

CARACTERIZAÇÃO DAS DIFERENÇAS MICROCLIMÁTICAS E PEDOMORFOLÓGICAS DO ENTORNO DE UMA LAGOA SALINA NO PANTANAL DA NHECOLÂNDIA, MS

Vitor Matheus BACANI¹

Arnaldo Yoso SAKAMOTO²

Ailton LUCHIARI¹

Hervé QUENOL³

Resumo

O objetivo deste trabalho foi analisar as diferenças microclimáticas e pedomorfológicas de três unidades de paisagem no Pantanal da Nhecolândia: "cordilheira", praia de uma salina e pastagem do entorno de uma lagoa salina representativa dessa região. Os procedimentos metodológicos consistiram na análise estrutural da cobertura pedológica e na caracterização das diferenças microclimáticas em relação à variabilidade da paisagem. Os resultados proporcionaram a observação dos impactos do desmatamento nos solos e no microclima local.

Palavras-chave: Microclima. Pedomorfologia. Desmatamento. Uso da terra. Pantanal da Nhecolândia.

Résumé

Caractérisation des différences microclimatiques et pédomorphologiques dans les salines du Pantanal de la Nhecolândia (MS), Brésil

L'objectif de ce travail était d'analyser les différences microclimatiques et pédomorphologiques de trois unités de paysage dans le Pantanal de la Nhecolândia: la région de pâturage (secteur déboisé), la plage de la lagune saline et la "cordillère" (petite elevation couverte par forêt naturel). Les procédures méthodologiques ont été basés sur l'analyse structurale de la couverture pédologique et dans la caractérisation climatique en relation avec la variabilité des paysages. Les résultats obtenus ont permis de constater les impacts du déboisement sur les sols et sur les microclimats.

Mots Clé: Microclimat. Pédomorphologie. Déforestation. Utilisation des sols. Pantanal de la Nhecolândia.

¹ Universidade de São Paulo, Departamento de Geografia, LASERE/USP. vitorbacani@usp.br

² Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, DCH/Campus de Três Lagoas-MS. E-mail: sakamoto@ceul.ufms.br

³ Université Rennes 2, UMR 6554 LETG du CNRS, Laboratoire COSTEL. E-mail: herve.quenol@uhb.fr

INTRODUÇÃO

A pecuária de corte extensiva é apontada como a principal atividade econômica do Pantanal, que se caracteriza por grandes propriedades agropecuárias (ALMEIDA et al., 1996; FERNANDES, 2001; FERNANDES; ASSAD, 2002). A sub-região da Nhecolândia situada no leque aluvial do rio Taquari, Pantanal de Mato Grosso do Sul, representa uma das mais importantes regiões de criação de gado do Brasil.

Essa área apresenta um sistema de distribuição da vegetação muito singular, com unidades de vegetação dispostas em mosaico, alternando cerradões e florestas estacionais nas cordilheiras, campos úmidos e sazonais nas partes alagáveis e circundando lagoas e cerrados e campos nas partes intermediárias do relevo (RODELA et al., 2007).

O incremento da produção bovina de corte no Pantanal da Nhecolândia tem resultado no desmatamento de cordilheiras e na substituição da pastagem nativa pela introdução de forrageiras exóticas, predominando a *Brachiaria*. Padovani et al. (2004), ao realizarem um mapeamento do desmatamento no Pantanal brasileiro, constataram que a sub-região da Nhecolândia é a mais impactada pelo desflorestamento.

O desmatamento de cordilheiras gera diversos impactos negativos à flora, contribuindo para redução no número de espécies madeireiras (SALIS; MATTOS, 1993) e, por conseguinte, repercute negativamente na fauna silvestre, dificultando a nidificação do jacaré-do-pantanal (CAMPOS, 1993) e diminuindo áreas de refúgio em grandes cheias para diversas espécies, como o veado campeiro (ALHO et al., 1988). A nidificação dos jaburus e de várias outras espécies de aves também é impactada negativamente. A perda de habitats é uma das principais causas da extinção de espécies (PIMM et al., 1995).

Além dos impactos negativos apontados para o meio biótico é importante avaliar outros tais como as transformações do meio físico resultantes de intervenções antrópicas, pois este é o sustentáculo para o desenvolvimento da vida.

Com base na problemática da relação sociedade e natureza estabelecida no Pantanal da Nhecolândia decorrentes do processo de transformação no uso da terra, este trabalho teve como objetivo analisar as diferenças das características microclimáticas e da morfologia do solo ao longo de um transecto abrangendo três unidades de paisagem: uma "cordilheira" (mata); área de praia que circunda uma lagoa salina e área de pastagem introduzida (cordilheira desmatada).

LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Esta pesquisa foi desenvolvida na lagoa Salina Pedra do Sol, situada numa porção de terra que pertencia a herdeiros da antiga Fazenda São Miguel do Firme e atualmente readquirida por empresário de São Paulo que recompôs, em boa parte, a área da antiga Fazenda Firme. Segundo a compartimentação de Fernandes (2000) a área desta Fazenda insere-se no Pantanal da Baixa Nhecolândia (Figura 1).

Um recente mapeamento da evolução do uso e ocupação da terra na Fazenda Firme (em 34.229,7 hectares) realizado por Bacani e Sakamoto (2007), apontou que a porção onde se encontra a lagoa Salina Pedra do Sol foi a mais impactada por desmatamento para sua conversão em pastagens ao longo dos anos de 1987 a 2004. O desmatamento parcial do entorno desta lagoa salina permitiu avaliar as diferenças microclimáticas e da morfologia do solo entre área preservada (cordilheira) e área desmatada ocupada por pastagem.

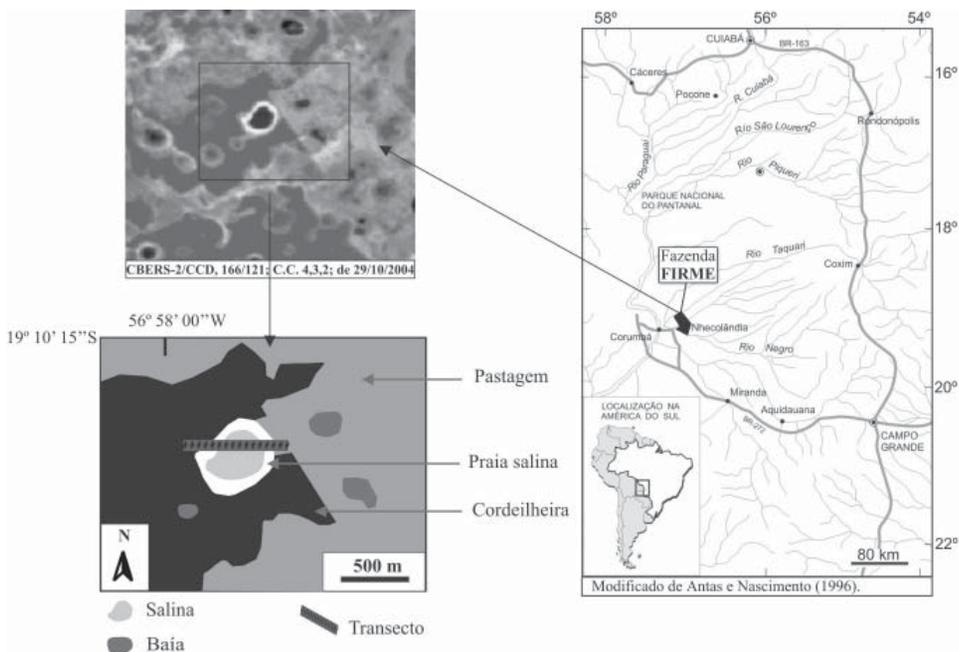


Figura 1- Localização e características da área de estudo

O PANTANAL DA NHECOLÂNDIA

A sub-região da Nhecolândia é marcada por uma forte heterogeneidade paisagística, destacando-se dos demais Pantanaís por apresentar uma combinação particular de rios, baías, salinas, vazantes, corixos, banhados, cordilheiras, campos limpos, campos sujos, matas e cerrados (BRASIL, 1982).

Fernandes (2000) afirma que a terminologia adotada para classificação destas unidades de paisagem é popular, porém foi adaptada à literatura especializada:

- **cordilheiras:** constituem-se de elevações alongadas; a altura não ultrapassa 3 metros acima do nível das lagoas, mas apenas 1 a 2 metros acima das baías e vazantes, e que segundo Silva (1984 apud FERNANDES, 2000), é composta de "sedimentos arenosos mais antigos" que o entorno e que sustentam uma vegetação arbórea densa. Este ambiente serve de sítio para as sedes de fazendas e de abrigo para o gado nos períodos das enchentes comuns e extraordinárias (BRASIL, 1982);
- **baías:** são pequenas depressões, geralmente circulares ou alongadas, que contêm água durante as cheias e podem chegar a um metro de profundidade;
- **salinas:** são pequenas depressões, mais rebaixadas que as baías; circulares, ovais ou oitavadas, raramente secam, com pH alcalino (9), não são atingidas pelas cheias e que na maioria das vezes são circundadas pelas cordilheiras. As salinas não apresentam vegetação em seu entorno, são circundadas por uma faixa de areia de textura idêntica àquela encontrada no litoral (ALLEM; VALLS, 1987), por tal razão denomina-se esta porção como área de praia. As salinas estão sempre em nível topográfico inferior ao seu entorno (cordilheiras, baías, vazantes), (SAKAMOTO et al., 1996).

Outros tipos de massas hídricas são os corixos e as vazantes. As vazantes se formam nos períodos agudos das precipitações pluviométricas, ligando uma "baía" à outra. Os corixos correspondem a pequenos cursos d'água, com leito acanalado e geralmente são conectados a algum rio (ALLEM; VALLS, 1987).

O complexo sistema de lagoas e cordilheiras contrastando com baías e vazantes; tem uma dinâmica hidrológica comandada pelo rio Paraguai, da mesma forma que o Baixo Taquari e o Baixo Pantanal do Negro (cheias de março a junho/julho), (QUEIROZ NETO et al., 1996).

As características climáticas desta sub-região são classificadas como do tipo Aw (Köppen) - clima tropical, megatérmico, com inverno seco e chuvas no verão. A temperatura média anual é de 25,4 °C, com temperatura média anual das máxima e mínima 31,7 °C e 20,4 °C, respectivamente. A umidade relativa média anual é 81,7%. As condições termoplúvias da região apresentam evapotranspiração de referência em torno de 1532,6 mm, não ocorrendo excedente hídrico anual, em consequência da evapotranspiração ser maior que a precipitação na maioria dos meses. A deficiência hídrica da região é de 331,0 mm, sendo mais pronunciada de agosto a outubro (SORIANO; GALDINO, 2002).

Os solos desenvolvem-se a partir de sedimentos arenosos finos (95%) depositados pelo rio Taquari, desde o início do Quaternário (CUNHA, 1980), e são submetidos parcialmente a acentuado hidromorfismo. Os solos do transecto estudado correspondem a Neossolo Quartzarênico e Espodossolo (BRASIL, 1982). Nas áreas mais baixas do relevo encontram-se os solos hidromórficos e nas partes mais elevadas (florestas, cerrados), os Neossolos Quartzarênicos (CARVALHO FILHO et al., 2001 apud SANTOS, 2001).

O Pantanal da Baixa Nhecolândia encontra-se num patamar topográfico posicionado entre 80 e 120 metros de altitude (FERNANDES, 2000) e é caracterizado como uma ampla planície fluvialacustre, de inundações fracas a medianas, vinculada a cursos fluviais intermitentes e defluentes do rio Taquari, os quais apresentam canais e leitos anastomosados contendo ainda grande quantidade de lagoas de água doce e salgada (BRASIL, 1982).

MATERIAIS E MÉTODOS

A primeira etapa da pesquisa constituiu na escolha da área de estudo, a qual foi feita com base no mapa da evolução do uso e ocupação do solo da Fazenda Firme (de 1987 a 2004) realizado por Bacani e Sakamoto (2007), elegendo a lagoa Salina Pedra do Sol para realização dos estudos microclimáticos e pedomorfológicos, ao longo de um transecto de aproximadamente 650m de comprimento, onde se realizou tradagens e a instalação de abrigos meteorológicos, dispostos conforme mostra a figura 2.

Empregou-se metodologias distintas para caracterização do microclima e da cobertura pedológica, que deram origem a dois produtos: um perfil indicando a morfologia do solo e um perfil pedomorfológico integrado com o gráfico microclimático, mostrando as diferenças microclimáticas e pedomorfológicas de cada unidade de paisagem. Esta construção apoiou-se na análise integrada da paisagem (BERTRAND, 1972; MONTEIRO, 2001), pois a aplicação de procedimentos diferenciados, naturalmente gerou produtos específicos que necessitam ser apresentados e interpretados em conjunto.

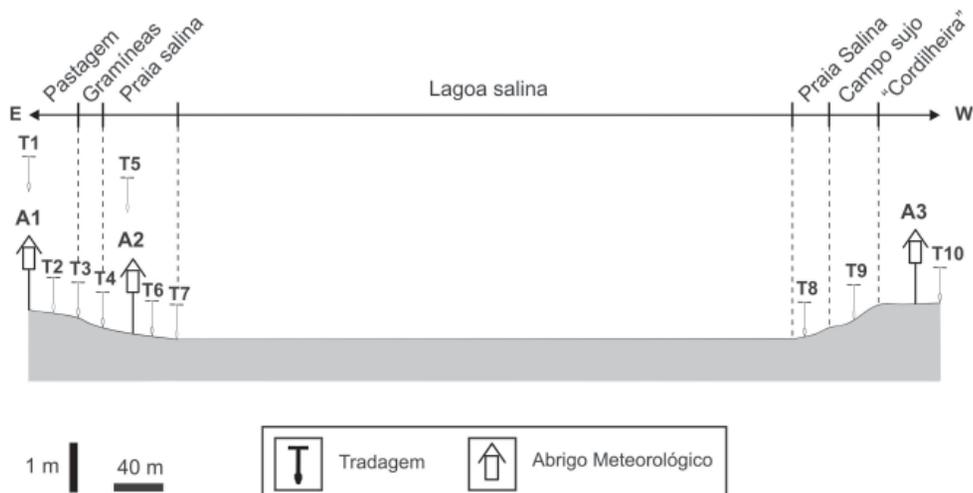


Figura 2 – Características topográficas e a distribuição das tradagens e abrigos

MONITORAMENTO MICROCLIMÁTICO

A metodologia utilizada nesta etapa apoiou-se na proposta de Sezerino e Monteiro (1990), que prevê a caracterização das diferenças térmicas em unidades de paisagem selecionadas ao longo de um transecto transversal, realizando-se medidas de temperatura do ar, a 1,5 m do solo, e do solo a 5 cm de profundidade, além da umidade relativa do ar, cobertura do céu e intensidade do vento. Os abrigos foram construídos de madeira compensada, com paredes duplas com furos que permitem a circulação do ar e pintados de branco. Tais abrigos apóiam-se no modelo utilizado por Monteiro (1990); Salvi-Sakamoto (2001); Silva (2003) e Gradella (2005). Cada abrigo serviu de suporte para instalação interna de um termômetro de máxima e mínima e um psicrômetro não aspirado contendo dois termômetros: de bulbo seco e de bulbo úmido. Foram instalados 3 abrigos (área de pastagem, área de praia salina e cordilheira) ao longo do transecto (sentido E - W) como indicados na figura 2.

As leituras dos termômetros foram realizadas no mês de novembro (primavera) de 2006, durante o dia 18, das 08h às 18h, com medidas efetuadas de hora em hora (totalizando 11 medidas em cada abrigo). A temperatura de bulbo seco e úmido foi medida com termômetro de mercúrio. A umidade relativa foi estimada a partir da obtenção da depressão psicrométrica (diferença entre o bulbo seco e o bulbo úmido) e comparação com a tabela fornecida pelo Ministério da Aeronáutica. A temperatura do solo foi mensurada a 5 cm de profundidade com o mesmo termômetro utilizado nas medidas do ar. A intensidade do vento foi estimada conforme a escala de BEAUFORT que oscila de 0 a 12. A nebulosidade foi estimada segundo escala das oitavas de 0 a 9 de cobertura do céu, o tipo de nuvem e a incidência de radiação solar.

Os dados microclimáticos registrados em campo foram organizados, inicialmente com auxílio do *software Excel* e posteriormente procedendo-se à representação gráfica das informações referentes à temperatura do ar e do solo, umidade relativa, intensidade dos ventos e da organização pedológica com auxílio do *software CoreDRAW*. Após a organização dos dados em forma de gráfico realizou-se uma análise sinótica da circulação atmosférica

referente aos dias 17, 18 e 19 de novembro com base em imagens do satélite meteorológico *Geostationary Operational Environmental Satellite System* (GOES) – 12, 2006, na projeção cilíndrica, canal infravermelho. Analisou-se também, cartas sinóticas do Serviço Meteorológico Marinho (2006).

LEVANTAMENTO PEDOMORFOLÓGICO

O levantamento e estudo dos solos foi realizado ao longo do mesmo transecto mostrado na figura 2, com base em sondagens a trado manual a intervalos regulares, intercaladas, sempre que necessário, por sondagens intermediárias visando a reconstituição da geometria dos horizontes pedológicos e suas transições, após a abertura de trincheiras em pontos considerados representativos (BOULET, 1988).

Inicialmente realizou-se um levantamento topográfico do transecto com mangueira de nível de 50 metros. Em seguida procederam-se as tradagens iniciais, a cada 20 metros de distância na vertente coberta por pastagem e em seguida, tradou-se a vertente da cordilheira, com distância mínima de 50m uma das outras. A profundidade das tradagens oscilou entre 100 e 480 cm. Durante as tradagens fez-se a descrição simplificada da morfologia dos perfis dos solos (cor, textura e consistência molhada), segundo instruções de Lemos e Santos (1996), etapa que permitiu a elaboração de um esboço geral da caracterização, distribuição e arranjo geométrico das estruturas pedológicas ao longo do transecto estudado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapeamento da morfologia dos solos, a disposição do lençol freático e as características microclimáticas de cada unidade de paisagem são apresentados nos sub-itens a seguir.

A PEDOMORFOLOGIA DA SALINA PEDRA DO SOL E SEU ENTORNO

O perfil pedomorfológico representa as variações horizontais e verticais dos solos no transecto que corta a lagoa salina Pedra do Sol, representadas em cinco horizontes (Figura 3).

Nota-se evidente diferença na morfologia do solo entre as vertentes do lado leste (E) – desmatada, coberta atualmente por pastagem e gramíneas – para o lado oeste (W) preservado por vegetação arbórea densa (cordilheira). A camada superficial da vertente E é recoberta por solo arenoso claro, pouco úmido (cor 10YR 7/3). Esta camada (pacote de sedimentos arenosos) torna-se mais espessa à medida que nos direcionamos a E sobre a área de pastagem que corresponde aos cordões arenosos que sustentam as cordilheiras. Na T1 (tradagem 1), a partir de 50 cm iniciam-se manchas amareladas contendo concreções ferruginosas (mosqueamento) até 100 cm, onde aparece o lençol freático. Segundo Kiehl (1979), esta característica é típica de setores que sofrem inundações periódicas, o que cria condições de redução e de oxidação alternadas. De acordo com o grau de oxidação e hidratação, os óxidos de ferro podem apresentar variações na cor do material entre tonalidades escuras: ocres, ferruginosas e verdes.

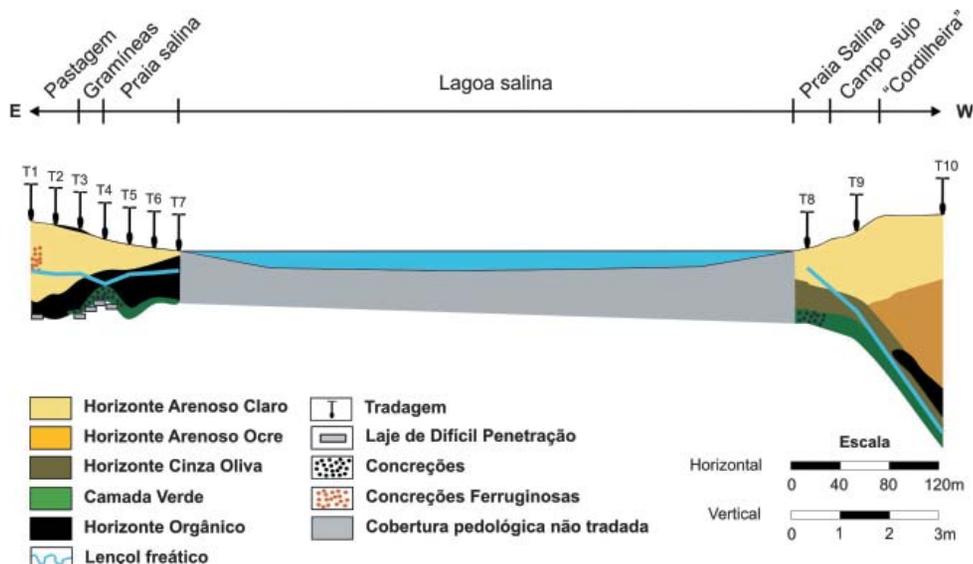


Figura 3 – Características pedomorfológicas do transecto sondado

A 195 cm, na camada orgânica encontrou-se um horizonte esverdeado argilo-arenoso, impenetrável com o trado, sendo denominado neste caso de "laje alcalina". Segundo análises químicas e físicas deste horizonte esverdeado (laje), realizadas no entorno da salina do Meio na Fazenda Nhumirim (Barbiéro et al., 2000) e de uma salina na mesma fazenda do presente estudo (Sakamoto, 1997), trata-se do horizonte que apresenta nitidamente maiores teores de argila (90g/kg), de pH (> 8) e de saturação em bases com grande participação de K^+ e Na^+ , constituindo assim, um horizonte alcalino e rico em sais.

O nível d'água apresenta-se levemente inclinado em direção à salina, com subsidência mais pronunciada na T4, justo no contato entre a camada orgânica e a camada verde. Sob a camada verde, entre a T3 e a T4, identificou-se concreções de ferro escurecidas, seguidas por laje alcalina de difícil penetração.

Na região de transição entre a área de pastagem com a de gramíneas ocorre nos primeiros 5 cm um horizonte orgânico (cor 10YR 4/3), o qual é mais espesso quando situado abaixo da camada arenosa superficial, sendo mais profundo na área de pastagem do que na área de praia.

Entre a T3 e T7, observou-se sob uma camada orgânica, denominada camada verde, descrita por Sakamoto (1997) como uma camada salina que apresenta elevados teores de sódio, provavelmente sob a forma de carbonatos e cloretos, de quartzo, feldspato potássico, calcita e caulinita que, ao que tudo indica, representa material de origem sedimentar que conserva os sais de origem, servindo de base para a manutenção da água da lagoa salina.

A vertente W, a da cordilheira, apresenta 5 horizontes: horizonte arenoso claro, horizonte arenoso ocre, horizonte cinza oliva, camada verde e o horizonte orgânico. O horizonte arenoso claro encontra-se na primeira camada, aumentando-se em direção à cordilheira propriamente dita da mesma forma que ocorre na vertente E, onde antes havia cordilheira, hoje coberta por pastagem.

A T8 (praia salina) e T9 (campo sujo) apresentam uma variação horizontal parecida, porém em T8 observou-se a presença de concreções de ferro escurecidas na "camada

verde". Sob a camada arenosa clara, notou-se os horizontes cinza oliva e verde, respectivamente. A T10 apresentou uma seqüência maior de horizontes, pois abaixo da camada arenosa clara, ocorreu uma pouco mais escurecida, denominada de arenosa ocre. Nesta vertente, o horizonte orgânico só ocorreu no primeiro centímetro de tradagem (em forma de serrapilheira) e em maior espessura abaixo do horizonte arenoso ocre, seguido do horizonte cinza oliva e da camada verde.

O lençol freático na vertente W apresentou uma inclinação bastante acentuada em direção ao interior da "cordilheira" (superior a 4 m), associada ao período climático em que as tradagens foram realizadas: final da seca e início do período chuvoso. Estudos realizados no Pantanal da Baixa Nhecolândia sobre o monitoramento do lençol freático apresentaram, para o mesmo período de observação, uma alta correlação entre a profundidade do lençol na área sob cordilheira (SAKAMOTO, 1997; SANTOS, 2002; BACANI, 2004).

Com relação à organização pedomorfológica dessa área sob cordilheira preservada notou-se uma considerável semelhança com outros perfis que descrevem a morfologia dos solos do Pantanal da Baixa Nhecolândia (SAKAMOTO, 1997; BARBIÉRO et al., 2000; SANTOS, 2002; SILVA et al., 2004), entretanto a área pastagem apresentou um arranjo diferenciado. As principais diferenças observadas, tanto com relação à organização da cobertura pedológica, quanto com o lençol freático, ocorreram na área de cordilheira desmatada, ocupada atualmente por pastagens plantadas. Isto demonstra a importância do papel desempenhado pelas cordilheiras na manutenção destes ambientes salinos, pois elas funcionam como uma barreira natural para a entrada d'água superficial às salinas, sendo estas abastecidas exclusivamente pelo fluxo sub-superficial (QUEIROZ NETO et al., 1996).

Como consequência desta transformação no uso da terra (substituição de cordilheira por pastagem) ocorre um processo de alteração na estrutura do solo, onde via de regra os solos presentes na vertente E apresentaram-se mais compactados, com reduzida capacidade de infiltração e aumento do escoamento superficial. A aceleração de processos erosivos pela ação dessa água escoada e do vento sobre os cordões arenosos, atualmente recobertos por pastagens, constitui-se num eminente impacto nos ambientes salinos, pois com o desgaste erosivo, durante o período das cheias poderá ocorrer entrada d'água ácida superficialmente na área salina, reduzindo assim sua alcalinidade. Áreas de pastagem sobre os cordões arenosos configuram-se como um ambiente, que se expande fortemente na paisagem da sub-região da Nhecolândia, e cujos reais impactos ainda não são totalmente conhecidos.

CARACTERIZAÇÃO DO MICROCLIMA

Análise sinótica da circulação atmosférica

De maneira geral, a situação sinótica da área do experimento microclimático observada durante os dias 17 e 18 de novembro apontou céu claro, modificando-se somente ao meio dia, do dia 19/11, com o avanço de uma frente fria (sistema de alta pressão). No dia anterior às medidas microclimáticas (17/11/2006), a imagem GOES-12 da meia noite não apresentou nuvens sobre o Pantanal, o que favoreceu o bom tempo no dia das medidas a campo. O fato da não ocorrência de nuvens sobre o Pantanal do dia anterior (17/11/2006) está associado ao predomínio de uma baixa pressão, com valores próximos a 1008 mb. Ao meio dia de 17/11/2006 o céu se manteve sem nuvens sobre o Pantanal, porém iniciou-se um processo de formação de nuvens mais intenso no Rio Grande do Sul que se aproximou ao sul de Mato Grosso do Sul.

As imagens GOES-12 do dia 18/11/2006 apresentaram em sua grande maioria imperfeições, portanto só foi possível a observação na imagem das 09h, que indicou céu aberto

na região do Pantanal. As observações a campo também apontaram o céu claro durante o horário de registro da imagem. A permanência de céu claro na região do Pantanal sul foi observada em ambas as imagens do dia (às 00h 00min e às 12h 00min), associado ao que tudo indica, à continuidade do sistema de baixa pressão atmosférica, em torno de 1008 mb.

As explicações para manutenção deste sistema de bom tempo são descritas por Nimer (1989) que caracteriza as condições climáticas da região Centro-Oeste do Brasil e descreve a circulação atmosférica, as condições gerais do tempo e a distribuição das temperaturas e precipitação. Segundo esse autor, os fatores responsáveis pelo céu aberto são os ventos de NE e E do anticiclone tropical semifixo do Atlântico Sul e o ventos de diversas direções, normalmente no quadrante N de pequenas altas ou das dorsais formadas sobre o continente. Os produtores de tempo são ocasionados pela entrada de outros sistemas de circulação ou correntes perturbadas, como o sistema de circulação perturbada de Oeste, representado pelas linhas de instabilidade tropical (IT), sistema de circulação perturbada de N, representado pela convergência intertropical (CIT) e por último o sistema de circulação perturbada de S, representado pelo anticiclone polar e pela frente polar (FP). Com relação às massas de ar há uma atuação das massas Tropical Continental e Polar.

No dia 19/11/2006, notou-se na imagem GOES-12 um aumento na nebulosidade ao meio dia. Este fenômeno está relacionado à movimentação de uma frente fria oriunda da Argentina que parte para o Oceano Atlântico e contribui para o surgimento de um sistema de alta pressão atmosférica que atinge a região sul do Estado de Mato Grosso do Sul.

O microclima das unidades de paisagem

As características microclimáticas das unidades da paisagem (típicas da Nhecolândia) são representadas em conjunto com as variações topográficas e pedomorfológicas (Figura 4).

A intensidade dos ventos deu-se de maneira diferenciada em cada unidade de paisagem. Na área de pastagem/desmatada (abrigo 1), das 08h às 10h os ventos apresentaram intensidade 1, considerados ventos brandos com velocidades que variam entre 2 a 3 nós, ascendendo para intensidade 2 (brisa leve de 4 a 6 nós) às 11h e estendeu-se até às 13h. A velocidade máxima registrada nesta unidade ocorreu às 14h cuja intensidade foi 4 (brisa moderada) com velocidade entre 11 e 16 nós. Das 15h às 17h houve uma redução da intensidade para 2 e às 18h cessaram os ventos (intensidade 0, calmaria).

Na área de praia salina (abrigo 2), das 8h até às 11h a intensidade dos ventos assemelharam-se as da área de pastagem (intensidade 1), porém ao meio dia registrou-se uma intensidade 0 (calmaria), elevando-se a 1 às 13h e, 2 das 14h às 15h. Às 16h ocorreu a intensidade máxima observada nesse setor na praia salina: 4. Das 17h às 18h as intensidades passaram de 2 para 1.

No interior da cordilheira (abrigo 3), as intensidades foram muito menores, mantendo-se em 0 das 8h às 12h, elevando-se para 1 das 13h às 17h e voltando a 0 às 18h.

A direção dos ventos mostrou uma diferença significativa entre os abrigos 1 e 2. Na área de pastagem/desmatada houve um predomínio na direção NW das 8h às 15h, inflectindo-se para NE entre as 16h e 17h.

A praia salina apresentou direções mais variadas, mantendo-se das 8h ao meio dia na mesma direção da área de pastagem (NE), das 13h às 14h inflectiu para o N e das 15h às 17h verificou-se direção NE que às 18h voltou a ser N.

Entre 8h e 9h o céu manteve-se totalmente claro. Das 10h às 11h o céu apresentou 1/8 recoberto por pequenos Cumulus, passando para 2/8 entre 12h e 13h e 3/8 somente às 14h, pois às 15h ocorreu 2/8 de Stratocumulus. Em seguida, houve uma redução da nebulosidade para 1/8 entre as 16h e 17h, apresentando um leve aumento para 2/8, ainda de Stratocumulus às 18h.

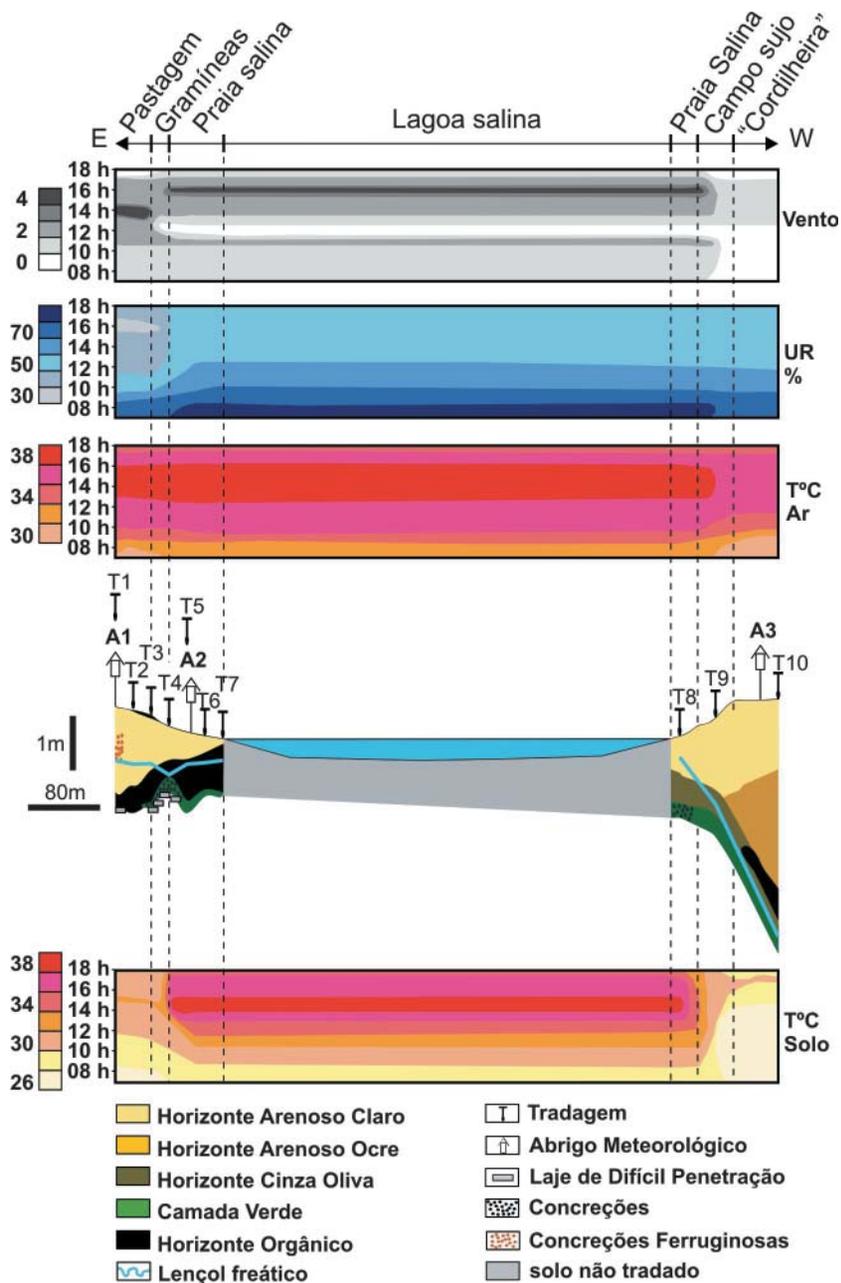


Figura 4 – Características microclimáticas e pedomorfológicas

A umidade relativa apresentou particularidades em cada um dos três ambientes, cujas diferenças mais significativas foram observadas na área ocupada por capim *Brachiaria*. Os valores mais altos foram observados pela manhã no primeiro registro às 8h, onde a área de praia salina atingiu 82%, e curiosamente a área de pastagem/desmatada revelou a mesma umidade relativa da área de mata (cordilheira): 76,3%. Contudo, no interior da cordilheira a manutenção da umidade foi muito superior à área de cobertura por pastagem, que apresentou o menor índice de umidade relativa: 39% às 16h, enquanto que no mesmo horário, na praia salina e na cordilheira registrou-se 52% e 53,6%, respectivamente.

Com relação à temperatura do ar, a área de pastagem se assemelhou mais à área de praia salina que à cordilheira, o que retrata a importância da manutenção da vegetação arbórea nativa para o microclima local.

Às 14h são registradas as máximas do dia em todos os ambientes, com valores mais próximos entre a área de pastagem (38,6°C) e de praia salina (38,8°C), enquanto que na cordilheira foi de 37,8°C, devido à proteção da cobertura vegetal. As temperaturas mínimas do ar registraram-se às 08h, já sob a presença de sol, portanto a área de praia se encontrava com 32,8°C, mais aquecida que a área de pastagem com 31,8°C e, sobretudo, a cordilheira com 31,6°C.

As temperaturas do solo, assim como as do ar, apresentaram fortes diferenças entre os ambientes, ligadas à heterogênea ocupação do solo. A temperatura máxima do solo sob a cordilheira apresentou uma diferença de 8,4°C em relação ao solo nu e 3°C em relação à área de pastagem. A temperatura máxima na área de praia salina ocorreu às 15h (38,4°C), enquanto que na cordilheira e na área de pastagem deu-se às 17h, em 30°C e 33°C, respectivamente. Nota-se, portanto, que embora as máximas do solo tenham ocorrido ao mesmo tempo na pastagem e na cordilheira, há uma importante diferença (3°C) que contribui para alterações na microbiologia do solo, antes recoberto por mata (cordilheira). As temperaturas do solo sob a cordilheira mantiveram-se praticamente iguais (em torno de 27°C) das 08h às 14h, elevando-se até às 17h e às 18h voltou a baixar. Este processo de manutenção na temperatura do solo ocorreu de modo pouco acentuado na área de pastagem e, menos ainda, na área de praia salina.

De maneira geral, as características microclimáticas da área de praia salina e da cordilheira apresentaram alta correlação com trabalhos desenvolvidos anteriormente no Pantanal da Baixa Nhecolândia (Fazenda Nhumirim), utilizando os mesmos instrumentos de medidas (SILVA, 2003; GRADELLA, 2005). Uma importante diferença com relação a estes ambientes pôde ser observada na área de pastagem exótica *Brachiaria* introduzida na área de cordilheira desmatada. Assim, o desmatamento de cordilheiras para implantação de pastagens provocou profundas alterações microclimáticas neste ambiente.

O desmatamento para implementação de pastagem aumenta o albedo de superfície, reduz a rugosidade aerodinâmica e a evapotranspiração, além de aumentar a transferência de calor latente da superfície para atmosfera (LAWTON et al., 2001). De acordo com Araújo et al. (2005), a mudança do microclima do solo pode levar a modificações nos balanços de energia e água do solo, e em alterações nas reações químicas envolvendo nitrogênio, resultando em mudanças nas taxas de emissão de N₂O (óxido nitroso). O óxido nitroso é um gás nitrogenado que apresenta vida longa na atmosfera, cerca de 150 anos e com Potencial de Aquecimento Global (PAG) 310 vezes maior que o PAG do CO₂, convencionado com valor igual a 1 (um) e considerando um período de 100 anos. A concentração de N₂O na atmosfera tem aumentado na taxa de 0,25 % ao ano, sendo os solos tropicais considerados os maiores responsáveis pela emissão de N₂O em ecossistemas terrestres naturais (CARMO et al., 2005).

De maneira indireta, o avanço da pecuária através dos desmatamentos também contribui com o efeito estufa. A taxa de metano CH₄ emitida pelos bovinos é considerada a terceira maior fonte em escala global e com elevada potencialidade de emissão em climas tropicais (ESTADOS UNIDOS, 2000). Verifica-se, portanto, que as alterações no microclima

local podem provocar mudanças em maiores escalas do clima, e por isso, necessita-se eminentemente cessar os desmatamentos e reflorestar as áreas mais fortemente impactadas.

CONCLUSÕES

A análise integrada do ambiente constituiu-se num importante instrumento referencial para avaliar as transformações paisagísticas, pois norteou de modo preciso o levantamento e a integração de informações referentes ao meio físico e a ocupação humana da área focada.

As características microclimáticas, da morfologia do solo e da disposição do lençol freático apresentaram diferenças bastante acentuadas em uma pequena distância, entre a área de cordilheira (coberta por vegetação arbórea) e a de pastagem (cordilheira desmatada).

O entorno da salina Pedra do Sol apresentou-se como um ambiente extremamente valioso para monitoramento dos impactos microclimáticos e pedomorfológicos gerados por um processo de transformação no uso da terra e que tem se intensificado nos últimos anos na região.

As alterações decorrentes dos desmatamentos das cordilheiras permitem inferir as seguintes conseqüências:

- 1 - modificam o microclima local;
- 2 - induzem a compactação do solo;
- 3 - aceleram a erosão hídrica e eólica sobre os antigos cordões arenosos;
- 4 - o desgaste erosivo dos cordões arenosos que circundam as salinas abrem a possibilidade para a entrada d'água superficial com pH ácido superficialmente sobre as salinas, provocando alterações geoquímicas como a redução da alcalinidade;
- 5 - impactos negativos na microbiologia do solo;

Cabe, ainda, ressaltar a importância da realização de futuras pesquisas voltadas ao entendimento de impactos gerados pela pecuária pantaneira, em particular o grau de contribuição para o efeito estufa.

REFERÊNCIAS

- ALHO, C. J. R.; LACHER, T. E.; GONÇALVES, H. C. Environmental degradation in the pantanal Ecosystem. **BioScience**, v. 38, n. 3, p. 164-171, 1988.
- ALLEN, A. C.; VALLS, J. F. M. **Recursos Forrageiros Nativos do Pantanal Mato-Grossense: subdivisão do Pantanal Mato-grossense**. Brasília: EMBRAPA-CERNAGEM, p. 23-26, 1987.
- ALMEIDA, I.L.; ABREU, U.G.P. de; LOUREIRO, J.M.F.; COMASTRI FILHO, J.A.. **Introdução de tecnologias na criação de bovino de corte no Pantanal – subregião do Paiaguás**. Corumbá-MS: EMBRAPA-CPAP, 1996. 50 p. (EMBRAPACPAP. Circular Técnica, 22).
- ANTAS, P.T.Z.; NASCIMENTO, I.L.S. **Tuiuiú**. São Paulo: Ed. Empresa das Artes, 1996. 170p.
- ARAÚJO, K. D. et al. Avaliação dos teores de carbono, nitrogênio mineral e C-CO₂ do solo no semi-árido da Paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 14., 2005, Campinas. **Anais...** Campinas: SBAGro, 2005. CD-ROM.

BACANI, V. M. **Comportamento piezométrico do entorno da Lagoa Salina do Meio:** fazenda Nhumirim/EMBRAPA/CPAP no Pantanal da Nhecolândia (MS), Brasil. 2004. Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas.

BACANI, V. M.; SAKAMOTO, A.Y. Evolução do uso e ocupação do solo no Pantanal da Nhecolândia, MS, Brasil. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros.** Três Lagoas-MS, v. 1, n. 6, ano 4- Novembro 2007. 81p.

BARBIÉRO, 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). In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, MANEJO E CONSERVAÇÃO, 3., 2000, Corumbá. **Anais...** Corumbá: EMBRAPA/CPAP, 2000.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra,** São Paulo, v. 13, p.1-27, 1972.

BOULET, R. Análise Estrutural da Cobertura Pedológica e Cartográfica. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21., 1988, Campinas. **Anais...** Campinas: SBCS, 1988. p. 79-90.

BRASIL, Ministério das Minas e Energias. 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.

CAMPOS, Z. Effect of habitat on survival of eggs and sex ratio of hatchlings of *Caiman crocodilus yacare* in the Pantanal, Brazil. **Journal of Herpetology,** v.27, n.2, p.127-132, 1993.

CARMO, J. B. do et al. Nitrogen availability and N₂O fluxes from pasture soil after herbicide application. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** Campinas, v. 29, n. 5, p. 735-746, sept./oct. 2005.

CUNHA, N. G. da. Considerações sobre os solos da sub-região da Nhecolândia, Pantanal Mato-Grossense. Corumbá, MS. **Circular Técnica,** Corumbá: EMBRAPA/UEPAE, n. 1, p. 6-45, 1980.

ESTADOS UNIDOS. Environmental Protection Agency. **Evaluating ruminant livestock efficiency projects and programs.** In: PEER review draft. Washington: Environmental Protection Agency, 2000. 48 p.

FERNANDES, D.D. **Pecuária de corte e desenvolvimento sustentável do Pantanal sulmatogrossense.** 2001. Dissertação (Mestrado) Brasília, Universidade de Brasília, 104 p.

FERNANDES, D.D.; ASSAD, M.L.L. A Pecuária bovina de corte da região pantaneira. In: ROSSETTO, O. C.; BRASIL JÚNIOR, A. C. P. (Org.). **Paisagens pantaneiras e sustentabilidade ambiental.** Brasília: Ministério da Integração Nacional: Universidade de Brasília, 2002. (Coleção centro-Oeste de Estudos e pesquisas, 7). p. 99-125.

FERNANDES, E. **Caracterização dos Elementos do Meio Físico e a Dinâmica da Nhecolândia (Pantanal Sul-Mato-Grossense).** 2000. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo.

GRADELLA, F. dos S. **Comportamento térmico em unidades da paisagem na sub-região do Pantanal da Nhecolândia/MS-Brasil.** 2005. Monografia (Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia:** relações solo – planta. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979.

LAWTON, R.O. et al. Climatic Impact of Tropical Lowland Deforestation on Nearby Montane Cloud Forests, 2001. Disponível em: <http://www.sciencemag.org/cgi/reprint/294/5542/584.pdf>>. Acesso em: 13/03/2008.

- LEMONS, R. C. de.; SANTOS, R. D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 3ª Ed., p. 83, 1996.
- MONTEIRO, C. A. F. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. **Revista do Departamento de Geociências da UFSC**, Florianópolis, n. 9, p. 20. 60, Primeiro semestre, 1990.
- MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas**: a história de uma procura. São Paulo: Contexto, 2000.
- NIMER, E. Clima. In: BRASIL. IBGE. **Geografia do Brasil**: região Centro-Oeste. Rio de Janeiro: IBGE, 1989, p. 23-34.
- PADOVANI, C. R.; CRUZ, M. L. L. da; GUIEN PADOVANI, S. L. A.; Desmatamento do Pantanal brasileiro para o ano de 2000. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL: SUSTENTABILIDADE REGIONAL, 2004, Corumbá. **Anais...** Corumbá: EMBRAPA, CPAP/UFMS, 2004.
- PIMM, S. L.; RUSSEL, G. J.; GITTLEMAN, J. L.; BROOKS, T. M. The future of biodiversity. **Science**, v. 269, n. 21, p. 347-350, 1995.
- QUEIROZ NETO, J. P. et al. Dinâmica Hídrica em uma Lagoa Salina e seu Entorno na Área do Leque. Nhecolândia. Pantanal/MS. In: II SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO ECONÔMICOS DO PANTANAL: MANEJO E CONSERVAÇÃO, 1996, Corumbá. **Anais...** Corumbá: Embrapa, CPAP/UFMS, 1996. p. 143-149.
- RODELA, L. G.; QUEIROZ NETO, J. P.; SANTOS, S. A. Classificação das pastagens nativas do Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, por meio de imagens de satélite. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 4187- 4194.
- SAKAMOTO, A. Y. **Dinâmica hídrica em uma Salina e seu entorno e a ocupação, fazenda São Miguel do Firme, MS**. 1997. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SAKAMOTO, A. Y. et al. Topografia de Lagoas Salinas e seus Entornos no Pantanal da Nhecolândia. In: II SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIOECONÔMICOS DO PANTANAL, 1996, Corumbá. **Anais...** Corumbá: EMBRAPA, 1996.
- SALIS, S. M.; MATTOS, P. P. de. Fenologia de arbóreas nativas com potencial madeireiro na sub-região da Nhecolândia, Pantanal Mato-Grossense. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1.; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBS: SBEF, 1993. v. 2, p.762.
- SALVI SAKAMOTO, L. L. **A chuva na Bacia do Alto Paraguai**: contribuição ao estudo de aspectos das influências interanuais durante o século XX. 2001. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SANTOS, P. A. **Estudo sobre o comportamento da superfície freática do entorno da Lagoa Salina da fazenda Nhumirim – EMBRAPA – Pantanal, MS**. 2002. Monografia (Especialização em Geografia), – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas.
- SANTOS, S. A Caracterização dos recursos forrageiros nativos da sub-região da Nhecolândia, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil (Tese de Doutorado). São Paulo. Universidade Estadual Paulista. 185p. 2001.
- SERVIÇO METEOROLÓGICO MARINHO: cartas sinóticas. Niterói: Centro de Hidrografia da Marinha, 2006. Disponível em: <<http://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>>. Acesso em: 10 jan. 2007.
- SEZERINO, M. L.; MONTEIRO, C. A. de F. O campo térmico na cidade de Florianópolis: primeiros experimentos. **Revista Geosul**, Florianópolis, n. 9, p. 20-59, 1990.

SILVA, L. R. B. **Microclima no Pantanal Sul-Matogrossense**: Análise do campo térmico em unidades da paisagem da Nhecolândia. 2003. Monografia (Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas.

SILVA, M. H. S. da et al. Morfologia do solo de três toposseqüências na área da lagoa Salina do Meio, fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, MS. In: IV Simpósio Sobre Recursos Naturais e Sócio-Econômicos do Pantanal, 2004, Corumbá. **Anais...** Corumbá: EMBRAPA/CPAP, 2004. CD-ROM.

SORIANO, B. M. A.; GALDINO, S. Análise das Condições Climáticas em 2000 na Sub-Região da Nhecolândia, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Corumbá, n. 30, p. 1-34, 2002.

Recebido em julho de 2008

Revisado em setembro de 2008

Aceito em maio de 2009

