas e morfoscópicas dos sedimentos, onde na Baixa Nhecolândia são mais finos e melhor selecionados, formando um grupo bastante distinto daqueles da Alta Nhecolândia, que apresentam maior diâmetro médio.

Para Clapperton (1993) a origem dessas possíveis formas eólicas esta associado ao último intervalo árido que corresponde a Última Glaciação, ou ainda, a somatória de vários ciclos interglaciais.

Tricart (1982) considerou que as salinas são depressões ou concavidades formadas por deflação eólica, semelhante a Klammer (1982) que considerou as salinas (salt pans) formadas em interdunas, com constantes ventos de NNE e NNW, interpretadas com imagens de radar. Assine e Soares (2004) sintetizando os dois autores, consideram que a paisagem da Nhecolândia é uma forma eólica relíquia preservada.

No trabalho realizado por Soares et al. (2003) consideram que as potenciais formações dunares descritas por Klammer (1982) não foram confirmadas como dunas típicas, mas com feições que indicam processo eólico como os lunettes e depressões de deflação.

Estas afirmativas condizem com a granulometria sedimentar controlada pela energia do transporte, no caso, o ambiente de leque fluvial, onde os materiais mais grosseiros são depositados nas porções a montante e os finos depositados em áreas mais a jusante.

As elevações foram interpretadas por Klammer (1982) como dunas fósseis, formando um campo de dunas, as quais surgiram paralelamente aos ventos quando estavam numa constância sentido NNE e NNW. Clapperton (1993) focando esta hipótese, diz que é possível observar em imagens de satélite milhares de dunas alongadas relictas nos sentidos NNE-SSW e NNW-SSE. Acrescenta ainda que para ter ocorrido esse retrabalhamento eólico, a cobertura vegetal deveria ser menos densa.

Klammer (1982) levanta a possibilidade que as salinas sejam salt pans, em que Goudie (2004) define pans como sendo depressões fechadas formadas por erosão eólica em regiões áridas, podendo ser geradas após uma deflação eólica em lugar desértico com ausência de vegetação.

Para as salinas da Nhecolândia, a definição que mais se aproxima é com base em Goudie (2004), dizendo estas são “pans” formadas no interduna (frente de dunas parabólicas), as vezes associados a lunettes, remobilização por deflação, orientadas pelos ventos regionais. Essas características são dadas a baixa precipitação, regiões arenosas, com escassez de vegetação. Com a deflação gerando uma depressão, somado a evaporação da água, possibilita que o ambiente se torne salino, retardando mais o crescimento de vegetação, por isso, todos os “pans” identificados pelo mundo são formados em ambientes áridos.

Essa acumulação de sais nos “pans” devido as condições evaporíticas, possibilita a formação de rochas de sais (salt weathering), como os gipcretes, calcretes e os silcretes. A formação ocorre em áreas com alta evaporação e pouca precipitação, preferencialmente em regiões seca sub-tropical e desertos. Existe uma diferença altimétrica entre o ponto da água doce e o ponto de formação da salinidade de um “pan”, este ponto demarca zonas evaporíticas distintas. Sob tais circunstâncias, a formação do sulfato frequentemente segue a formação de carbonatos e precede a precipitação dos cloretos e de outros sais, podendo formar crostas enrijecidas (Goudie, 2004).

Ainda sobre os “pans”, Goudie (2004) acrescenta que é importante analisar a influência das mudanças climáticas e hidrológicas ao longo do tempo.

Contudo, em trabalhos realizados sobre a geoquímica das águas de salinas, Barbiero et al. (2002) apresenta que há uma família geoquímica original das águas que evolue atualmente para uma forma alcalina sob a influência da evaporação. A composição geoquímica muda gradualmente das águas fraca mineralizadas que atingem a região durante a inundação para fortemente mineralizadas nas salinas, contrariando o que até então os estudos mostravam que a salinidade das lagoas é uma herança do passado, uma alteração entre períodos úmidos e secos no Pleistoceno.

Corroborando, Furquim (2007) diz que devido as taxas altas de evaporação no Pantanal, é de se considerar que o aumento da concentração atualmente promove a concentração íons e a supersaturação de alguns deles, com isso, é mais uma evidência de que a salinidade das lagoas é atual ou ao menos tem contribuição de processos atuais. Completa ainda que seja possível que a depressão onde se localiza as lagoas salinas está associada ao presente e não a um passado de clima semi-árido. Acredita que pode estar ocorrendo um rebaixamento geoquímico através da dissolução do quartzo e a conseqüente solubilização da sílica dos solos arenosos, desencadeado pelo pH fortemente alcalino das águas.

6. RESULTADOS

A área estudada tem cota altimétrica variando entre 85 nas proximidades da confluência do rio Negro com o rio Paraguai e 180m próximo ao rio Taquari ao adentrar a planície pantaneira. Tem extensão maior no sentido SW-NE de 250km e perpendicular de 145km com área de 24.737km².

No Anexo I observa-se a Hipsometria da Nhecolândia construída com o processamento de dados SRTM, com o fatiamento das altitudes em 10m através da personalização das paletas de cores.

6.1 As feições do relevo na Nhecolândia

Por ser uma área formada inicialmente por sistemas fluviais meandranes deposicionais em forma de lobo pelo rio Taquari, torna o relevo complexo para realização do levantamento e descrição da morfologia do relevo. Soma-se a este fato a questão da área ser plana (com declividade longitudinal média de 0,40m/km e transversal de 0,07m/km, (Figuras 15) dificultando o levantamento geomorfológico, porém, com a utilização dos recursos e os procedimentos já descritos anteriormente, possibilitou identificar e descrever as formas do Pantanal da Nhecolândia.

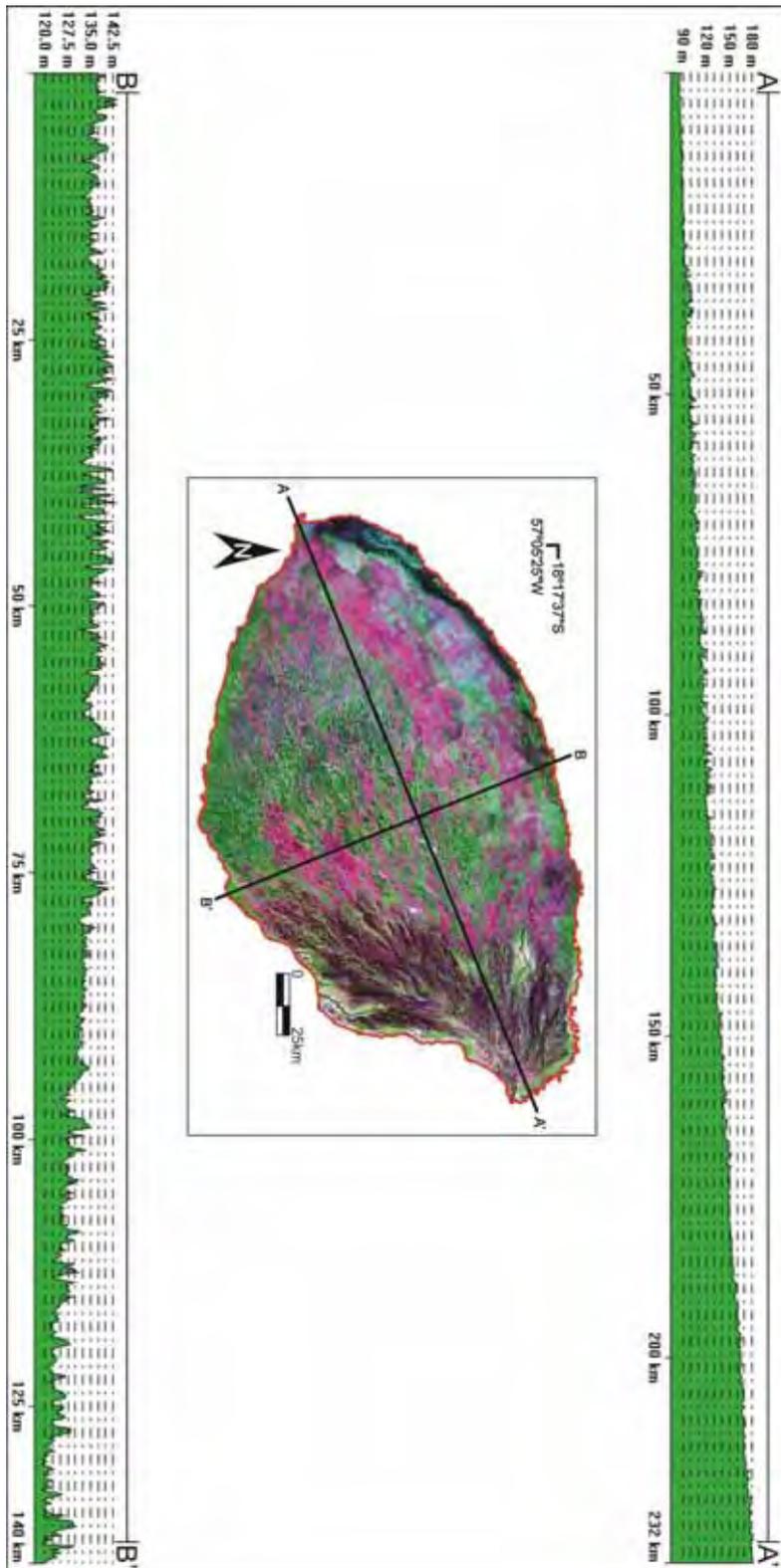


Figura 15 – Perfis topográficos. Longitudinal (A – A') e transversal (B – B'). Extraído de dados SRTM.

O relevo da Nhecolândia é formado principalmente por três feições associadas diretamente a topografia entre os próprios elementos, assim, ao longo da área são identificáveis as feições elevadas, deprimidas submetidas a dinâmica

lagunar e as planícies de encharcamento (Figura 16). Outras feições em menor quantidade também estão impressas na paisagem, que são as feições de canais erosivos, canais secundários, as planícies de inundação.

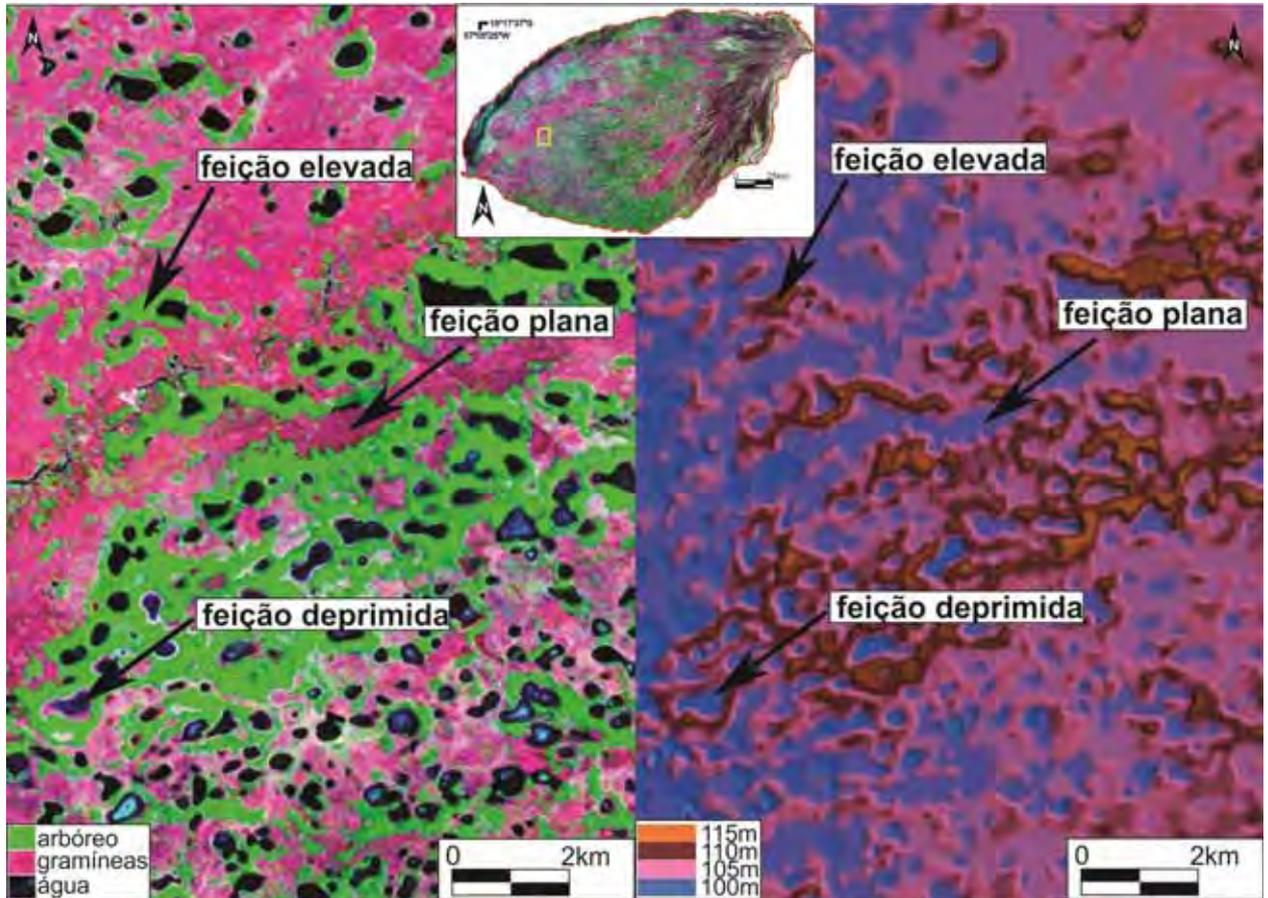


Figura 16 – Feições do relevo da Nhicolândia. A direita, imagem processada com dados SRTM; a esquerda, imagem óptica mosaico GeoCover.

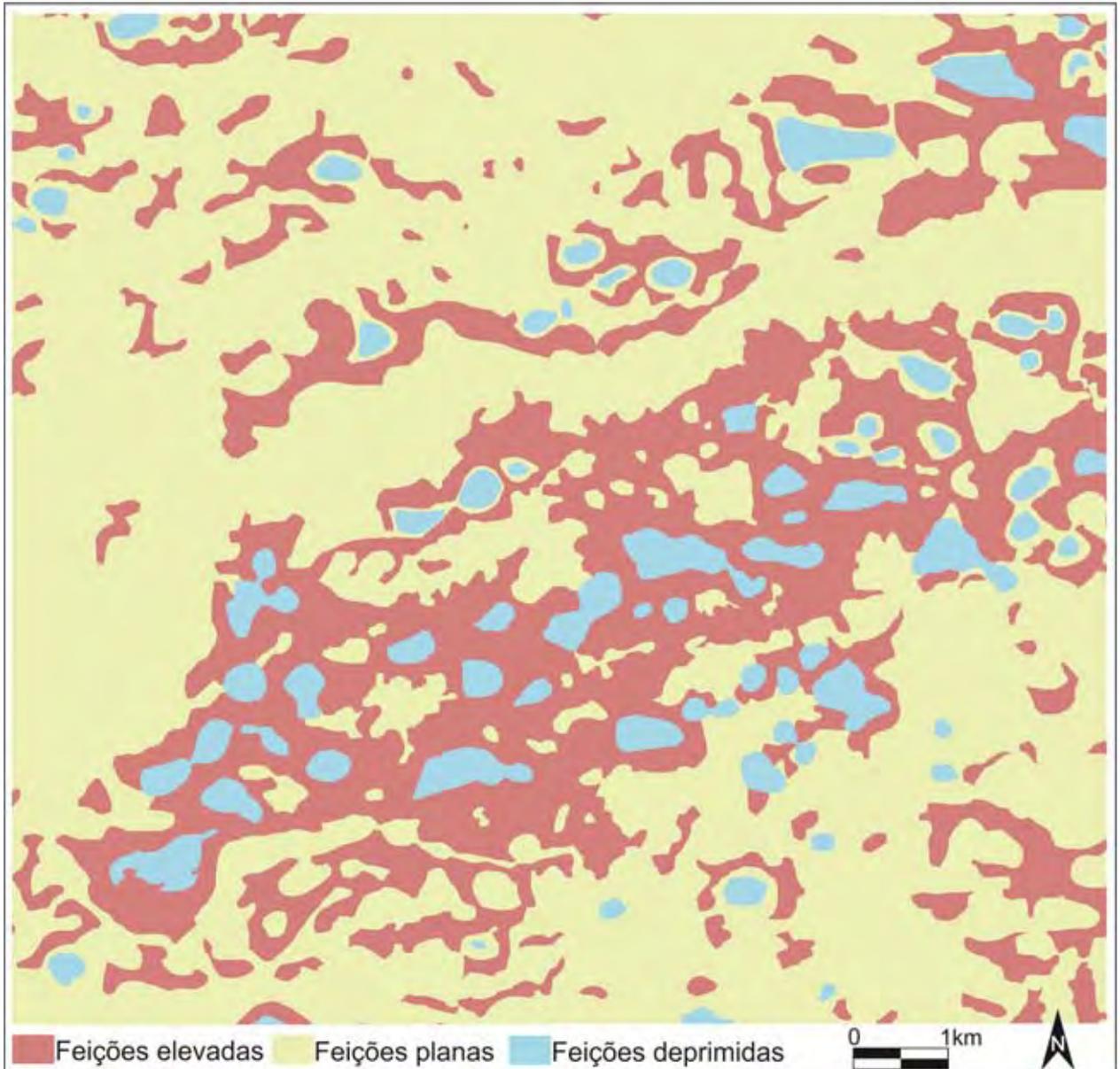


Figura 17 – Representação das feições da Nhecolândia. Feições vetorizadas em imagens Cbers2B/HRC.

Deve-se ficar claro que por se tratar de uma área com declividade regional pouco expressiva, todos os elementos geomorfológicos apresentam-se sutis, inclusive de difícil visualização em escala pequena.

6.1.1 Planícies de encharcamento

Apresentam-se como amplas e extensas áreas planas nas porções N, NW, NE e enquanto que na porção central, S e SW são estreitas e limitadas pelas feições elevadas ou ainda conectadas as feições deprimidas submetidas a dinâmica

lagunar. Apresenta suaves saliências não superiores a 1m altitude e rebaixamentos sutis não atingindo 1m de profundidade (Figuras 18).

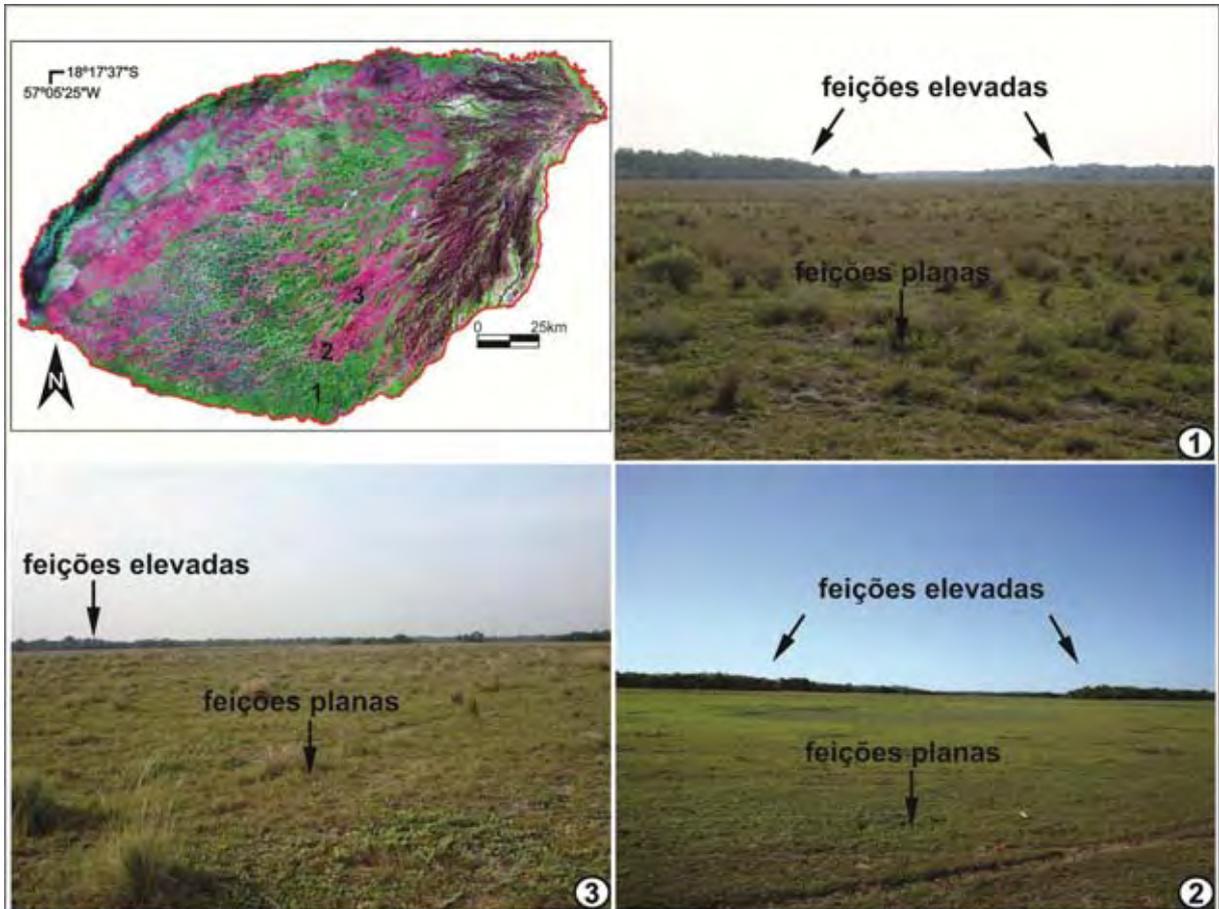


Figura 18 – Exemplos de feições planas.

Na ocorrência de chuvas ou anualmente no período das cheias quando há a elevação do freático, essas áreas rebaixadas apresentam lâmina d'água, no período mais intenso das inundações o nível freático pode aflorar a superfície em grande parte da área (Figura 19).

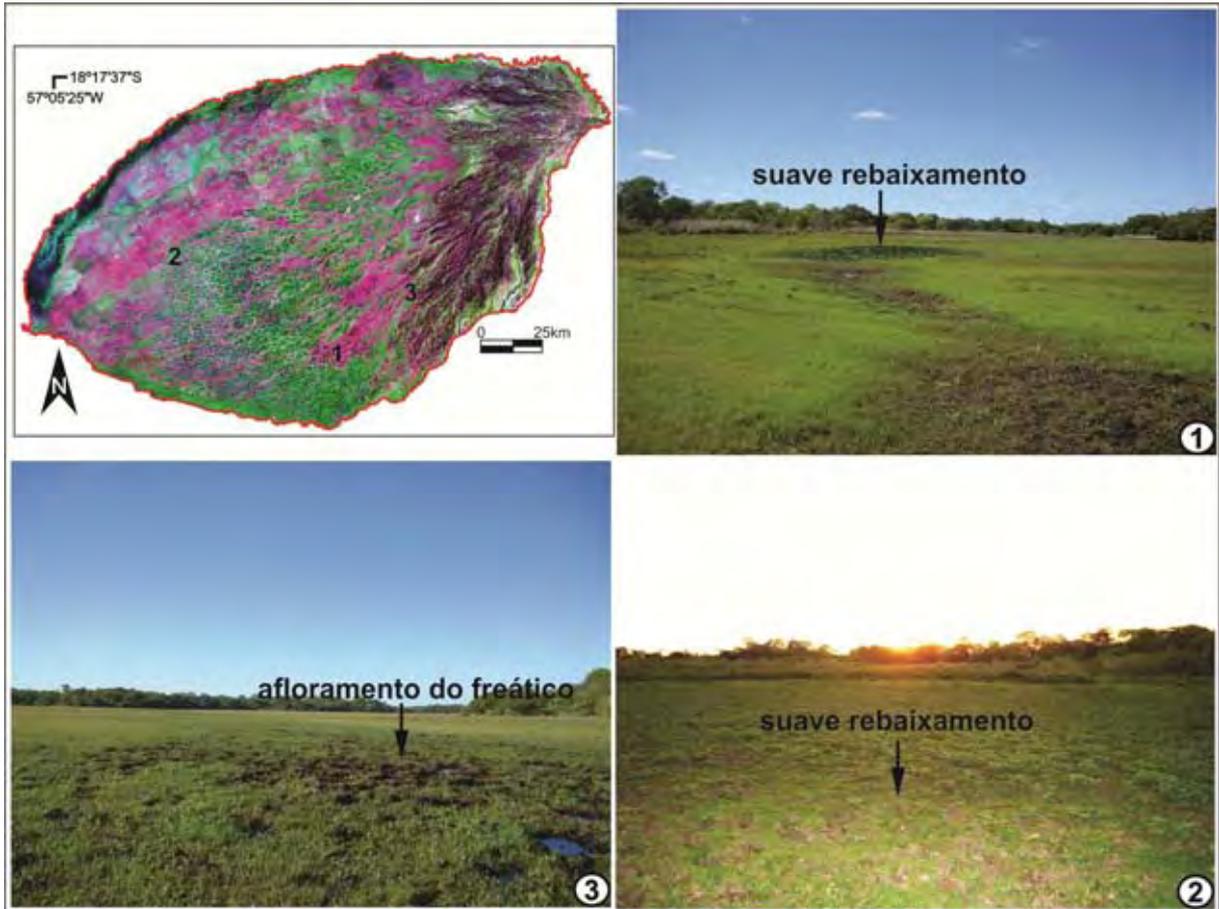


Figura 19 – Exemplo de suaves rebaixamentos em meio as feições planas.

6.1.2 Feições elevadas

São as formas topograficamente elevadas. Apresentam-se sempre com no mínimo 1,5m acima das feições planas, não ultrapassando 5m de altura. Os topos destas feições nunca ou raramente são atingidos por inundações, apenas em anos de cheias excepcionais e apenas nas porções mais próximas de sistemas fluviais. Ocorrem também isoladamente em meio as áreas planas, porém, de pouca extensão, entre 200 e 2.000m² (Figura 20).

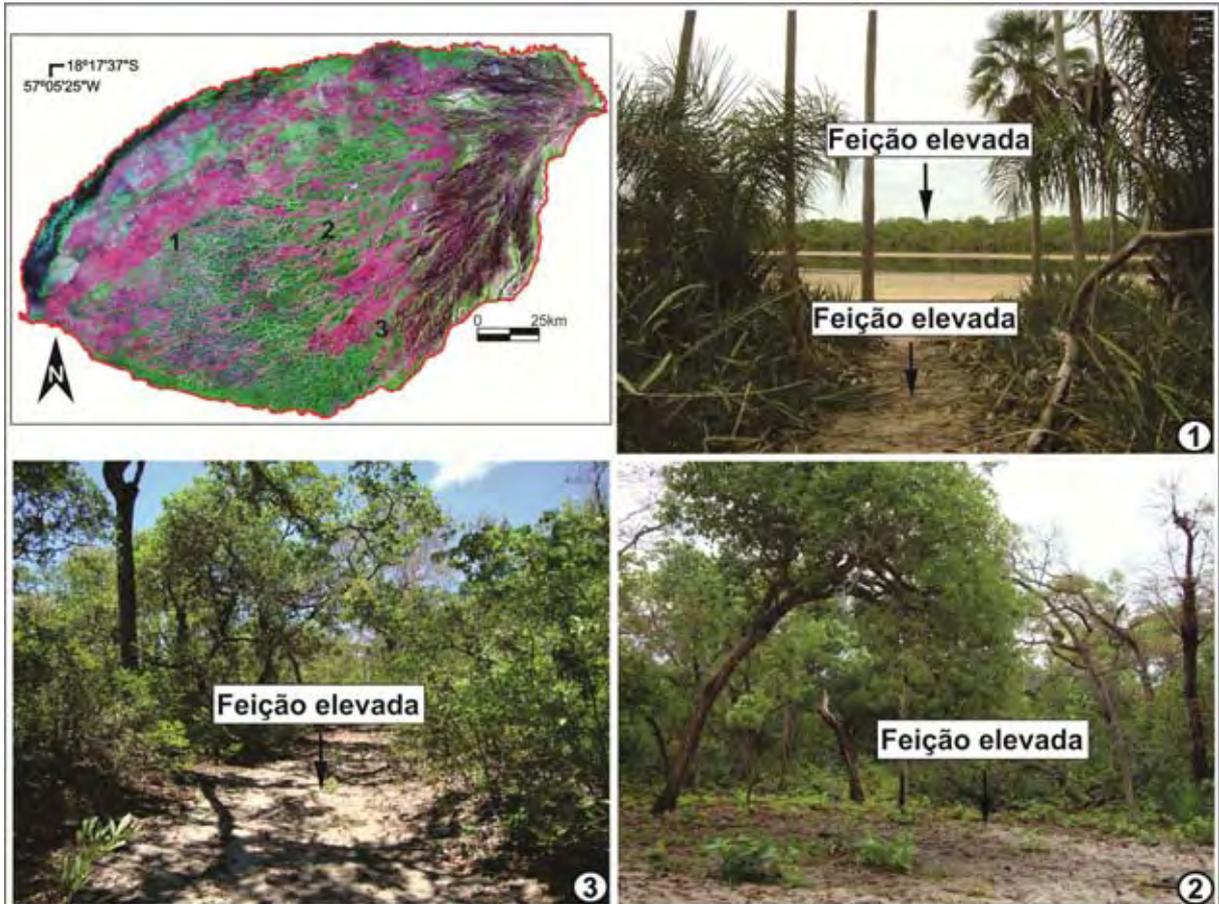


Figura 20 – Exemplo de feições elevadas.

Nos levantamentos em campo verificou-se que são formas de topos convexos suavemente ondulados com vertentes convexas. Há dificuldades na verificação e mapeamento mais preciso com o sensoriamento remoto, apenas em campo esta atividade pode ser feita precisamente, isto se deve porque a variação altimétrica é muito sutil e a cobertura vegetal muito densa. Observa-se no Anexo II um dos levantamentos em campo que exemplifica essas formas.

Como as feições elevadas sempre terminam em uma planície de encharcamento ou deprimidas submetidas a dinâmica lagunar, suas vertentes estão sempre voltadas para estas feições, portanto, sem uma direção predominante.

Nas porções centrais, S e SW apresentam-se intercaladas com as planícies de encharcamento e deprimidas submetidas a dinâmica lagunar (largura média de 400m), porém com grande adensamento e extensas áreas contínuas (podendo chegar a pouco mais de 1.000m), com declividade média das vertentes em torno de 2cm/m. Do ápice do leque sentido SW até próximo a cota altimétrica de 120m, as feições se apresentam alongadas e estreitas (com no máximo 1,5km) com ramificações e frentes voltadas para a porção distal, também com topos e vertentes

convexos mas, com declividades médias das vertentes pouco mais suaves (1cm/m) que as feições abaixo da conta 120m, isto porque, as feições apresentam menores elevações, não ultrapassando os 4m de altura em relação as áreas planas (Anexo III - Destaque em vermelho das feições. A esquerda imagem LandsatTM/R3G4B5, a direita Recorte da hipsometria extraída dos dados SRTM).

A granulometria revela que ao longo da área não há mudança no padrão da espessura do sedimento, cuja classe granulométrica média dos pontos amostrados que chegaram até a 270cm são de areias finas com pouca variação para areia média e areia muito fina.

6.1.3 Feições deprimidas submetidas a dinâmica lagunar

Diferentemente dos suaves rebaixamentos existente nas planícies de encharcamento, estas formas são topograficamente deprimidas com 1,5 a 3m de profundidade. Pontualmente ocorrem também nas planícies, mas em sua maioria estão parcial ou totalmente circundadas pelas feições elevadas (Figura 21). Estão presentes predominantemente na porção distal do leque, ocupando a porção central, S e SE da área estuda.

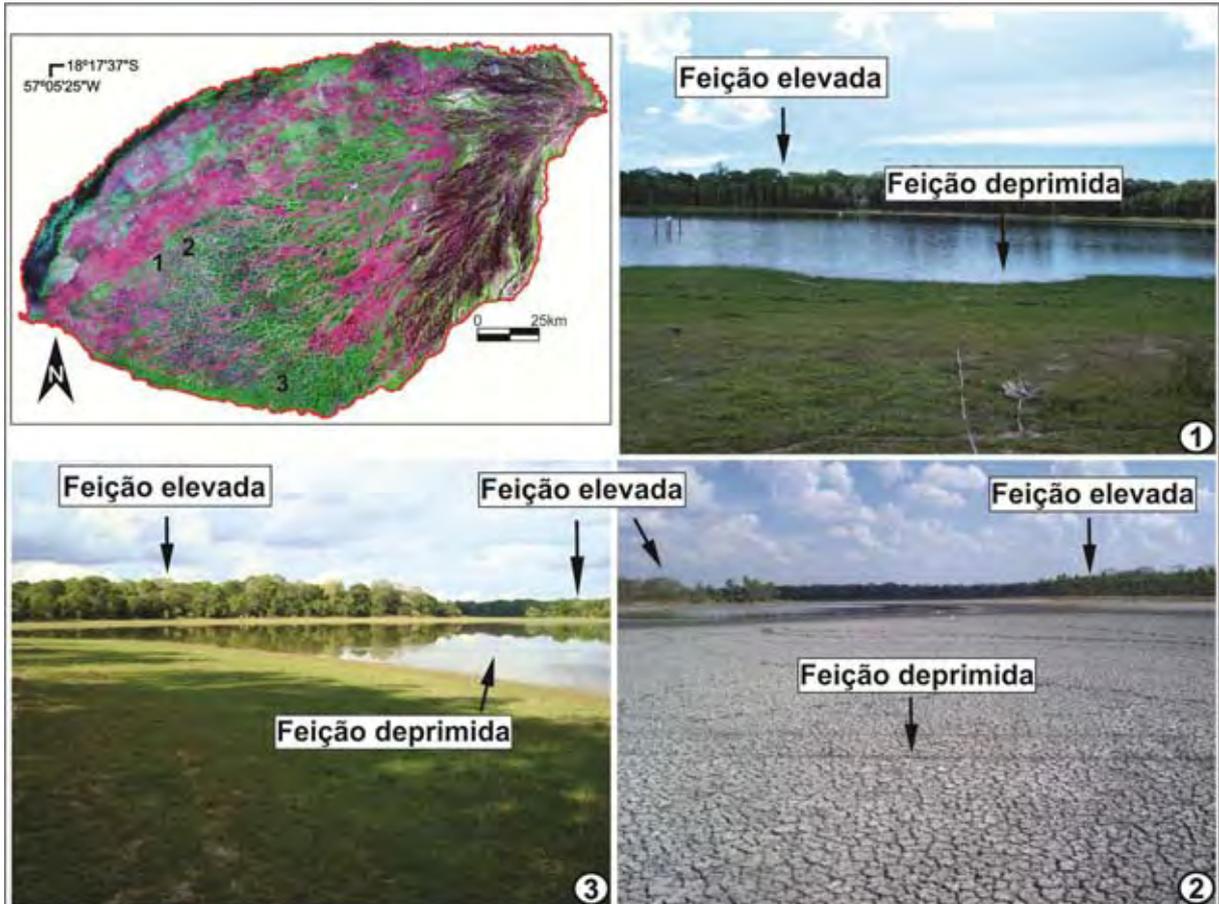


Figura 21 – Exemplo de feições deprimidas submetidas a dinâmica lagunar.

A principal característica é que por serem abastecidas pelo freático e serem deprimidas, apresentam água em superfície, caracterizando como lagoas, algumas perenes quando mais profundas e outras intermitentes com água entre 5 e 8 meses.

Suas formas não mantêm um padrão, podendo ser circulares ou irregulares, mas grande parte delas é alongada no sentido NE–SW.

Os tamanhos também são variados, a média é de 178.000m², quando circulares as menores tem diâmetro não superior a 100m e área média de 16.000m² mas podendo passar dos 500.000m² e chegar até a 1.000m de diâmetro. Já as irregulares e alongadas quando pequenas tem tamanhos semelhantes as circulares, porém quando grandes, os comprimentos passam com frequência de 1km, podendo chegar aos 2,8km.

6.1.4 Canais erosivos

Foram identificadas duas formas de relevo construídas por processos erosivos, que são canais estreitos e entrincheirados e canais largos e rasos.

Os canais estreitos (entre 5 e 20m) e profundos (em média 3m de aprofundamento) tem pouca extensão (aproximadamente 1km). Estão espalhados ao longo da Nhecolândia, aparentemente pouca expressão nas análises dos sensores remotos, até mesmo com os de alta resolução. Em campo os registros são claros e denotam um sistema de muita energia, capazes de erodir longos trechos de feições elevadas e planas, criando conexão entre essas feições com intenso fluxo de água no período de cheias. Alguns pontos dos canais onde houve maior aprofundamento e atingiu o lençol freático, possibilita a permanência o ano todo com água, mas sem fluxo (Anexo IV – Em A imagem de alta resolução espacial, em azul representando o canal; em B recorte da imagem A e com setas indicando a localização das fotos; foto 1 é quando o canal passa por uma área plana, foto 2 início do ponto onde o canal adentra a feição elevada, fotos 3 e 4 o canal já cortando a feição elevada e foto 5 quando canal alcança uma área deprimida semi-circundada por feições elevadas).

A outra feição de canais erosivos está associada as áreas planas. Em alguns trechos das áreas planas, existem marcas erosivas rasas e largas, num processo de aplainamento e, pontualmente, é verificado em campo que ao longo dessas feições, existem pontos onde a erosão foi mais intensa, podendo chegar a profundidades semelhantes aos canais descritos anteriormente.

Essa feição praticamente não ocorre na área do adensamento das feições elevadas e deprimidas submetidas a dinâmica lagunar, presentes nos contatos com esta área com maior expressão nas proximidades do rio Negro, como pode ser observado na Figura 22.

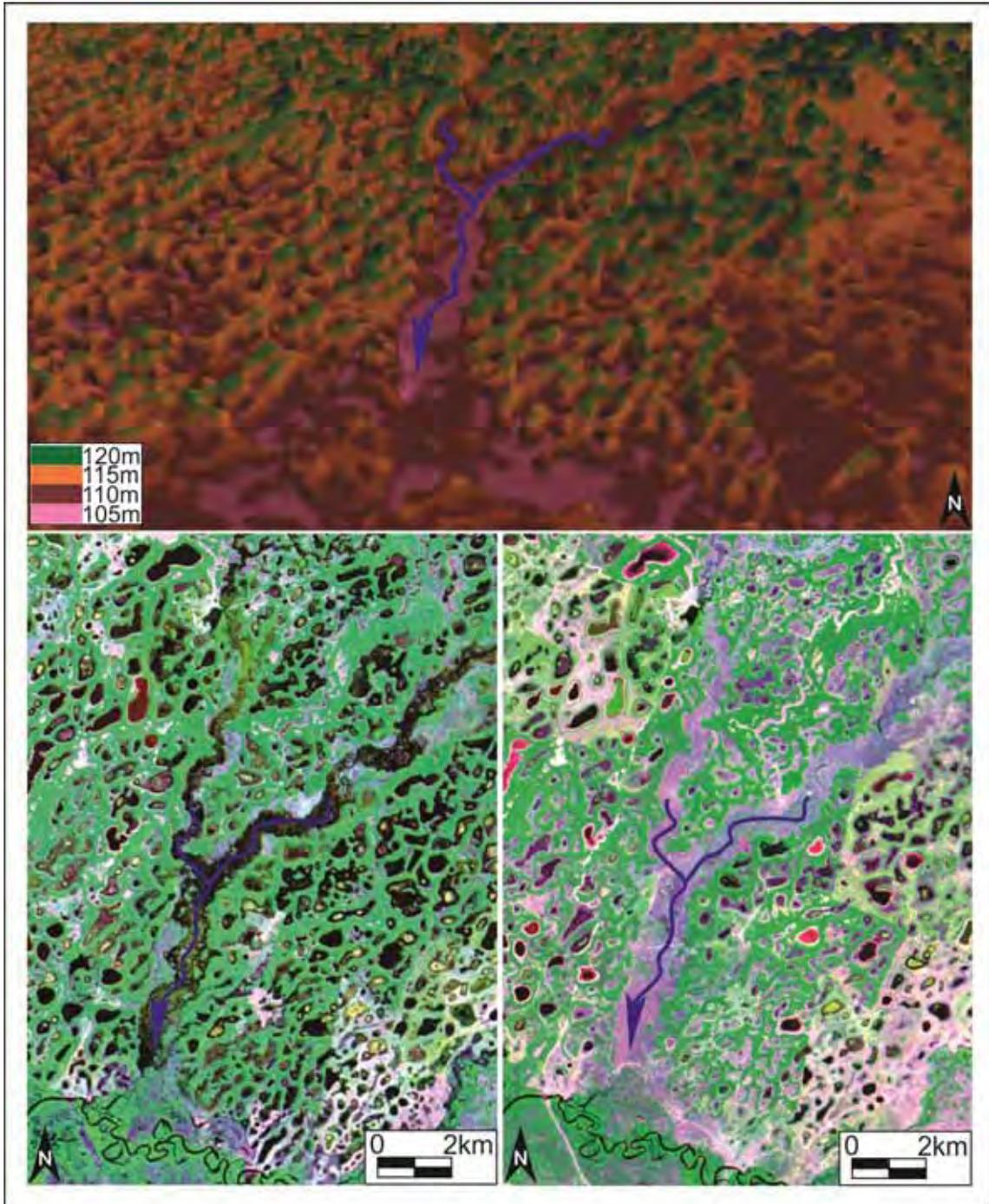


Figura 22 – Canais erosivos largos e rasos. Imagem superior extraída de dados SRTM com fatiamento altimétrico com equidistância de 5m. A direita imagem LandsatTM/R3G4B5 no período seco e a esquerda imagem LandsatTM/R3G4B5 no período de cheia.

6.1.5 Canais secundários

Os canais secundários são os paleocanais do Taquari, bem impressos na paisagem, facilmente identificados e mapeados por meio dos sensores remotos, até mesmo nos de baixa resolução. Eles ainda preservam características fluviais, com canal meandrante com diques marginais e fluxo d'água perene de longa extensão (passando de 50km), a diferença está apenas quando a permanência de água, alguns são fluxo perene enquanto que outros tem fluxo d'água apenas nos períodos de cheias.

Considera-se essas formas como canais secundários pois preservam as características de um canal fluvial, neste caso, são os antigos leitos do Taquari que foram abandonados em antigas avulsões, tendo em vista que a dinâmica fluvial atual na Nhecolândia não tem energia suficiente para construir formas semelhantes. Para construção destas formas na região nos dias atuais só poderá ocorrer caso o Taquari tenha uma avulsão na margem esquerda, fluindo então, dentro da Nhecolândia (Figura 23).

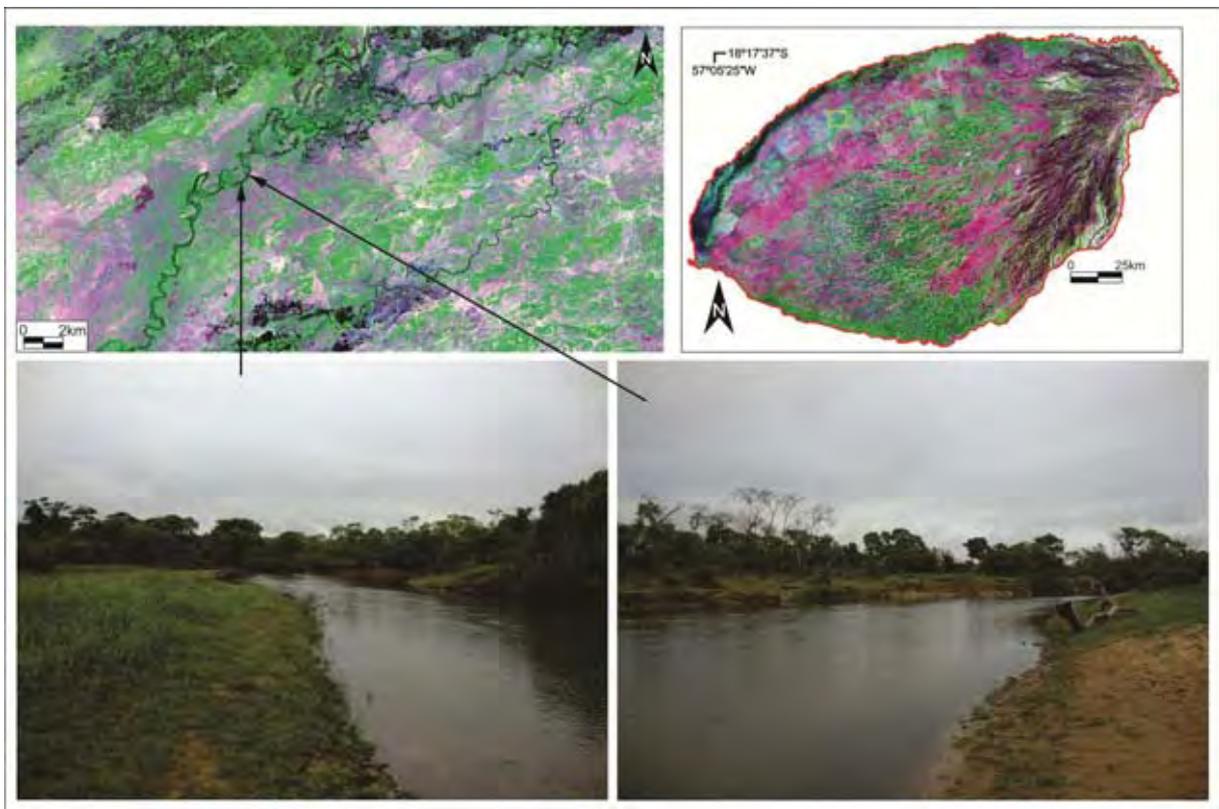


Figura 23 – Canais secundários. Paleocanal do rio Taquari com fluxo perene.

6.1.6 Planície fluvial

Apresentam em forma de planícies de inundação dos rios Negro e Taquari e o lobo atual do Taquari.

As planícies de inundação do rio Taquari e Negro adentram na Nhecolândia com largura média de 1,5km podendo chegar a 3,5km, possuindo sutis variações na topografia (pequenas saliências e suaves baixios).

A planície do Taquari contém lagoas de meandros abandonados, é bem demarcada até o início do lobo atual, após, se apresenta entremeada aos multicanais, ativos e inativos (Figura 24).

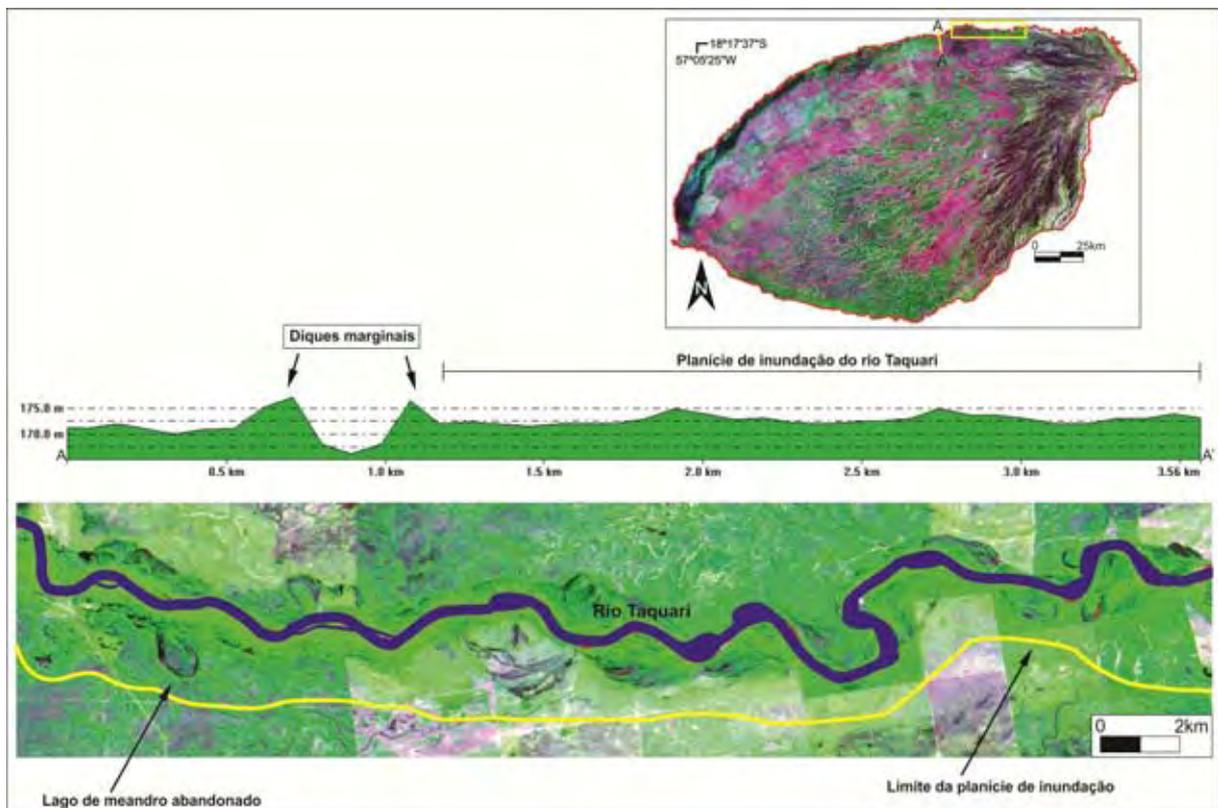


Figura 24 – Planície de inundação do rio Taquari. Perfil topográfico rio-planície obtido com dados SRTM. Sobre imagem LandsatTM/R3G4B5, destaque em amarelo do limite da planície.

A planície do rio Negro é de difícil limitação porque se mistura as planícies de encharcamento, elevadas e deprimidas submetidas a dinâmica lagunar, em alguns pontos deixando de existir. Também apresenta meandros abandonado e paleocanais ativados durante o período das enchentes. Sua forma apresenta-se

obliterada pelas feições de canais erosivos largos e rasos como pode ser observado na Figura 25.

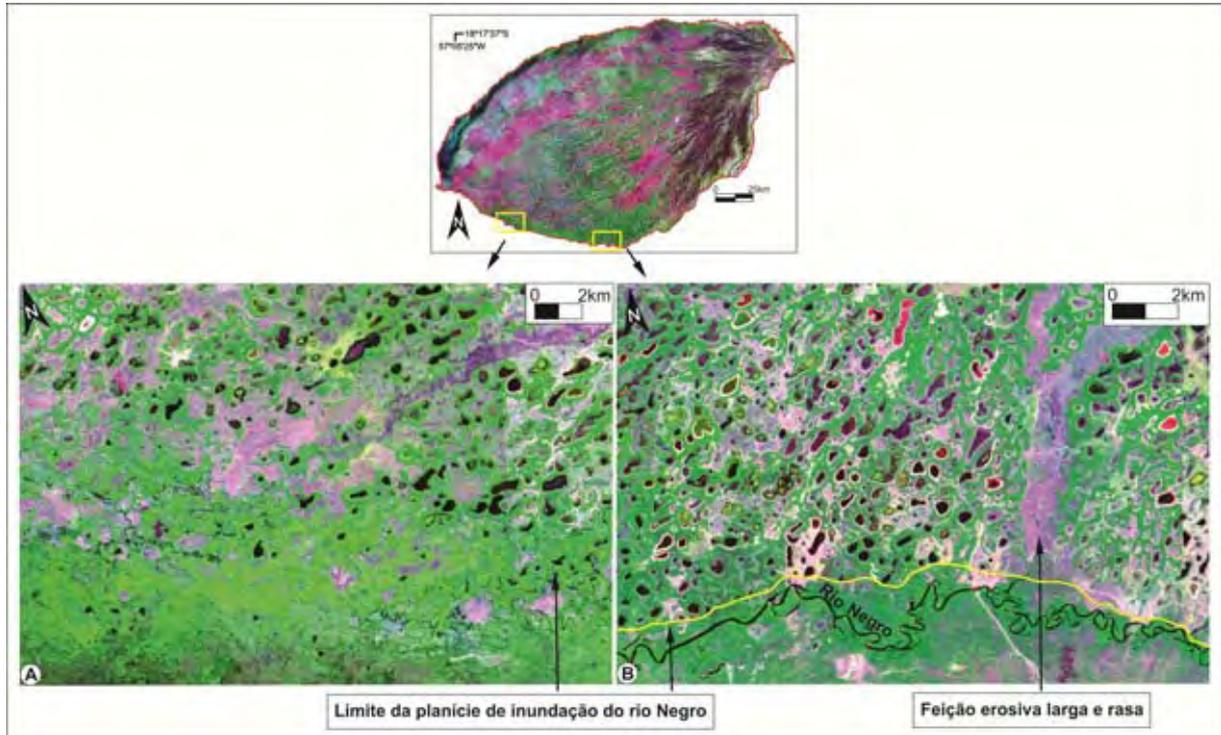


Figura 25 – Planície de Inundação do rio Negro. Imagem LandsatTM/R3G4B5. Em A nota-se que o rio Negro não apresenta canal definido, se misturando em meio a sua planície de inundação e esta com as planícies de enchimento, elevadas e deprimidas submetidas a dinâmica lagunar. Em B o canal do rio Negro bem demarcado com parte de sua planície obliterada pela feição canais erosivos largo e raso e, em destaque, o limite de sua planície.

O lobo atual do Taquari é onde ocorre mais acentuadamente a sedimentação da área estudada, avançando sobre a Nhecolândia com largura máxima de 13km próximo ao rio Paraguai. A planície é toda recortada por canais fluviais distributários, parte da feição está sob inundação permanente (Figura 26).

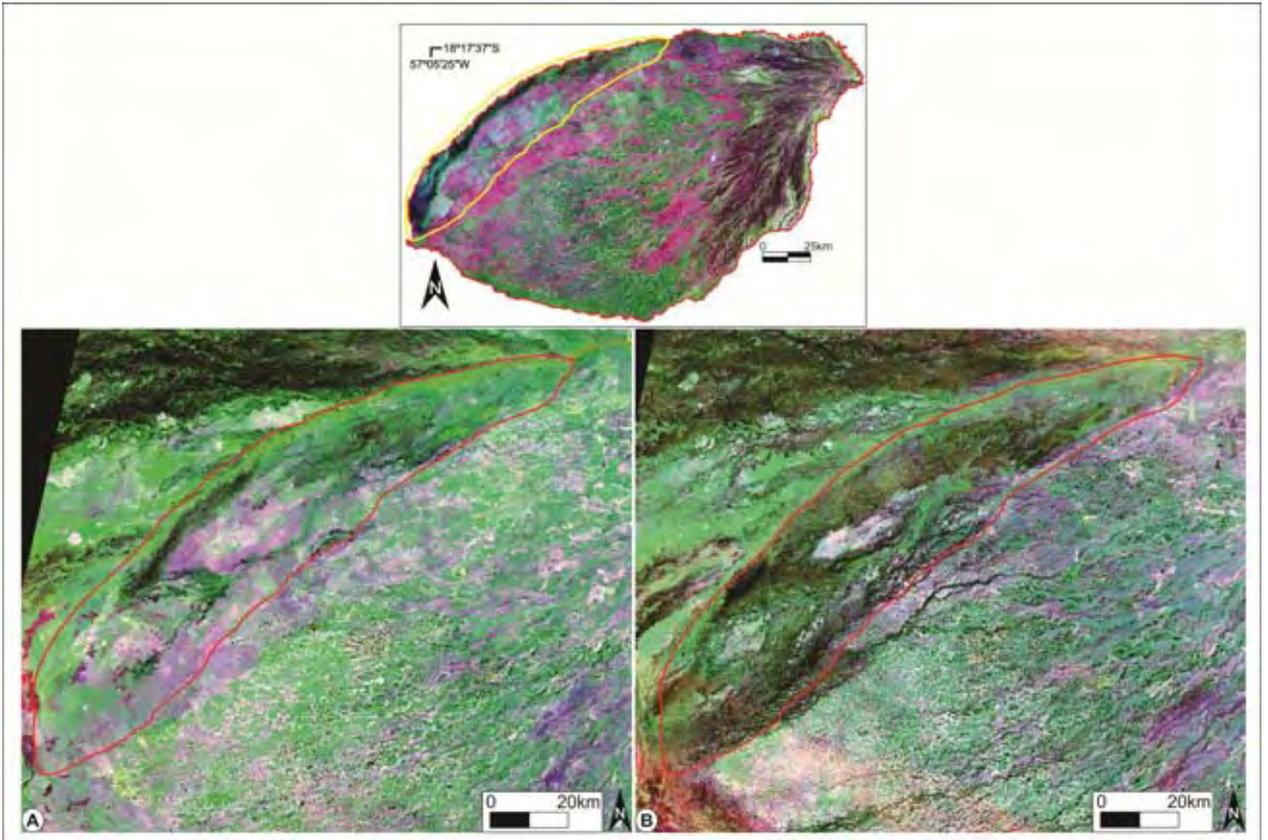


Figura 26 – Lobo atual do Taquari. Destaque em vermelho o limite da área. Em A imagem LandsatTM/R3G4B5 do período seco, em B LandsatTM/R3G4B5 do período de cheia.

6.2 Compartimentação geomorfológica

Algumas compartimentações da Nhecolândia já foram realizadas como já citadas anteriormente, porém nenhuma geomorfológica, apenas utilizavam as feições do relevo como um dos elementos da compartimentação.

Na presente proposta de compartimentação geomorfológica (Figura 27) foi desenvolvida numa escala de detalhe, levando em consideração as áreas geomorfológicamente homólogas pela presença das feições descritas anteriormente, totalizando 5 compartimentos: 1. Alta rugosidade; 2. Baixa rugosidade; 3. Intermediário entre Alta rugosidade e Baixa rugosidade; 4. Lobo atual do Taquari e 5. Planícies de inundação dos rios Taquari e Negro.

- Compartimento 1: foi definido e limitado pela morfologia rugosa do relevo. Este efeito rugoso é ocasionado pelas inúmeras áreas deprimidas lado-a-lado com as áreas elevadas e planas. Outro elemento utilizado para limitar foi a forma das feições elevadas, pois neste compartimento estas feições estão aglutinadas e contornando

as demais feições e não se apresentam alongas e estreitas. Este compartimento também apresenta as feições de canais erosivos.

- Compartimento 2: é o que apresenta alto grau de aplainamento, formado pelas amplas áreas das feições planas e as feições elevadas são do tipo alongadas e estreitas.

- Compartimento 3: é fragmentado porque são as áreas que indicam a continuidade do compartimento 1, com a presença das feições deprimidas lado-a-lado com as feições planas e elevadas, porém, com o alto grau de aplainamento, tem rugosidade menos intensa.

- Compartimento 4: é a feição mais marcante pelo alto grau de alteração pelo rápido processo deposicional, impressa na paisagem com uma grande área alagada permanente que nos períodos de cheia pode ser até duas vezes maior.

- Compartimento 5: é o menor compartimento, formado pelas planícies de inundação dos rio Taquari e Negro, limitado pelos demais compartimentos e seus respectivos canais fluviais.

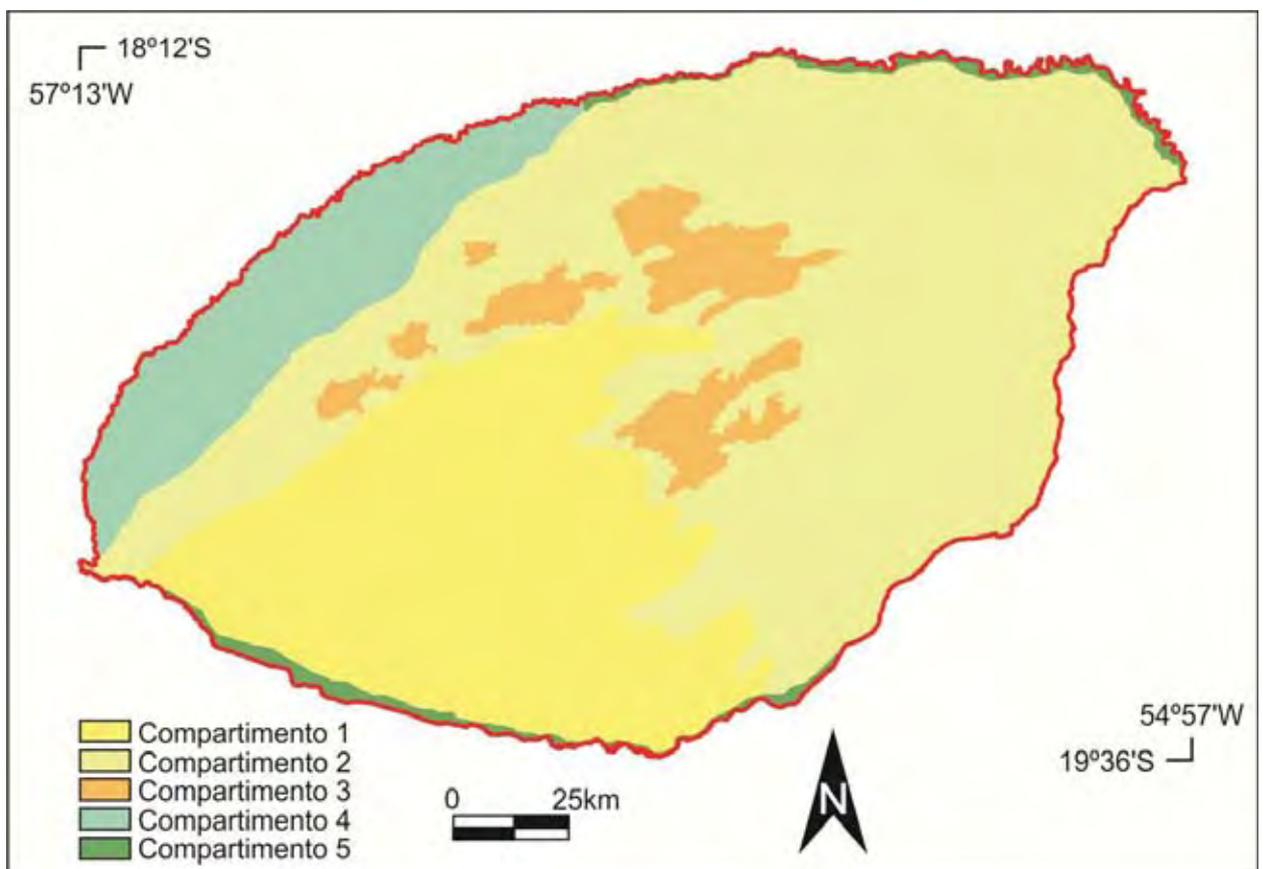


Figura 27 – Compartimentação geomorfológica da Nhecolândia. 1. Alta rugosidade; 2. Baixa rugosidade; 3. Intermediário entre Alta rugosidade e Baixa rugosidade; 4. Lobo atual do Taquari e 5. Planícies de inundação dos rios Taquari e Negro.

Os compartimentos apresentam as seguintes declividades médias: compartimento 1 0,34m/km; compartimento 2 0,42m/km; compartimento 3 0,40m/km; compartimento 4 0,29m/km. O compartimento 5 não foi possível fazer esse levantamento porque todo esse compartimento acompanha a declividade dos seus respectivos rios.

7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após o levantamento da morfologia do relevo, ao se comparar com a bibliografia que tratava e/ou citavam as feições do relevo, notou-se que diversos trabalhos trazem os mais variados nomes e definições para as feições do relevo existentes na Nhecolândia, algumas inclusive com conotações incoerentes com a realidade da morfologia local aqui identificada, inclusive com várias denominações para a mesma feição que se contradizem. Esses recorrentes fatos ocorrem principalmente quando há a descrição do conjunto -relevo + vegetação- como unidades da paisagem, além de que muitos dos termos foram agregados das denominações locais dos pantaneiros.

É claro que há uma estreita relação da fitofisionomia com a topografia e, portanto, com as feições geomorfológicas aqui definidas, que nas áreas mais baixas estão instaladas as gramíneas, num patamar um pouco mais elevado estão as lenhosas e nos superiores as vegetações de grande porte do tipo floresta. Este fato está ligado ao nível de inundação de cada patamar altimético e, consecutivamente, a adaptação de cada espécie vegetal. Este fato foi observado também por Allen e Valls (1987), Pott e Pott (1994), Pott (1995), Martins et al. (2009) e Valeriano e Abdon (2007).

As feições planas são denominadas de “campo” (descrito por Pott, 2000; Rodela, 2006; Fernandes, 2007) por justamente ser topograficamente plana e principalmente por ser coberto por gramíneas e/ou arbustos. Essas extensas áreas existentes no sentido NE-SW (sentido natural do leque/rio Taquari) desde cotas próximas de 150m até nas proximidades dos rios Negro e Paraguai, em alguns casos ultrapassando 100km de extensão, no período da cheia adquirem caráter de um sistema fluvial, conectando-se a outras áreas também inundadas drenando-as e formando um sistema de drenagem tributário. Essas áreas onde existem esses fluxos d’água são chamadas na literatura de “vazantes” (Figura 28), como descritas por Franco e Pinheiro (1982).

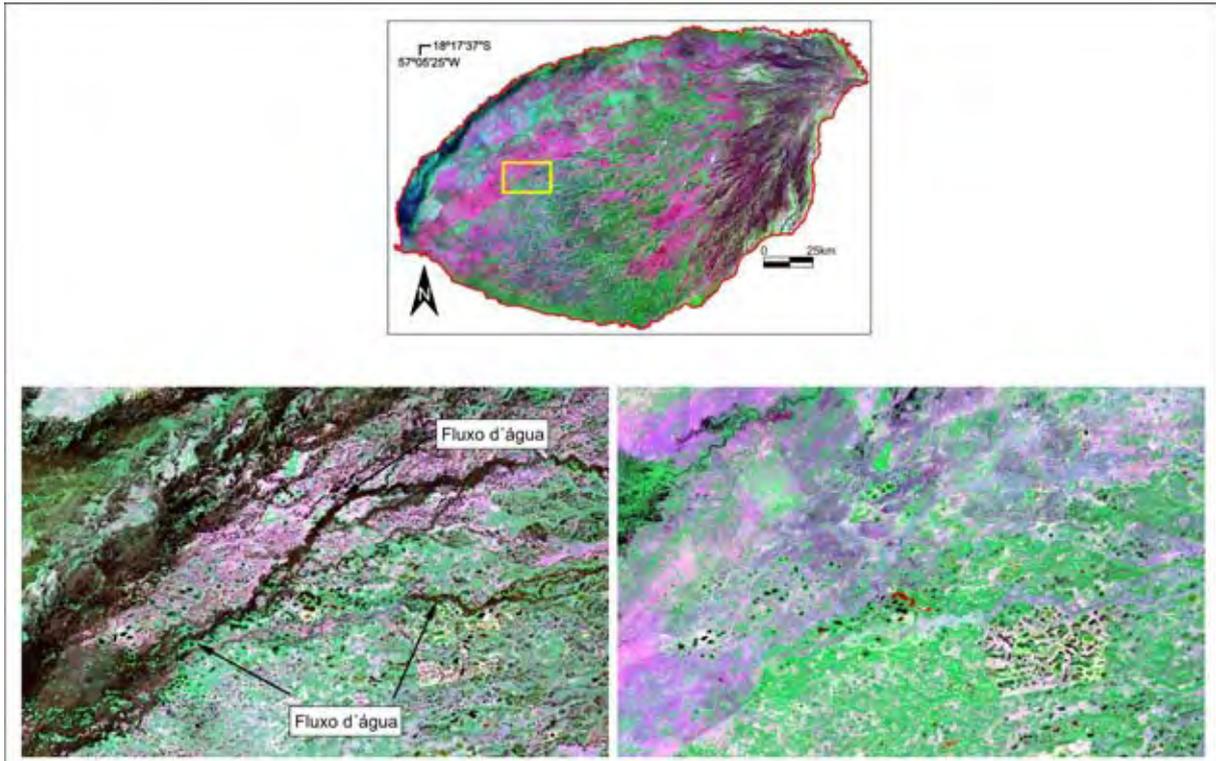


Figura 28 – Fluxos d’água no período da cheia. A direita no período da seca quando as áreas planas não apresentam água em superfície. A esquerda no período da cheia com fluxos d’água superficial.

Em campo comprova-se esta evidencia identificada pelos sensores remotos. No período da cheia nas porções mais a jusante, próximas aos rios Negro e Paraguai o nível d’água pode passar dos 2m. Já no período de estiagem é possível visualizar as cicatrizes deixadas por esse fluxo, capaz de escavar um talvegue (Figura 29). Apesar da característica intermitente, em alguns trechos onde a erosão foi mais incisiva podem permanecer por mais tempo com água. Nas porções W, N, NE e E é onde existem mais destas feições, possivelmente essas são as áreas onde estão passando por um processo mais intenso de erosão.

É importante ressaltar que em conversas durante os trabalhos de campo com os moradores locais, eles diferenciam os “campos” das “vazantes”, os “campos” são apenas as áreas que sofrem inundação mas que o fluxo é fraco ou inexistente e as “vazantes” são as áreas onde existe fluxo intenso.

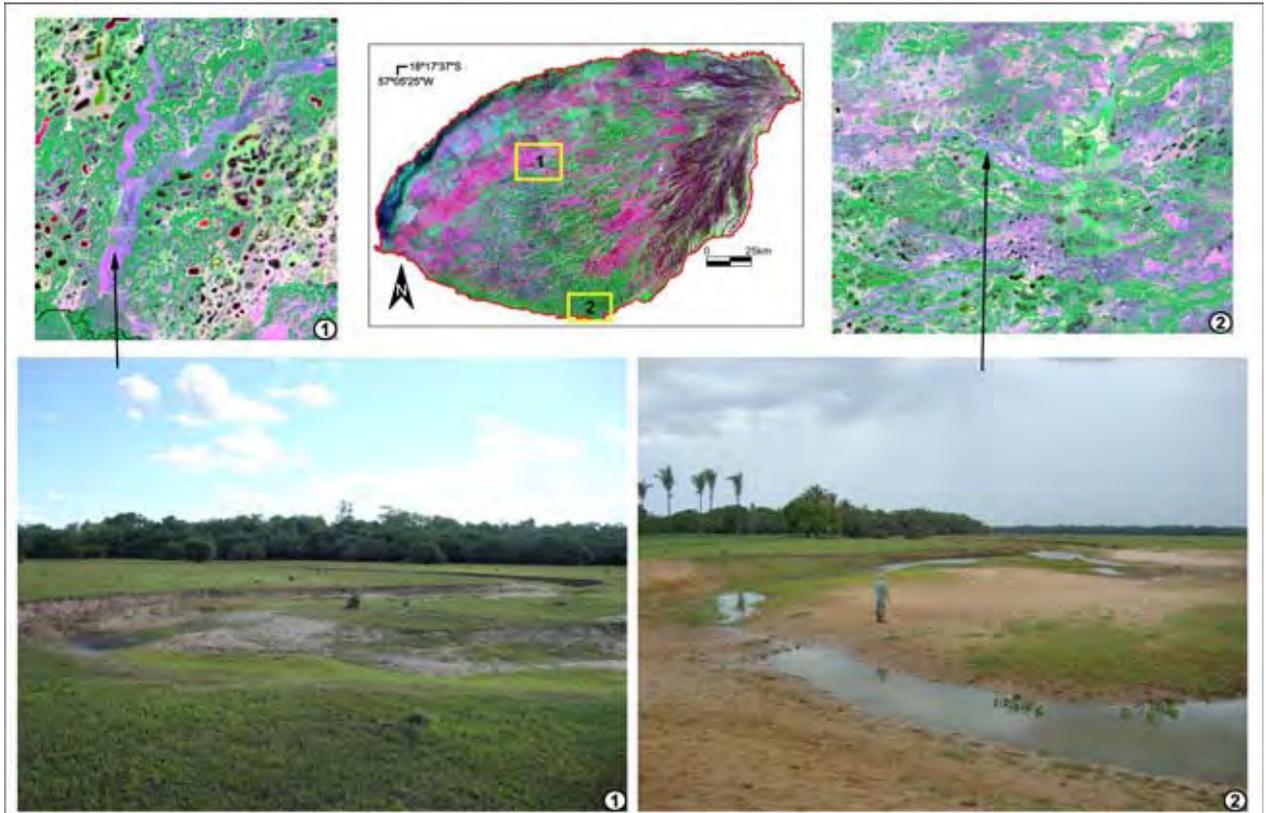


Figura 29 – Marcas erosivas nas planícies de encharcamento.

Essas denominações extraídas da cultura local são tão fortes que até mesmo órgãos e instituições que fizeram mapeamentos na área reconhecem esses nomes, como as vazantes do Castelo, Riozinho, Corixão que já foram descritas por CPRM (2006) e Franco e Pinheiro (1982).

Outra nomeação também encontrada na literatura que descreve canais são os “corixos” (Almeida e Lima, 1959; Brasil, 1982, Fernandes, 2007). Estes são os canais erosivos estreitos e profundos, cuja descrição concorda plenamente com a de Brasil (1982), exceto quanto a permanência de água, pois os canais identificados são todos intermitentes. Também concordando com Valverde (1972) e Franco e Pinheiro (1982), que o poder erosivo e a incisão é muito maior no sentido linear originando canais estreitos e mais profundos.

Outra divergência quanto a dinâmica destes canais é relacionado a sua conexão. De acordo com Fernandes (2000 apud Fernandes, 2007), os corixos são canais defluentes do rio Taquari ativados com o transbordamento deste rio. Este sistema não foi encontrado nas análises aqui realizadas, pois este tipo de canal sempre está conectado as planícies de encharcamento e/ou as depressões submetidas a dinâmica lagunar, podendo estar ou não erodindo as feições elevadas

e, muitas destas feições se encontram muito longe do Taquari, impossível de conexão superficial de águas em regimes médios. Possivelmente este tipo de canal encontrado pelo referido autor, provavelmente são paleocanais do rio Taquari.

As áreas suavemente rebaixadas no interior das planícies de encharcamento e as deprimidas submetidas a dinâmica lagunar já foram nomeadas por autores como “largos” (Almeida e Lima, 1959) ou “baía” (Cunha, 1981; Pott, 1981; Sakamoto, 1997) ou “lagoas de água doce” (Almeida et al, 2007). Quando estas se conectam com as feições planas no período das enchentes são chamadas de “banhado” ou “baía/vazante” (Rezende Filho, 2006).

Na maioria dos trabalhos encontrados, ambas feições são agrupadas e descritas como formas lagunares, assim, a única diferença está na característica química da água. Quando apresentam concentração mais elevada de sais são então chamadas de “lagos alcalinos”, “lagoas salinas” ou apenas “salinas” e “salitradas” quando a quantidade de sais é menor (Cunha, 1943; Sakamoto et al, 2004; Silva et al, 2004; Mámora et al, 2004; Almeida et al, 2003), ainda descrito por Almeida e Lima (1959) que quando as lagoas de água salobra secam são os “barreiros”.

Trabalhos de Sakamoto et al. (1996), Sakamoto et al. (2005) e Sakamoto (1997) já indicavam que as “salinas” se encontram em um patamar inferior aos “campos” e “baías”. Os levantamentos feitos em campo confirmaram que o pH era elevado em várias destas feições deprimidas, mas algumas mesmo que isoladas, apresentavam pH ácido.

Existem dois grupos de feições deprimidas submetidas a dinâmica lagunar, as que estão totalmente circundadas pelas feições elevadas e isoladas das águas de enchentes e as que tem conexão de águas superficiais entre elas ou com as feições planas (podem apresentar de 0 até 90% de suas bordas com as feições elevadas). Este fato é muito discutido, pois segundo Barbiero et al. (2000), Barbiero et al. (2002) e Furquim (2007), essas feições deprimidas quando apresentam alto teor de salinidade estão totalmente isoladas e aquelas que possuem conexão de águas superficiais podem apresentar pouco ou nenhum teor de sair.

As feições elevadas são chamadas localmente de “cordilheiras” e que na literatura é amplamente utilizado este termo. São sempre recobertas por vegetação arbórea. Além de estarem circundando as feições deprimidas, podem também estar presentes isoladamente ao longo das amplas áreas da feição plana, nestes casos, recebem o nome de “capões”. Numa perspectiva de que esteja ocorrendo o

aplainamento da região, estes seriam testemunhos da continuidade do padrão da morfologia encontrada no Compartimento 1. Inúmeras áreas apresentam interrupção da forma confirmada pela característica dos sedimentos encontrados em ambos os lados.

Corroborando com este possível aplainamento da Nhecolândia, no trabalho de Almeida et al. (2003) encontra-se o levantamento das condições químicas das águas de várias feições deprimidas submetidas a dinâmica lagunar, dentre estas, algumas com alto índice de mudanças ambientais pelos padrões químicos, mostrando que estas encontram-se não tão profundas mas semi-isoladas. Isto é forte indício de que lentamente vão ocorrendo depósitos no fundo das feições deprimidas, cuja área fonte pode ser das próprias feições elevadas do entorno que estão sendo erodidas e, aumentando os canais de conexão.

Outro indício é encontrado nas considerações de Rezende Filho e Sakamoto (2006) que afirmam que o lençol freático de uma feição deprimida no interior de uma feição plana que não apresenta água salobra que está separada de outra feição deprimida mas isolada (mais profunda que a primeira e com água salobra) por uma feição elevada, que essas feições deprimidas mais rasas guardam registros de salinidade em subsuperfície. Com isso interpreta-se que uma antiga feição deprimida isolada e com água salobra passaram e/ou estão sendo agradadas por material erodido das feições elevadas que as cercavam.

Uma possível agradação foi descrita por Almeida et al. (2003) como sendo a formação de uma feição elevada ao longo de 12 anos, contrapondo a hipótese aqui levantada do contínuo aplainamento da área por processo erosivo das feições elevadas e que os processos deposicionais estejam ocorrendo apenas no lobo atual do Taquari. Pois o tipo de sedimento encontrado nas feições elevadas é bem selecionado estando no grupo das areias, característica de ambientes de sedimentação, mas não do presente, certamente num passado quando o sistema tinha mais energia para transporte.

Um indicativo deposicional ocorreu nas análises das imagens óticas quando se notou em várias áreas o avanço de formações vegetais aparentemente arbóreas no sentido das feições elevadas para as feições planas, inclusive já ocupando extensas áreas planas. Sugestionava que onde este tipo de vegetação está ocupando poderiam ser áreas de depósito recente que estariam se agradando e a vegetação, portanto, estaria se instalando sobre essas áreas mais elevadas.

Em campo ficou claro que não há registro de depósitos recentes e sim a ocupação de vegetação pioneira nas áreas das planícies. O IBGE (1992) descreve este tipo de formação vegetal como sendo de sucessão ecológica e/ou tensão ecológica, ou seja, a mudanças no ambiente, como por exemplo, o pulso de inundação. Assim, entende-se que há indício de diminuição do pulso de inundação, pois estas ocupam áreas com pouco ou nenhum período de inundação, e que, posteriormente, essas áreas poderão ser ocupadas por vegetação de grande porte, assim como as que se encontram sobre as feições elevadas.

Corroborando com este fato, Pott (2007) e Pott et al. (2009) afirmam que no Pantanal da Nhecolândia em série de anos secos as espécies pioneiras lenhosas avançam sobre campos gramíneos lenhosos.

Os compartimentos são formados pelo agrupamento das feições e relativa rugosidade no relevo causado justamente pela disposição das feições (Anexo V – Curvas de nível com equidistância de 8m geradas através do dados SRTM). O compartimento I é o que apresenta maior variação topográfica, contrapondo Fernandes (2000) que considerou esta área a mais aplainada em relação as demais áreas da Nhecolândia. O limite NW deste compartimento é bem marcado por uma feição linear na direção NE que foi descrita por Soares e Assine (1998) como sendo indício de controle neotectônico do Lineamento Transbrasiliano. O limite E do compartimento 1 está próximo da cota 120m.

As feições deprimidas e elevadas estão menos presentes na área do compartimento 2 que sofreu influência do controle neotectônico. Possivelmente possa ter ocorrido abatimento e o surgimento de espaço de acomodação que foi posteriormente agradado, sobrepondo a antiga morfologia igual a existente no compartimento 1. Segundo Zani et al. (2006) esta área teve a construção de um novo lobo posterior a deposição do compartimento 1. Desta forma, o compartimento 3 sobre essa área é um indício que parte das formas ali existente ainda não foram todas degradadas ou sobrepostas (Anexo VI - Feições do compartimento 3, no destaque em amarelo as feições que indicam antiga área do compartimento 1).

Da mesma forma ocorre com as feições do compartimento 3 nas demais áreas do compartimento 2, porém as áreas a montante da cota 120m tem grande possibilidade de parte das formas foram erodidas, mas certamente também sobrepostas por sistema deposicional fluvial, tendo em vista que Zani et al. (2006) confirma também que esta área tese a formação de um lobo posterior a formação do

compartimento 1. As amplas áreas pelas feições planas e a declividade maior do compartimento 2 subsidiam subsidia a hipótese de intensa erosão na modelagem do relevo.

A declividade no compartimento 4 é a menor, evidenciando a área do lobo deposicional atual do rio Taquari.

Todas essas informações sugerem que há um truncamento de feições antigas sobre feições mais recentes, degradando e/ou sobrepondo formas mais antigas.

CONCLUSÃO

As amplas áreas das feições planas estão ligadas a processos de dissecação e aplainamento ao longo do tempo, sendo possível identificar testemunhos de antigas feições elevadas no interior das áreas planas.

Em vários pontos, principalmente na porção distal, atualmente ainda estão ocorrendo processos erosivos, já nas porções mais a montante este fato não está claro, apesar de haver feições erosivas bem marcadas, podendo ser de períodos pretéritos e não do atual.

A organização espacial das feições aparentemente não está ligada a movimentos tectônicos, e sim, ao próprio direcionamento do leque fluvial e o escoamento das águas superficiais capazes de modelar o relevo.

Uma dúvida ainda paira, num sistema deposicional, como é o leque do Taquari, é possível que na dinâmica atual pode ocorrer processos tão intensos capazes de erodir extensas áreas de feições elevadas? Ou estes realmente ocorreram no passado com rápidas quedas no nível base e agora são apenas cicatrizes destes eventos?

Quanto as terminologias/denominações utilizadas por autores na descrição da morfologia, são variadas, as vezes, por estarem associadas a cobertura vegetal, torna o entendimento do ponto de vista técnico-científico confuso, principalmente quando o leitor não é um pesquisador da área do Pantanal. Na proposição de uma padronização, define-se a morfologia da porção do megaleque fluvial do Taquari como área de baixa topografia, com morfologia de feições de planícies de encharcamento, elevadas, deprimidas submetidas a dinâmica lagunar, canais erosivos, canais secundários, planícies fluviais.

BIBLIOGRAFIA

AB'SÁBER, A. N. O Pantanal Mato-Grossense e a Teoria dos Refúgios e Redutos, 1988. *In: Brasil: Paisagens de exceção: o litoral e o Pantanal Mato-grossense - patrimônios básicos.* Ateliê Editorial: São Paulo, 2006.

AB'SÁBER, A. N. Os Domínios de Natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas. 2 ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ADÂMOLI, J. Fitogeografia do Pantanal. *In. Anais do I Simpósio Sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal.* Corumbá, 1984. EMBRAPA/UFMS: Brasília, 1986.

ALFONSI, R. R.; CAMARGO, Marcelo Bento Paes. Condições Climáticas para a Região do Pantanal Mato-grossense. *In. Anais do I Simpósio Sobre Recursos Naturais e Sócio - Econômicos do Pantanal.* Corumbá, 1984. EMBRAPA/UFMS: Brasília, 1986.

ALLEM, A. C.; VALLS, J. F. M. Recursos Forrageiros nativos do Pantanal mato-grossense. v. 8, EMBRAPA-CENARGEN, Brasília, 1987.

ALMEIDA, F. F. M. Geologia da Serra da Bodoquena: Mato Grosso. *In: Ministério de Minas e Energia-Departamento Nacional de Produção Mineral-Divisão de Geologia e Mineralogia.* N. 219: Rio de Janeiro, 1965.

ALMEIDA, F.F.M. *Geologia do Sudoeste Matogrossense.* Bol. Nº116; Div. Geol. Min. – DNPM. 118 p. Rio de Janeiro. 1945.

ALMEIDA, F. F. M. Geologia do Centro-Oeste Mato-Grossense. *In. Ministério de Minas e Energia-Departamento Nacional de Produção Mineral-Divisão de Geologia e Mineralogia.* N. 215: Rio de Janeiro, 1964.

ALMEIDA, F.F.M.; LIMA, M. A. Planalto Centro-Occidental e Pantanal Mato-Grossense. *In: União Geográfica Internacional, Conselho Internacional de Geografia,* Rio de Janeiro, 1959.

ALMEIDA, T. I. R.; SÍGOLO, J. B.; FERNANDES, E; QUEIROZ NETO, J. P.; BARBIERO, L; SAKAMOTO, A. Y. Proposta de classificação e gênese das lagoas da baixa Nhecolândia-MS com base em sensoriamento remoto e dados de campo. *Revista Brasileira de Geociências,* v. 33, 2003.

ALMEIDA, T. I. R.; FERNANDES, E; MENDES, D.; SÍGOLO, J. B. Distribuição espacial de diferentes classes de lagoas no Pantanal da Nhecolândia, MS: uma contribuição ao estudo de sua compartimentação e gênese. *In. Anais do I Simpósio de Geotecnologia no Pantanal.* Campo Grande, 2006.

ALMEIDA, T. I. R.; FERNANDES, E; MENDES, D.; BRANCO, F. C.; SÍGOLO, J. B.; Distribuição espacial de diferenes classes de lagoas no Pantanal da Nhecolândia, MS, a partir de dados vetoriais e SRTM: uma contribuição ao estudo de sua

compartimentação e gênese. *Revista Brasileira de Geociências. Geol. USP Sér. Cient.* v. 7, n. 2. São Paulo, 2007.

ALVARENGA, S. M.; BRASIL, A. E.; PINHEIRO, R.; KUX, H. J. H. Estudo geomorfológico aplicado à Bacia do Alto Paraguai e Pantanaís Mato-grossense. Projeto RADAMBRASIL. Boletim Técnico. Série Geomorfologia, 1984.

ALVARENGA, S. M.; BRASIL, A. E.; DEL´ARCO, D. M. Geomorfologia. *In*. Projeto RADAMBRASIL. Levantamento de recursos naturais. Folha SF 21 Campo Grande: Rio de Janeiro, 1982.

ANA; GEF; PNUMA; OEA, Programa de Ações estratégicas para o Gerenciamento Integrado do Pantanal e Bacia do Alto Paraguai. *In*: Relatório Final: Implementação de Práticas de Gerenciamento Integrado das Bacias Hidrográficas para o Pantanal e a Bacia do alto Paraguai. Desenho & Arte Ltda: Brasília, 2004.

ASSINE, M. L. River avulsions on the Taquari megafan, Pantanal wetland, Brazil. *Geomorphology*, v. 70, 2005.

ASSINE, M. L. Sedimentação na Bacia do Pantanal Mato-grossense, Centro-oeste do Brasil. UNESP, Rio Claro, 2003. (Tese de Livre Docência).

ASSINE, M.L.; SOARES, P.C. Quaternary of the Pantanal, west-central Brazil. *Quaternary International*, 2004.

BACANI, V. M. Sensoriamento remoto aplicado à análise evolutiva do uso e ocupação do solo no Pantanal da Nhecolândia (MS): o exemplo da Fazenda Firme. Aquidauana: UFMS, 2007. (Dissertação de Mestrado).

BARBIERO, L., FURIAN, S., QUEIROZ NETO, J.P., CIORNEI, G., SAKAMOTO, A.Y., CAPELLARI, B., FERNANDES, E., VALLÈS, V. Geochemistry of water and ground water in the Nhecolândia, Pantanal of Mato Grosso, Brazil: variability and associated processes. *Wetlands* 22, 528–540. 2002.

BARBIERO, L., FURQUIM, S.A.C., VALLÈS, V., FURIAN, S., SAKAMOTO, A., REZENDE FILHO, A., FORT, M., Natural arsenic in groundwater and alkaline lakes at the Upper Paraguay Basin, Pantanal, Brazil. *In*: Bhattacharya, P., Mukherjee, A.B., Bundschuh, J., Zevenhoven, R., Loeppert, R.H. (Eds.), *Arsenic in Soil and Groundwater Environment: Biogeochemical Interactions, Health Effects and Remediation. Trace Metals and Other Contaminants in the Environment series*, vol. 9. Elsevier, pp. 101–126. 2007.

BARBIERO, L., QUEIROZ NETO, J.P., SAKAMOTO, A.Y., Características Geoquímicas dos Solos Relacionadas à Organização Pedológica e à Circulação da Água (Fazenda Nhumirim: Embrapa CPAP, Nhecolândia, MS). *Anais do 3o Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-Econômicos do Pantanal, Corumbá (MS)*, pp. 90–100. 2000.

BERTAUX, J.; SOANDAG, F.; SANTOS, R.; SOUBIES, F.; CAUSSE, C.; PLAGNES, V.; LE CORNEC, F.; SEIDEL, A. Paleoclimatic record of speleothems in a tropical

region: study of laminated sequences from a Holocene stalagmite in Central-West Brazil. *Quaternary International*, 2002.

BEZERRA, M. A. O. O uso de multi-traçadores na reconstrução do Holoceno no Pantanal Mato-grossense, Corumbá, MS, UFSCAR, 1999. (Tese de doutorado).

BRASIL, Departamento Nacional de Obras de Saneamento. Estudos hidrológicos da Bacia do Alto Paraguai. Relatório Técnico. v. 1. Brasília, 1974.

BRASIL, Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SE.21 Corumbá e parte da Folha SE.20; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982.

BRAUN, E. W. G. 1977. Cone aluvial do Taquari, unidade geomórfica marcante na planície quaternária do Pantanal. *Revista Brasileira de Geografia* 39, 164-180.

CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. SPRING: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. *Comput Graph*, v. 20. p. 395-403, 1996.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. Modelagem de sistemas ambientais. 1 ed. São Paulo: Edgar Blucher, 1999.

CLAPPERTON, C. Quaternary Geology and Geomorphology of South America. Amsterdam. Elsevier, 1993.

CPRM, Serviço Geológico do Brasil. Geologia e Recursos Minerais eo Estado de Mato Grosso do Sul. CPRM-SEPROTUR/MS- EGRHP/MS: Campo Grande, 2006.

CUNHA, J. Cobre do Jaurú e lagoas alcalinas do Pantanal (Mato Grosso). Boletim DNPM/LPM, 1943.

CUNHA, N. G. Classificação e fertilidade de solos da planície sedimentar do rio Taquari, Pantanal Matogrossense. In: Circular técnica n 4, Embrapa. Corumbá, 1981.

DE OLIVEIRA, P. E.; A palynological record of late Quaternary vegetational and climatic change in southeastern Brazil. Ohio State University, 1992. (Tese de doutorado).

DEL'ARCO, F. O.; SILVA, R. H.; TARAPANOFF, I.; FREIRE, F. A.; PEREIRA, L. G. M.; SOUZA, S. L.; LUZ, D. S.; PALMEIRA, R. C. B.; TASSINARI, C. C. G. Geologia. In. Projeto RADAMBRASIL. Levantamento de recursos naturais. Folha SF 21 Campo Grande: Rio de Janeiro, 1982.

FERNANDES, E. Caracterização dos elementos do meio físico e a dinâmica da Nhecolândia (Pantanal Sul-mato-grossense). Universidade de São Paulo-USP/FFLCH: São Paulo, 2000. (Dissertação de mestrado).

FERNANDES, E. Organização espacial dos componentes da paisagem da Baixa Nhecolândia - Pantanal de Mato Grosso do Sul. Universidade de São Paulo: São Paulo, 2007. (Tese de doutoramento).

FERNANDES, E. QUEIROZ NETO, J. P. Os defluentes do rio Taquari: vazantes e corixos no sistema hidrológico da Nhecolândia. In: Anais... IV Simpósio Nacional da Associação Brasileira de Geomorfologia. Campinas, 2000.

FERRAZ-VICENTINI, K. R.; SALGADO LABOURIAU, M. L. Palynological analysis of a palm swamp in Central Brazil. *Journal of South America Earth Sciences*, 1996.

FRANCO, M. S. M.; PINHEIRO, R. Geomorfologia. In: Projeto RADAMBRASIL. Levantamento de recursos naturais. Folha SE 21 Corumbá e parte da Folha SE 20: Rio de Janeiro, 1982. 72

FURQUIM, S. A. C. Formação de carbonatos e argilo-minerais em solos sódicos do Pantanal Sul-mato-grossense. Universidade de São Paulo: São Paulo, 2007. (Tese de doutoramento).

GARCIA, E. A. C. O clima no Pantanal Mato-grossense. EMBRAPA. n. 14. Corumbá, 1984.

GARCIA, E. A. C; CASTRO, L. H. Análise da frequência de chuva no Pantanal Mato-grossense. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, 1986.

GOUDIE, A. S. *Encyclopedia of Geomorphology*. v 1. Routledge, 2004.

GRADELLA, F. S. Aspectos da dinâmica hidroclimática da lagoa salina do meio na fazenda Nhumirim e seu entorno, Pantanal da Nhecolândia, MS – Brasil. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Aquidauana, 2008. (Dissertação de Mestrado).

GRADELLA, F. S.; QUÉNOL, H.; SAKAMOTO, A. Y. Variation du niveau phreatique d'une saline dans le Pantanal en relation avec les précipitations et les inondations provoquées par le fleuve Paraguai (Bresil). *Geographia Technica*. Numéro spécial, 2009.

HAYAKAWA, E. H.; ROSSETTI, D. F.; VALERIANO, M. M. Applying DEM-SRTM for reconstructing a late Quaternary paleodrainage in Amazonia. *Earth and Planetary Science Letters*, v. 297, n.1-2, p. 262-270, 2010.

IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro, 1992.

IRIONDO, M. H.; GARCIA, N. O. Climatic variations in the Argentine plains during the last 18,000 years. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 1993.

KLAMMER, G. Die Palaovustes des Pantanal von Mato Grosso und die pleistozane Klimageschichte der brasilianischen Randtropen. *Zeitschrift für Geomorphologie*. 1982.

LEDRU, M. P.; BRAGA, M. P.; SOUBIES, F.; FOURNIER, M.; MARTIN, L.; SUGUIO, K. The last 50,000 years in the Neotropics (Southern Brazil): evolution of vegetation and climate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 1996.

MAITELLI, G. T.; SANTOS E. E.; WOBETO, E. R.; SILVA, R. I. Variações bioclimáticas: uma comparação entre três ecossistemas – macrófitas, campo limpo e capão na região do Pirizal-Poconé – Pantanal Mato-grossense. *In*. Resumos do III Simpósio sobre recursos naturais e Sócio-econômicos do Pantanal-Simpan. EMBRAPA/CPAP: Corumbá, 2000.

MÂMORA, M. M.; OLIVEIRA, M. D.; SORIANO, B. M. A; ROCHE, K.; EILERS, V.; FRANÇOSO, L.; SILVA, W. M.; CALHEIROS, D. F.; SILVA, L. C. R. Efeito da precipitação sobre corpos d'água da Nhecolândia. *In*: Anais... IV Simpósio sobre recursos naturais e Sócio-econômicos do Pantanal. Corumbá: EMBRAPA/Pantanal, 2004.

MANTELLI, L.R.; ROSSETTI, D.F.; ALBULQUERQUE, P.G.; VALERIANO, M.M. Applying SRTM digital elevation model to unravel Quaternary drainage in forested areas of Northeastern Amazonia. *Computer & Geosciences*, 35, p. 2331-2337, 2009.

MARTINS, P. T. A.; GRADELLA, F. S.; CORRADINI, F. A.; FABIANO, N. P.; COELHO, J. O. M. Análise comparativa entre a fusão de imagens CCD/HRC e TM/HRC na região dos rios Miranda e Abobral, Pantanal Sul-mato-grossense. *Geografia, Rio Claro*, v. 34, Volume Especial, p. 807-815, 2009.

NASA. National Aeronautics and Space Administration. GeoCover. 2000. Disponível em: <<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl>>. Acesso em 10 nov. 2006.

ORIOLO, A. L.; AMARAL FILHO, Z. P.; OLIVEIRA, A. B. Pedologia: Levantamento exploratório de solos. *In*. Projeto RADAMBRASIL. Levantamento de recursos naturais. Folha SE 21 Corumbá e parte da Folha SE 20: Rio de Janeiro, 1982.

PADOVANI, C. R. Dinâmica espaço-temporal das inundações do Pantanal. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"-Centro de Energia Nuclear na Agricultura. Piracicaba, 2010. (Tese de Doutorado).

PAROLIN, M.; STEVAUX, J. C. Clima seco e formação de dunas eólicas durante o Holoceno Médio em Taquaruçu, Mato Grosso do Sul. *Pesquisas em Geociências*, 28(2):233-243, 2001.

PAROLIN, M.; MEDEANIC, S.; STEVAUX, J. C. Registros palinológicos e mudanças ambientais durante o Holoceno de Taquarussu (MS). *Revista Brasileira de Paleontologia*, 2006.

POTT, A. Pastagens das sub-regiões dos Paiaguás e da Nhecolândia do Pantanal Mato-Grossense. *In*: Circular técnica n 10, Embrapa. Corumbá, 1981.

POTT, A.; POTT, V. Plantas do Pantanal. Ministério da Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agrária/ Embrapa: Empresa Agropecuária de Pesquisa Brasileira, 320 p., 1994.

POTT, A.; ABDON, M. M.; SILVA, J. S. V.; SOBRINHO, A. A. B.; POTT, V. Dinâmica da flora na planície de inundação do baixo Taquari, Pantanal, MS. In: Anais... III Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos do Pantanal-Simpan. EMBRAPA/CPAP: Corumbá, 2000.

POTT, A. Dinâmica da vegetação do Pantanal. In: Anais... VIII Congresso de Ecologia do Brasil. Caxambu, 2007.

POTT, A.; POTT, V. DAMASCENO JÚNIOR, G. A. Fitogeografia do Pantanal. In: Anais... III Congresso Latino-Americano de Ecologia e IX Congresso de Ecologia do Brasil. São Lourenço, 2009.

POTT, A. Relações da vegetação com ambientes do Pantanal. *In: Encontro Sobre Sensoriamento Remoto Aplicado a Estudos no Pantanal, 1995, Corumbá. Anais... São Jose dos Campos: INPE, 1995. p. 5-7.*

QUEIROZ NETO, J. P.; SAKAMOTO, A. Y.; LUCATI, H. M.; FERNANDES, E. Dinâmica Hídrica de uma lagoa salina e seu entorno na área do Leque, Nhecolândia, Pantanal, MS. Corumbá II Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal: Manejo e Conservação, EMBRAPA-CPAP/UFMS. p. 143-149, 1996.

RACHOCKI, A. Alluvial fans: an attempt at an empirical approach. Wiley. 161p, 1981

REZENDE FILHO, A. T. Variabilidade de salinidade de uma área em uma baía/vazante na Fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia: estudo de um método cartográfico. Três Lagoas: UFMS-CPTL, 2003. (Especialização).

REZENDE FILHO, A. T.; SAKAMOTO, A. Y. A variabilidade de salinidade do solo na área do banhado (baía/vazante) no Pantanal da Nhecolândia, MS. *In: Revista eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros- Seção Três Lagoas: Três Lagoas, 2006.*

RODELA, L. G. Unidades de vegetação e pastagens nativas do Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul. Universidade de São Paulo: São Paulo, 2006. (Tese de doutoramento)

ROSSETTI, D.; VALERIANO, M. Evolution of the lowest amazon basin modeled from the integration of geological and SRTM topographic data. *Catena*, v. 70, n. 2, p. 253-265, 2007.

SANTOS, K. R. S. Biodiversidade de algas e cianobactérias de três lagoas (“salina”, “salitrada” e “baía”) do Pantanal da Nhecolândia, MS, Brasil. Instituto de Botânica de São Paulo. São Paulo, 2008. (Dissertação de Mestrado).

SAKAMOTO, A. Y., QUEIROZ NETO, J. P., FERNANDES, E., LUCATI, H. M., CAPELLARI, B. Topografia de lagoas salinas e seus entornos no Pantanal da Nhecolândia. *In: Anais... Simpósio sobre recursos naturais e Sócio-econômicos do Pantanal: Manejo e Conservação. Embrapa Pantanal: Corumbá, 1996.*

SAKAMOTO, A. Y. Dinâmica Hídrica em uma lagoa salina e seu entorno no Pantanal da Nhecolândia: contribuição ao estudo das relações entre o meio físico e a ocupação, Fazenda São Miguel do Firme, MS. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciência Humanas/USP São Paulo, 1997. (Tese de doutoramento).

SAKAMOTO, A. Y.; QUEIROZ NETO, J. P.; BARBIERO, L.; SALVI-SAKAMOTO, L. L.; FERREIRA, R. P. D.. Dinâmica hídrica da área da lagoa salina do Leque, Pantanal da Nhecolândia, MS. In: Anais... X Encontro de Geógrafos da América Latina. Universidade de São Paulo: São Paulo, 2005.

SAKAMOTO, A. Y.; SALVI-SAKAMOTO, L. L.; QUEIROZ NETO, J. P.; BARBIERO, L.; Abordagem metodológica para estudo de lagoas e salinas do Pantanal da Nhecolândia, MS: fazenda São Miguel do Firme. In: Anais... IV Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos do Pantanal. Corumbá: EMBRAPA/Pantanal, 2004.

SCHUMM, S. A. The Fluvial System. New York: Wiley. 338p, 1977

SILVA, J. S. V.; ABDON, M. M. Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas sub-regiões. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v. 33. Brasília, 1998.

SILVA, M. H. S.; SAKAMOTO, A. Y.; BARBIERO, L.; QUEIROZ NETO, J. P.; FURIAN, S. Morfologia do solo de três toposseqüências na área da lagoa Salina do Meio, fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, MS. In: Anais... IV Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos do Pantanal. Corumbá: EMBRAPA/Pantanal, 2004.

SMITH, M. J.; PAIN, C. F. Applications of remote sensing in geomorphology. Progress in Physical Geography, v. 33, n. 4, p. 568-582, 2009.

SOARES, A. P., SOARES, P. C.; ASSINE, M. L. Areais e lagoas do Pantanal, Brasil: Herança Paleoclimática?. Revista Brasileira de Geociências. v. 33, 2003.

SOARES, P. C.; ASSINE, M. L.; RABELO, L. The Pantanal Basin: Recent Tectonics, Relationships to the Transbrasilliano Lineament. In: Anais do IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE. Santos, 1998.

SORIANO, B. M. A. Caracterização climática da sub-região da Nhecolândia, Pantanal-MS. In: Anais do II Simpósio Sobre Recursos Naturais e Sócio - Econômicos do Pantanal: Manejo e Conservação. EMBRAPA/CPAP: Corumbá, 1996.

SORIANO, B. M. A.; GALDINO, S. Análise das Condições Climáticas em 2000 na Sub-Região da Nhecolândia, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. In: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. n. 30. EMBRAPA/Pantanal: Corumbá, 2002.

VALERIANO, M. M.; ABDON, M. M. Aplicação de dados SRTM a estudos do Pantanal. Revista Brasileira de Cartografia, v.1, n. 59, 2007.

STEVAUX, J. C. The Upper Paraná River (Brazil): geomorphology, sedimentology and paleoclimatology. *Quaternary International*, 1994.

STEVAUX, J.C. 2000. Climatic events during the Late Pleistocene and Holocene in the Upper Paraná River: Correlation with NE Argentina and South-Central Brazil. *Quaternary International*, 72:73-85.

TARIFA, J. R. O sistema climático do Pantanal: da compreensão do sistema a definição de prioridades de pesquisa climatológica. *In*. Anais do I Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos do Pantanal. Corumbá, 1984. EMBRAPA/UFMS: Brasília, 1986.

TRICART, J. El Pantanal: un ejemplo del impacto geomorfológico sobre el ambiente. *Informaciones Geograficas (chile)*, 1982.

VALVERDE, O. Fundamentos Geográficos do Planejamento do Município de Corumbá. *Revista Brasileira de Geografia*, v. 34. Rio de Janeiro, 1972.

VIANA, J. A.; SILVA, M. H. S.; GRADELLA, F. S.; SAKAMOTO, A. Y. Oscilação do Lençol Freático e sua Influência na Morfologia do solo na lagoa salina do Meio, em 2004. Fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, MS-Brasil. Anais... IV Simpósio Nacional de Geomorfologia/Regional Conference on Geomorphology. Goiânia: IAG, 2006.

WEYLER, G. Relatório final dos poços perfurados no Pantanal Matogrossense – Projeto Pantanal. Ponta Grossa. Petrobrás, 1962.

ZANI, H. Mudanças morfológicas na evolução do megaleque do Taquari: uma análise com base em dados orbitais. 96p. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.

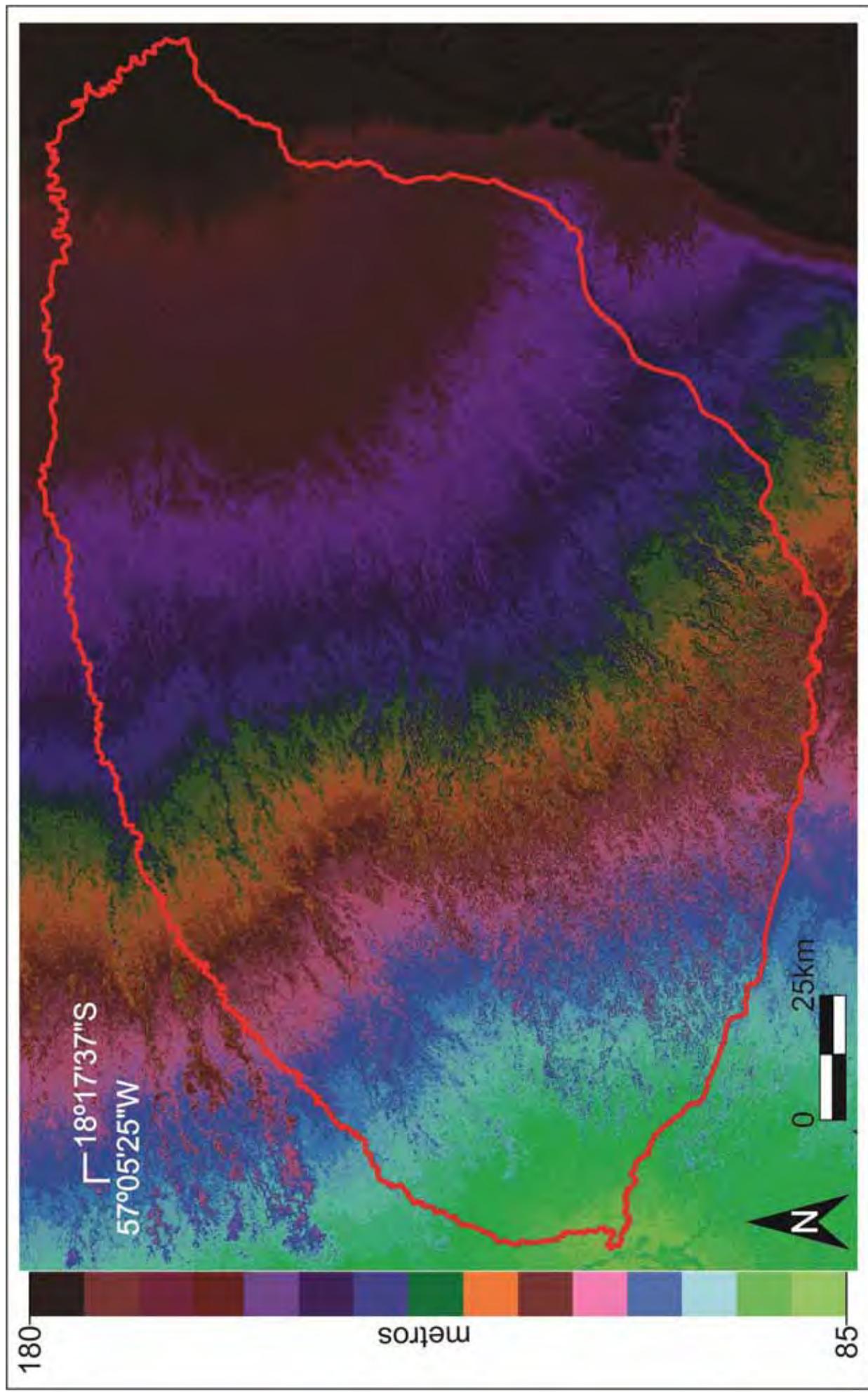
ZANI, H.; ASSINE, M. L.; ARAÚJO, B. C.; MERINO, E. R.; SILVA, A.; FANCICANI, E. Lobos deposicionais na evolução do megaleque do rio Taquari, Pantanal Mato-Grossense. *In*: 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande - MS, INPE, p. 285-292, 2006.

ZANI, H.; ASSINE, M. L.; SILVA, A. ; CORRADINI, F. A. 2008. Redes de Drenagem Distributária e Formas Depositionais no Megaleque do Taquari, Pantanal Mato-Grossense. Uma Análise Baseada no Processamento de Dados SRTM. *In*: VII *Simpósio Nacional de Geomorfologia e II Encontro Latino-Americano de Geomorfologia*. Belo Horizonte. Dinâmica e Diversidade de Paisagens.

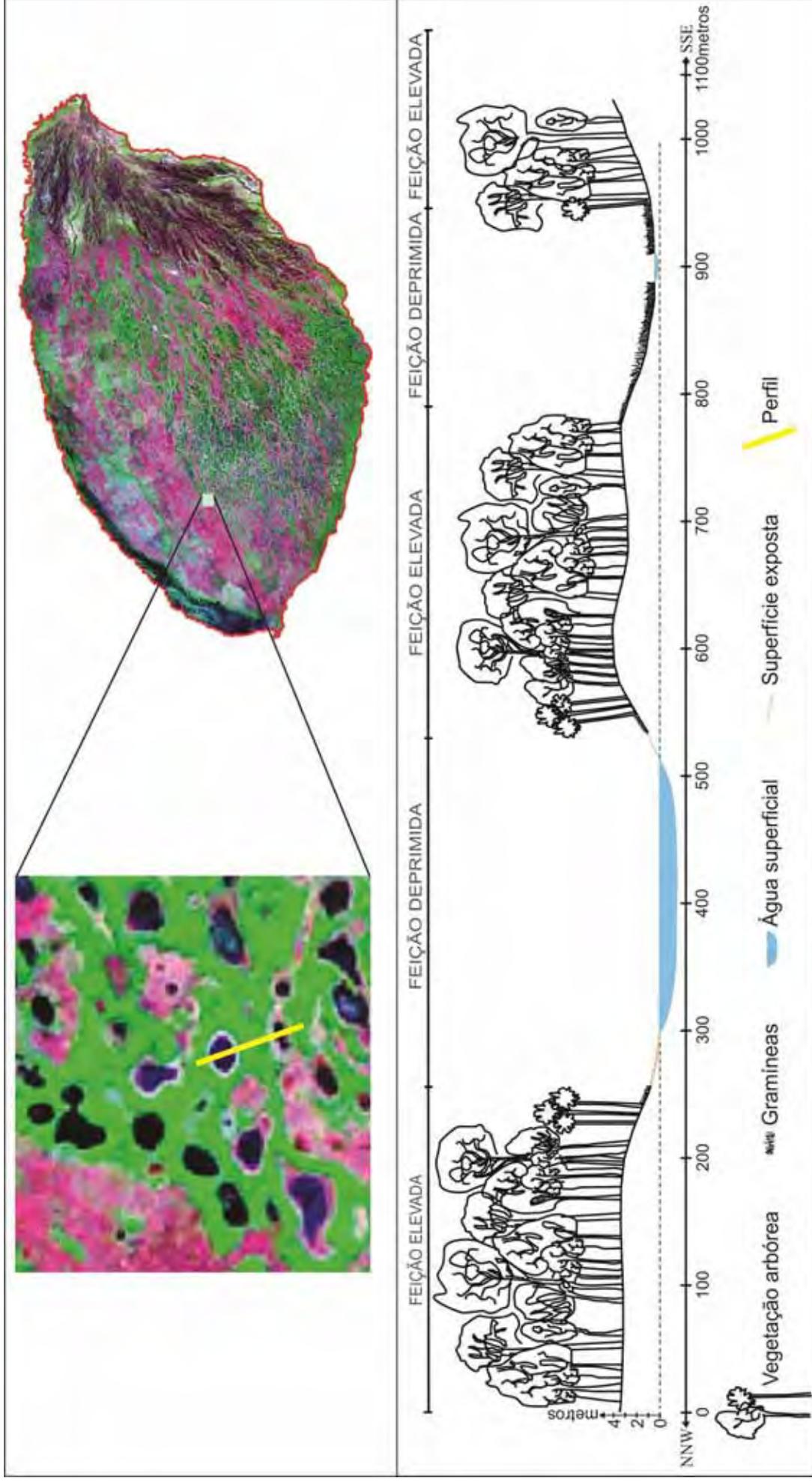
ZANI, H.; ASSINE, M. L.; SILVA, A.; CORRADINI, F. A. KUERTEN, S.; GRADELLA, F. S. Formas de relevo do Pantanal reveladas por sensoriamento remoto. *In*. Anais do III Simpósio de Geotecnologia no Pantanal. Cáceres, 2009.

ZANI, H.; ASSINE, M. L.; SILVA, A.; CORRADINI, F. A. Redes de drenagem distributária e formas deposicionais no megaleque do Taquari, Pantanal: uma análise baseada no MDE-SRTM. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 10, n. 2, p. 21-28, 2009.

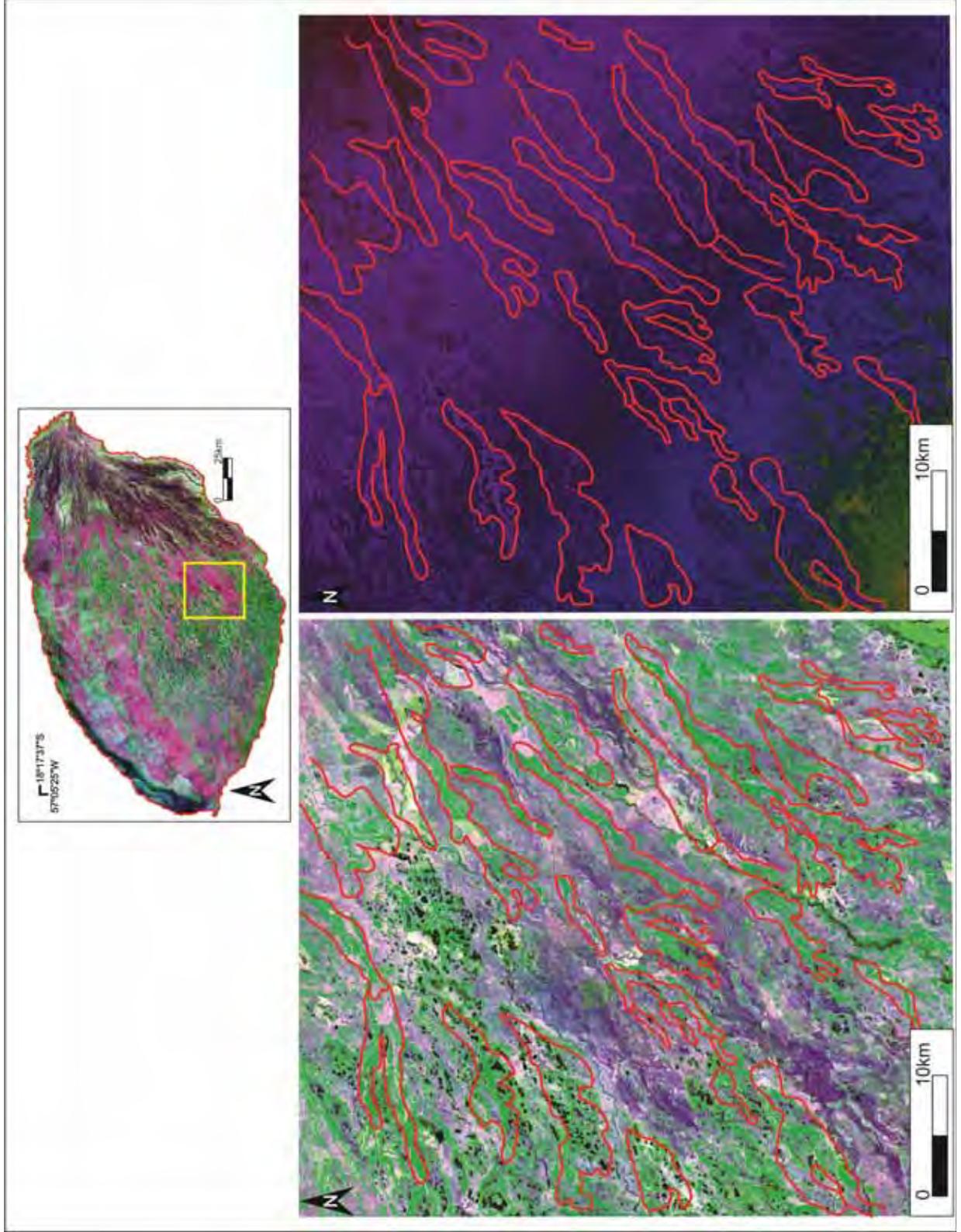
Anexo I - Hipsometria da Nhecolândia



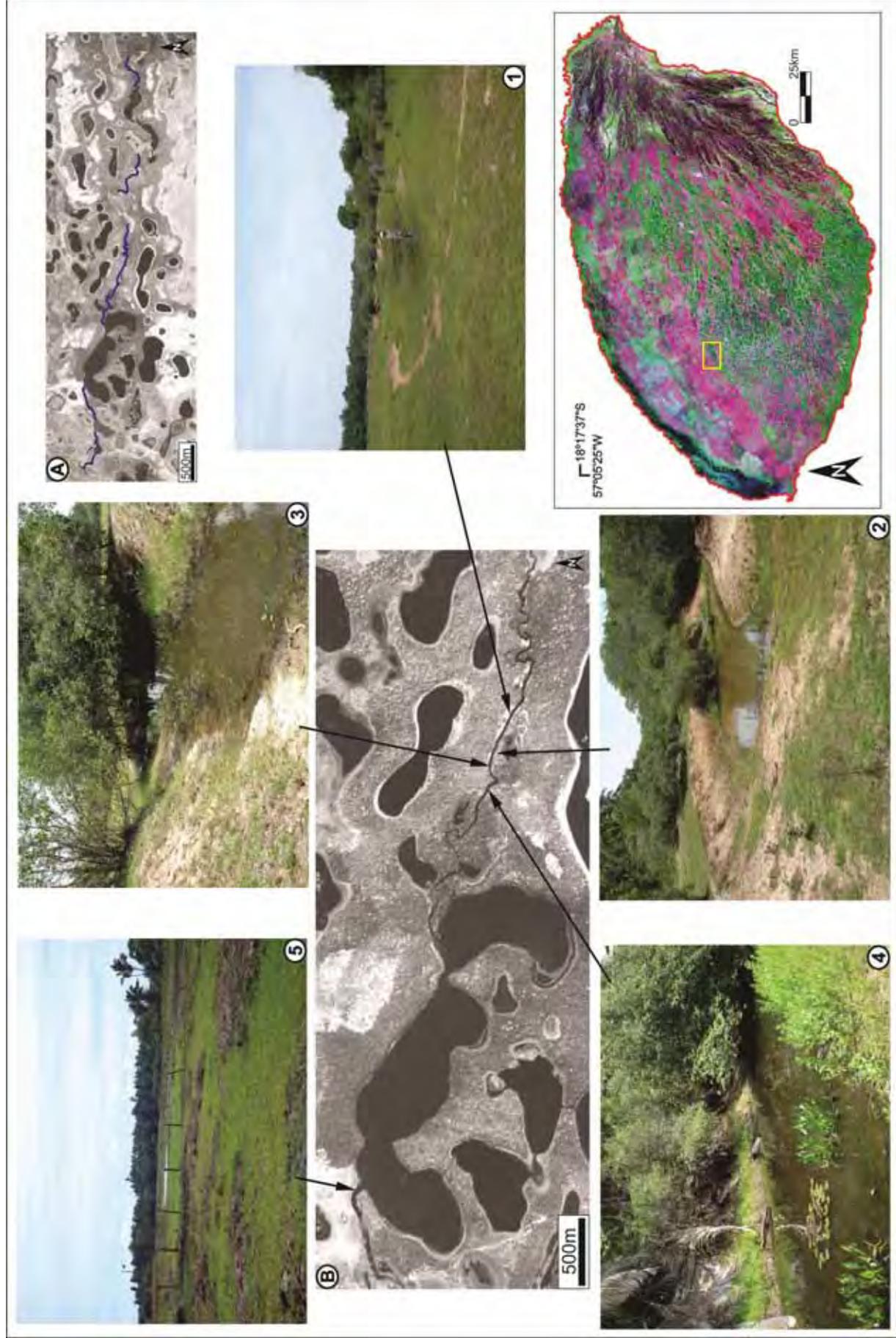
Anexo II - Perfil topográfico entre feições elevadas e deprimidas



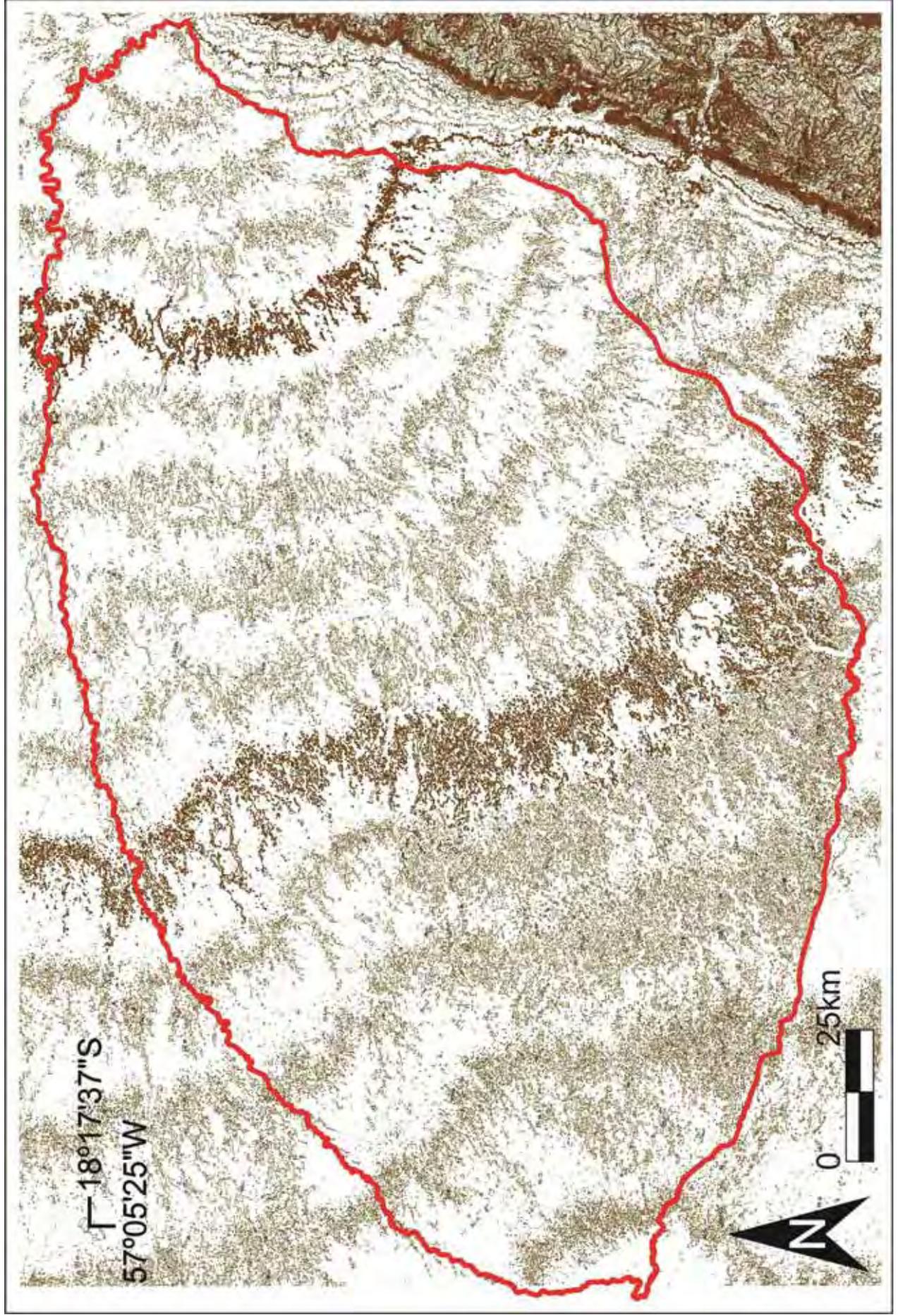
Anexo III - Feições elevadas alongadas e estreitas



Anexo IV - Canais erosivos estreitos e profundos



Anexo V - Curvas de nível



Anexo VI - Feições do compartimento 3

