

PANTANAL MATOGROSSENSE, BRASIL.

Chisato Oka-Fiori (*)
Alberto Pio Fiori ()**
Simone Kozciac (*)**
Jucimar A. Guedes (*)**

RESUMO - Através de técnicas e métodos de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas (SIG), utilizando-se imagens de satélite de diferentes décadas (80 e 90) e o uso de fotografias aéreas da década de 60, processamento digital de imagens, e o inter-relacionamento dos seus elementos, foi possível a classificação e mapeamento automático e semi-controlado dos elementos da paisagem que permitiram o estudo da dinâmica ambiental, evidenciando as modificações ocorridas nos últimos 30 anos, especialmente do ponto de vista das modificações ocorridas no uso e ocupação do solo e suas conseqüências em termos de erosão na área. Um dos tipos de erosão, a laminar, foi avaliada através do emprego da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS).

INTRODUÇÃO:

O Pantanal Mato-grossense constitui um importante espaço geográfico de ocupação humana e de modificação de paisagem. Nas últimas décadas, verificaram-se consideráveis transformações no uso do solo nas regiões elevadas da borda do Pantanal, pelo descontrolado desenvolvimento de métodos de cultura intensivos, colocando o ecossistema em crise.

O presente trabalho propõe uma análise temporo-espacial para a avaliação da dinâmica ambiental no ecossistema do Planalto Taquari/Itiquira.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo situa-se entre as latitudes 16°40' à 18°00' Sul e longitudes 53°15' à 55°01' Oeste, correspondendo à parte nordeste da bacia do Alto Rio Paraguai, com uma área aproximada de 9.750 km². Compreende três grandes unidades de relevo da Região Centro-Oeste: Planalto da Bacia Sedimentar do Paraná, Depressões do Alto Paraguai-Guaporé e Planícies e Pantanaís Mato-Grossenses. Os rios principais, Itiquira e Correntes, possuem as suas nascentes na zona de planaltos com altitudes compreendidas entre 850 e 700 metros, descem a escarpa da Serra de São Jerônimo e Serra do Pantanal e, passando pelas depressões, deságuam no rio São Lourenço, na região das planícies inundáveis. Ocupa parte sul do Estado de Mato Grosso e parte norte do Mato Grosso do Sul, destacando-se na área, os municípios de Itiquira à leste e Pedro Gomes à sul. A área é servida pelas Rodovias BR163 e MT471 que cortam a área central da bacia de norte-sul, a BR364 que passa na extremidade do limite nordeste da bacia, e a MT299 que liga as citadas estradas passando pelo município de Itiquira (figura 1).

CLIMA

A precipitação média anual na Bacia do Alto Paraguai Segundo CAMPELO JÚNIOR et al (1997), varia de 800 a 1.600 mm, estando a sua distribuição espacial diretamente relacionada com o relevo da região. Ao norte, nas encostas circundantes da Serra dos Parecis e da Chapada dos Guimarães, apresenta um total anual de 1.400 a 1.600 mm; a leste, nas serras de São Jerônimo e de Maracaju, e ao sul, na Serra da Bodoquena, onde as altitudes são maiores que 500 m, e, na parte mais baixa da Bacia do Alto Paraguai (BAP) que engloba toda a área do Pantanal mato-grossense, apresenta um total entre 800 a 1.200 mm.

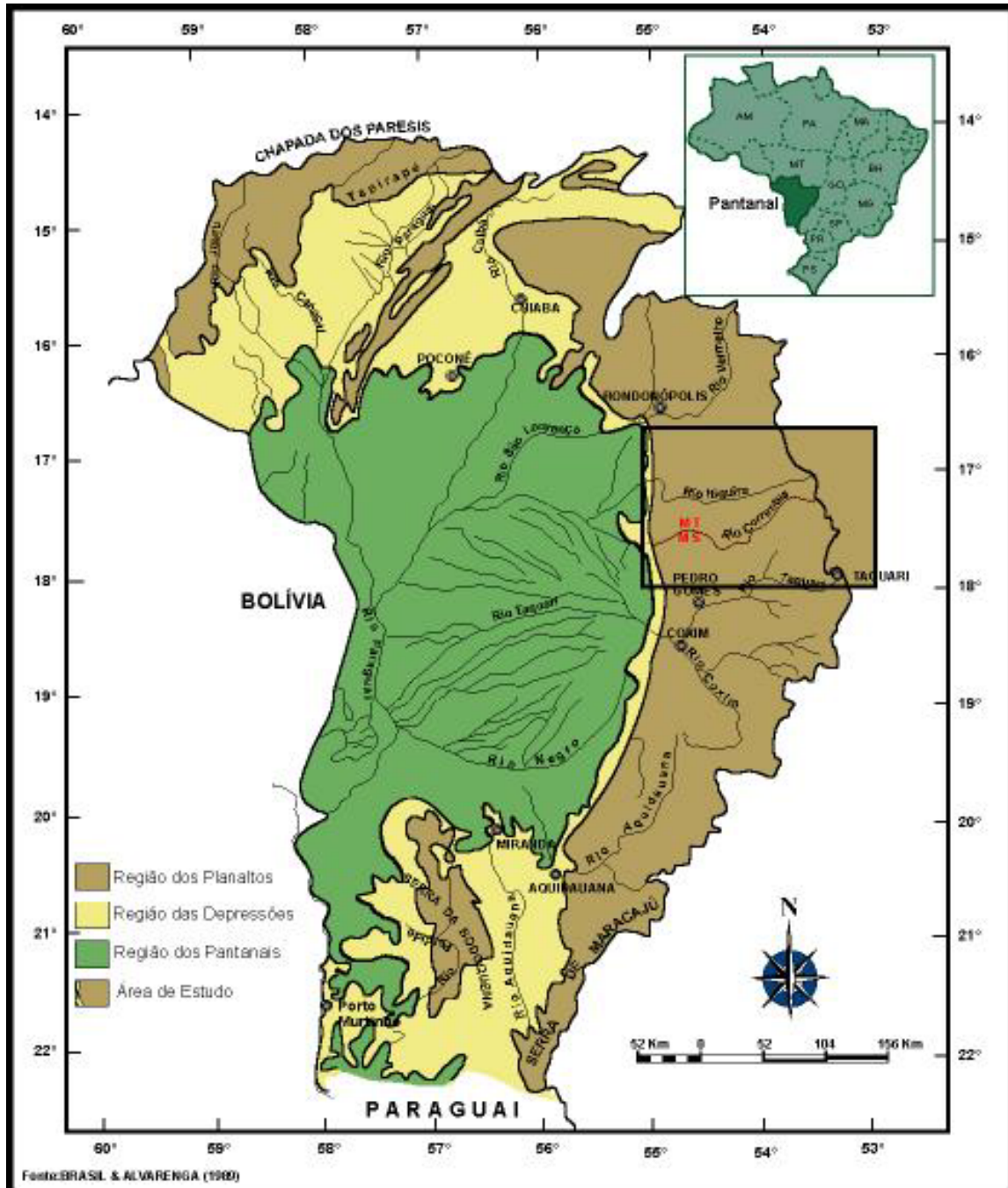
(*) Departamento de Geografia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

(**) Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

(***) Pós-graduandas, Departamento de Geologia, UFPR, Curitiba, PR.

O regime da precipitação é tipicamente tropical, apresentando um período chuvoso e outro seco. A estação chuvosa inicia-se em outubro e estende-se até março, quando ocorre cerca de 80% do total anual de chuvas; já a estação seca ocorre no período de abril a setembro. Os meses de dezembro, janeiro e fevereiro representam o trimestre mais chuvoso em toda a BAP, com cerca de 50% do total anual de precipitações ao norte e na parte central e, de 30%, no sul.

Figura 1. Mapa de localização da área



A temperatura média anual na Bacia do Alto Paraguai varia de 22°C a 25°C, sendo outubro, o mês mais quente na maior parte da BAP, com temperatura média entre 23°C e 27°C, e julho o mais frio, com temperatura média variando de 17°C a 22°C. A amplitude térmica das médias mensais no ano é cerca de 4°C ao norte, e de 7°C no sul.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da Bacia do Alto Paraguai não apresenta variação de tipo, podendo toda a região ser descrita como Clima Tropical de Savana (AW). Porém, segundo a classificação de Thornthwaite, que se baseia principalmente na efetividade da precipitação e à eficiência da temperatura, a área da presente pesquisa, pode ser enquadrada no tipo B₃w₂B_{3a} - Úmido (índice hídrico de 60 a 80) com grande deficiência de água no inverno, mesotérmico (evapotranspiração anual entre 855 e 997 mm), com pequena variação de temperatura.

GEOLOGIA

A área de estudo situa-se dentro das províncias morfoestruturais da “Bacia do Paraná” e do “Paraguai e Tebicuary”, segundo a COMISSÃO TEMÁTICA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS (1998). O limite entre ambas é dado pela escarpa que separa a Bacia do Pantanal das terras elevadas a leste, constituídas por formações pertencentes à Bacia do Paraná.

O Grupo Cuiabá pertencente a faixa de dobramentos Paraguai, é datada como sendo de Pré-Cambriana Superior por LUZ et al (1980), e ocupa a região da chamada Depressão Cuiabana, que na área da presente pesquisa, ocorre na porção oeste acompanhando a Serra de São Jerônimo. Em toda sua área de exposição, segundo NOGUEIRA et al (1978), caracteriza-se por um pacote de metamorfitos de baixo grau, (fácies xisto-verde) com predomínio de filitos, micaxistos, quartzitos, mármores calcíticos e dolomíticos, metaconglomerados e mais raramente, filitos grafitosos e hematíticos.

A Bacia Sedimentar do Paraná, tendo por base a Carta Geológica do Projeto RADAMBRASIL (1983), é representada na área da presente pesquisa pelas seguintes unidades geológicas de idade Mesozóica:

a) Formação Furnas que segundo SCHNEIDER, et al., (1974) é constituída por arenitos esbranquiçados e avermelhados, médios a grosseiros, com estratificações plano-paralelas e cruzadas, apresentando lentes conglomeráticas e intercalações de camadas silto-argilosa. Possui grande extensão aflorante dentro da área em foco, expondo-se principalmente em uma faixa que se estende no sentido S-N, desde as proximidades de Aquidauana, ao sul, até a noroeste de Rondonópolis, nas proximidades de Juscimeira, com uma largura média de 20 km e constituindo os contrafortes das Serras do Pantanal, Maracaju, dos Coroados e São Jerônimo.

b) Formação Ponta Grossa, constituída de intercalações de siltitos e arenitos finos, argilosos, finamente laminados, cinza a cinza-esverdeado, micáceos, localmente fósíferos, com intercalações subordinadas de folhelho micáceo fósífero (DEL'ARCO et al., 1982). Na área da pesquisa, a Formação Ponta Grossa aflora no centro norte, onde escoam os riberões da cabeceira do rio Juriquê e Jurigão, nas proximidades de São José do Planalto, à noroeste da cidade de Itiquira.

c) Formação Aquidauana, composta predominantemente por sedimentos arenosos vermelho-arroxeados a avermelhados, com intercalações subordinadas de clásticos finos (siltitos e folhelhos) e grosseiros (conglomerados e diamictitos). Os limites desta faixa geralmente apresentam relevos escarpados, configurando frentes de *cuestas* em cujo reverso ocorrem formas de relevos geralmente de topo plano, com drenagem dendrítica (DEL'ARCO, et al, 1982). Na área de estudo, ocupa uma faixa em contato com a formação Ponta Grossa, na porção centro norte, terminando nos contrafortes do Espigão Mestre / Serra Preta, no extremo nordeste, em contato com as formações Palermo e Irati, e descontinuadamente na parte central. Forma sempre um relevo escarpado.

d) Formação Palermo, constituída por siltitos róseos e esbranquiçados, localmente vermelho-arroxeados, em geral silicificados, bancos de sílex esbranquiçados com estratificação ondulada, oolítico e/ou pisolítico, coquinas silicificadas e conglomerado basal. No presente estudo, aparece em uma pequena porção ao centro norte e uma pequena mancha no centro da área.

e) Formação Irati, composta por uma alternância de siltitos, argilitos e folhelhos sílticos fósíferos, contendo níveis lenticulares de calcário e folhelho pirobetuminoso, de coloração cinza-escura a preta (TRINDADE et al, 1997). Ocorre de maneira irregular sob a forma de manchas isoladas, nos leitos dos córregos das Perdizes, Água Emendada e do rio Itiquira, estendendo-se para Alto Garças na direção de Alto Araguaia e adelgaçando-se para leste.

f) Formação Corumbataí, constituída litologicamente de uma sucessão interestratificada de arenitos finos, siltitos, argilitos, folhelhos, arenitos síltico-argilosos, lâminas, níveis ou lentes de *chert* com alternâncias rítmicas e finas intercalações, rochas de colorações creme-arroxeadas, avermelhadas e cinza-esverdeado. Na área de pesquisa, os sedimentos da Formação Corumbataí ocorrem no extremo nordeste, condicionadas por drenagens, aflorando ao longo das cabeceiras dos rios Itiquira e seus afluentes Ribeirão da Mata, Ribeirão Arara, Araguinha, entre outros.

g) Formação Pirambóia, que segundo SOUSA JUNIOR et al (1983), é constituída por arenitos parcialmente argilosos, que englobam local e secundariamente níveis de argilito e níveis e concreções de sílex. Na área de estudo, a formação Pirambóia aparece predominantemente na porção centro sul, na área ocupada pela Serra Preta.

h) Formação Botucatu, constituída predominantemente por arenitos quartzosos, com típicas estratificações cruzadas eólicas, geralmente de coloração rósea ou amarelada e vermelho-tijolo, quando silicificados, muitas vezes pintalgados de branco. São, na maioria das vezes, de granulação fina a média, com grãos de quartzo subarredondados a bem arredondados. Na área de pesquisa, a Formação Botucatu ocupa uma grande área central, estendendo-se até a porção leste, nas proximidades do Alto Garças e Alto Araguaia. É onde se situam as cabeceiras dos rios Itiquira e Taquari.

i) Formação Serra Geral, que compreende rochas básicas afaníticas ou de granulometria fina, coloração cinza-escuro, por vezes amigdaloidais. Apresentam fratura irregular a conchoidal, e são muito resistentes. São formadas por derrames básicos, com lentes de arenitos eólicos intertrapes, em sua porção basal. Na área de pesquisa, ocorre na porção nordeste.

j) Grupo Bauru, constituído por arenitos, às vezes calcíferos, vermelhos e róseos, de granulação média a grosseira, mal classificados, com grânulos e seixos esparsos e níveis conglomeráticos, muitas vezes calcíferos. Lentes de conglomerados de matriz argilosa, vermelha e níveis de sílex estão presentes (DEL'ARCO et al., 1982). Na área da pesquisa, o Grupo Bauru ocupa uma grande área central, aflorando ao longo dos principais rios da região.

Além das formações da Bacia do Paraná, foram descritas unidades litológicas recentes:

a) Coberturas Detrito-Lateríticas, foram distinguidas por DEL'ARCO et al. (1982), em três horizontes: Superior – constituído por solo argilo-arenoso, marrom avermelhado, com concreções ferruginosas; Médio – formado por espessos lateritos ferruginosos, concrecionários, com seixos de quartzo; Inferior – formado por areias inconsolidadas, argilas de cores variegadas, concreções limoníticas e produtos de alteração das rochas subjacentes. Na área da pesquisa aparecem próximo à Serra de São Jerônimo, à oeste, em contato com a formação Furnas e Bauru; no extremo centro norte em contato com as formações Botucatu, Aquidauana e Corumbataí e uma pequena porção ao centro sul, em contato com o Grupo Bauru.

b) Depósitos Detríticos são caracterizados pela presença de conglomerados, sedimento areno-siltosos, parcial ou totalmente laterizados. São depósitos de cones de dejeção coalescentes, carapaças ferruginosas etc, ocorrentes nas áreas de pediplanos da Depressão do Rio Paraguai, envolvendo serras e inselbergs da região. Na área da pesquisa aparece na serra de São Jerônimo, em contato com o Grupo Cuiabá e formação Furnas.

c) Formação Pantanal, constituída por sedimentos arenosos, siltico-argilosos, argilo-arenosos e areno-conglomeráticos semi-consolidados a inconsolidados. Formam depósitos fluviais e lacustres, em áreas periodicamente sujeitas a inundações. São depósitos recentes, formando uma planície contínua e quase sem interrupção, que se estende por uma área de aproximadamente 100.000km², sujeita a inundações periódicas. Na área de pesquisa aparece no extremo oeste, acompanhando os Depósitos Detríticos.

d) Aluviões Holocênicos, constituídos principalmente por areias, siltes, argilas e cascalhos oriundos da desagregação química e física das rochas preexistentes, sendo depositados em planícies de inundação dos principais rios da área, quais sejam: Itiquira e Correntes. Normalmente, apresentam espessuras de 2m, em média, sendo facilmente identificados em fotografias aéreas, mostrando formas típicas de planície aluvial, tais como ilhas aluviais, diques marginais, meandros, lagos ou pequenas ínsuas e barras em pontal.

RELEVO

O relevo da área pesquisada faz parte da porção central da borda oeste da Bacia Sedimentar do Paraná, cuja unidade geomorfológica denomina-se Planalto de Taquari-Itiquira. Limita-se a norte com o Planalto dos Guimarães, a oeste e sudoeste com a Depressão do Rio Paraguai e Planalto de Maracaju-Campo Grande, a sul do rio Correntes na área da serra Preta, prolongando-se para Goiânia a leste.

Esta unidade geomorfológica apresenta-se como um amplo planalto, cujos limites ocidentais são marcados por bordas escarpadas estruturais correspondentes a uma frente de cuesta denominada localmente de serras de São Jerônimo e do Pantanal.

Trata-se de uma região afetada por processos morfoestruturais relacionados a movimentos de compensação isostática muito antigos e intensos, repercutidos em abatimentos sobre as áreas adjacentes, consequentes ao soerguimento da Cordilheira dos Andes, no terciário superior. A

esculturação do relevo é elaborada pelos processos erosivos atuantes que rebaixaram as superfícies circunjacentes, provocando recuo das escarpas, a dissecação das encostas e erosão dos terraços, como contínuo trabalho de ordem natural, que fornece sedimentos à região dos pantanais.

A área da presente pesquisa pode ser subdividida em Domínio de Planícies e Pantanais Matogrossenses, com altitudes em torno de 100 metros, Domínio de Chapada do Rio Correntes/Itiquira, com altitudes que variam em torno de 600 a 850 metros e Domínio de Depressões Interiores, como as de Rondonópolis, a norte e de Pedro Gomes-Taquari a sul, com altitudes máximas de 500 metros. Os limites da Chapada do Rio Correntes/Itiquira com as Planícies e Pantanais Matogrossenses é marcado pela Serra de São Jerônimo enquanto seus limites com as Depressões Interiores são bem marcados por uma frente de escarpa que recebe, na sua borda sul, o nome de Serra Preta, e na sua borda norte, de Serra da Petrovina, a sul de Guiratinga e Serra do Espigão Mestre/Serra da Jibóia, a norte-noroeste de Itiquira.

Os rios Itiquira e Correntes, direcionados de leste para oeste, apresentam uma rede de afluentes com padrão de drenagem paralelo e orientados para oeste e se superimpondo às camadas rochosas. Ambos rios têm características de cursos anaclinais e abrem nas frentes escarpadas do planalto, amplas *percées* anaclinais para, em seguida, lançarem-se na Depressão do Rio Paraguai. O rio Itiquira possui as suas nascentes na zona de planaltos com altitudes em torno de 840 metros, desce a escarpa da Serra de São Jerônimo e Serra do Pantanal, e passando pelas depressões, deságua no Rio São Lourenço, na região das planícies inundáveis, após confluência com o rio Piquiri. No alto curso, abaixo da serra do Espigão Mestre, este rio apresenta curso meândrico com larga faixa de deposição aluvial.

SOLO

Baseados nos estudos de RADAMBRASIL (1983) e PCBAP (1997), pode-se distinguir as seguintes classes pedológicas na área da pesquisa:

Latossolos Vermelho-Escuros: compreendem solos minerais, não-hidromórficos, altamente intemperizados, que se caracterizam por possuírem horizonte B latossólico de cor avermelhada nos matizes 2,5 YR, com teores de Fe_2O_3 entre 8 e 18%, quando argilosos ou muito argilosos, e normalmente inferiores a 8% quando de textura média, e com atração magnética fraca ou nula (CAMARGO et al., 1987; EMBRAPA, 1988). Na área de pesquisa, os solos dessa classe desenvolvem-se em relevo que vai do plano ao suavemente ondulado, sob vegetação de floresta densa, aberta, mista com palmeiras, caducifolia e de campo cerrado. São formados a partir de sedimentos do Terciário-Quaternário e das formações Aquidauana, Botucatu, Bauru, Ponta Grossa e Furnas.

Latossolos Vermelho-Amarelos: compreendem solos com horizonte A fraco a moderado e B latossólico, com características análogas às do Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho. Na área de pesquisa, ocorre em pequenas porções espalhadas nas proximidades de Itiquira, Alto Garças e Alto Araguaia, sobre as rochas das formações Bauru, Botucatu, Aquidauana e Corumbatí, respectivamente, e associados a Solos Litólicos, Areias Quartzosas e Latossolos Vermelho.

Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico: compreende solos minerais não-hidromórficos, com horizonte B textural de coloração vermelho-amarelada e avermelhada, em matiz 5YR ou mais vermelho e teores de Fe_2O_3 inferiores a 15%, e, normalmente, superiores a 11% (CAMARGO et al., 1987). São solos profundos, com seqüência de horizontes A, Bt, C. Na área de pesquisa predominam no extremo norte, principalmente na Depressão de Rondonópolis, sendo formados a partir de rochas da formação Ponta Grossa.

Podzólicos Vermelho-Amarelos: tratam-se de solos bem desenvolvidos, bem drenados, normalmente ácidos e que possuem um horizonte A fraco ou moderado, sobre um horizonte B textural, contendo argila de baixa atividade. Na área de pesquisa, estes solos ocorrem no extremo oeste, nas rochas da formação Pantanal e nos Depósitos Detríticos, e na porção oeste, nos domínios das rochas das formações Botucatu e Corumbatí.

Areias Quartzosas: compreendem solos minerais não-hidromórficos, pouco evoluídos, de textura arenosa em toda a extensão do perfil e seqüência de horizontes A, AC e C, com pouca diferenciação entre os horizontes, sendo formados em sua totalidade por minerais dificilmente intemperizáveis, na sua maioria quartzo. São bastante susceptíveis à erosão, sobretudo quando sujeitos a fluxo de água concentrado, que pode provocar a instalação de grandes voçorocas. Na área da pesquisa, ocupam uma grande extensão, indo desde a serra São Jerônimo à oeste, acompanhando os principais rios da área e concentrados principalmente à leste, nas cabeceiras do rio Itiquira. Acompanham respectivamente, as formações Furnas, Bauru e Botucatu.

Litossolos ou Solos Litólicos: caracterizam-se pela ausência de um horizonte B no perfil. São constituídos por solos onde um horizonte A, por vezes chernozêmico, moderado ou mais freqüentemente fraco, repousa diretamente sobre a rocha, ou mesmo sobre um horizonte C em evolução. Quanto à sua distribuição na área em estudo, encontram-se sempre relacionadas a zonas de relevo movimentado e bordas de platôs, como na serra de São Jerônimo, à oeste da área, nas bordas do Planalto dos Alcantilados, ao centro norte e nordeste, no Planalto Itiquira, na porção central e na borda do Chapada do Taquari, à sudeste. Ocorrem no domínio do Grupo Cuiabá e das formações Aquidauana, Serra Geral e Botucatu.

Areias Quartzosas Hidromórficas: são solos areno-quartzosos, geneticamente pouco desenvolvidos, sujeitos à flutuação do lençol freático, responsável por cores acinzentadas, que refletem condições redutoras no perfil. Esta classe compreende solos minerais hidromórficos, essencialmente arenosos bem drenados, com baixa ou nenhuma concentração de materiais decomponíveis, com seqüência de horizontes A, C e com composição granulométrica nas classes texturais areia ou areia franca. Dessa classe de solos, os álicos são predominantes, ocorrendo em pequenas manchas nas várzeas de alguns rios e ribeirões no Planalto do Taquari-Itiquira, relacionados aos aluviões atuais. Dada à sua localização, estão sujeitos a alagamento constantes ou periódicos, com presença de lençol freático próximo à superfície do terreno, conferindo-lhes características hidromórficas.

Planossolos: são solos minerais típicos de relevo plano e áreas rebaixadas, evidenciados por um hidromorfismo acentuado, com horizonte B textural e mudança textural abrupta, de tal forma marcante que, no solo seco, forma-se uma fratura de separação entre esse e o horizonte A, ou mais tipicamente E, sobrejacente. Na área de pesquisa, ocorrem no extremo oeste, no domínio da formação Pantanal.

Glei Pouco Húmico: compreende solos minerais hidromórficos, que apresentam horizonte glei subjacente a horizonte A, do tipo moderado (CAMARGO et al., 1987) ou mesmo fraco. São característicos de locais planos e abaciados, sujeitos a alagamentos constantes ou periódicos. As condições anaeróbicas, resultantes da má drenagem do perfil, dão ao solo características de intensa gleização, resultantes dos processos de redução que se intensificam nestas condições. Na área de pesquisa, sua ocorrência é inexpressiva, ocorrendo em pequena porção no extremo oeste, acompanhando o rio Itiquira, principalmente após a descida da escarpa de São Jerônimo. Outra ocorrência situa-se à nordeste, acompanhando alguns canais fluviais.

Laterita Hidromórfica: é constituída de argila de atividade baixa, horizonte A moderado, textura média e argilosa, predominante no relevo plano. Esta classe de solo constitui a menor expressão sob o ponto de vista de extensão dentro da área de estudo, ocorrendo numa pequena mancha no extremo oeste, associada ao Planossolo, sobre a Formação Pantanal, ocorrendo solos tanto álicos quanto distróficos.

METODOLOGIA E AQUISIÇÃO DOS DADOS

Para a elaboração das cartas temáticas e aquisição dos dados, adotou-se a metodologia desenvolvida no projeto "*Geo-environmental dynamics of Pantanal - Chaco: multitemporal study and previsional modelling*" (FIORI et al., 1998), e detalhada nos trabalhos elaborados por PARANHOS FILHO (2000) e KOZCIAK (2000), cuja metodologia constituiu na integração de técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas - SIG. Devido à necessidade de manipulação, integração e interação dos dados e variáveis, a utilização dessas técnicas adotadas foi de fundamental importância, pelas características peculiares do presente estudo, pelas dimensões da área investigada e seu difícil acesso, pela necessidade de se proceder a análise multitemporal, pela quantidade de informações geradas, pela necessidade de um banco de dados informatizados, pela capacidade de cruzamento das informações geográficas e pela velocidade das operações.

A primeira etapa do trabalho tratou da digitalização das cartas topográficas à escala 1:250.000 de SE-21-X-B (folha de Rondonópolis) e SE-21-X-D (folha de Itiquira) da Diretoria de Serviço Geográfico – DSG, e SE-22-V-A (folha de Guiratinga) e SE-22-V-C (folha de Mineiros) da Diretoria de Geodésia e Cartografia – IBGE. Estas cartas foram inicialmente convertidas para o formato digital raster, através de escanização, e seguida de correção geométrica por georreferenciação, com o emprego do programa *Erdas Imagine*.

Todos os dados digitalizados foram transformados em *coverages* e identificados, em suas tabelas específicas, pelo item "origem", com o nome do *layer* original. Foram agrupados todos os *layers* que representavam cotas altimétricas em uma única *coverage* 'c_nível'. Todos os *layers* com topologia de arco foram agrupados na *coverage* 'architot'. Os *layers* 'pontos cotados' e 'centroidi' constituíram, cada um, uma *coverage*.

As cartas temáticas de pedologia e geologia da área pesquisada, elaboradas com base nos mapas do projeto RADAMBRASIL, folha SE.21-Corumbá e folha SE.22 - Goiânia, ambas na escala 1 :1.000.000, foram digitalizadas seguindo a mesma técnica acima descrita, mudando-se somente os *layers*. A escala original de 1:1.000.000 foi ajustada para a escala 1:250.000 pela sobreposição na imagem de satélites e interpretação visual.

Dentre os diversos tipos de erosão que estão afetando a área, a erosão laminar pode ser avaliada através da aplicação da Equação Universal de Perdas do Solo – EUPS. Os valores de cada parâmetro da EUPS foram aplicados em mapas vetoriais elaborados no Arc/Info. O programa possibilitou operações de conversão de dados, sobreposição de mapas, operações matemáticas, reclassificação dos dados e geração do Modelo Digital do Terreno - MDT. Todos os mapas temáticos elaborados para o presente trabalho apresentam feições poligonais onde, para cada polígono, é atribuído de um valor referente aos parâmetros da Equação.

RESULTADO

Como resultado da aplicação da EUPS em ambiente SIG, obteve-se o mapa de erosão laminar, que expressa valores de perda média anual de solo por unidade de área (ton/ha.ano), para o ano de 1966, correspondente à inteira área da presente pesquisa. Como resultado dessa aplicação, foram determinadas seis classes, que variaram de 0 à 50 ton/ha.ano (figura 2).

A classe predominante é aquela com valores de erosão entre 0 a 1 ton/ha.ano, que ocupa quase toda a área de estudo. Apesar do predomínio de solos classificados como Areias Quartzosas álicas, considerados como de elevada susceptibilidade à erosão, a área apresenta-se com baixo índice de perda média anual de solo devido, provavelmente, à predominância de relevo de topografia plana, tabuliforme, com declividade entre 0-5% e altitudes menores que 500 metros. Soma-se ainda a este fato, o fator uso e ocupação do solo; em 1966 predominavam na área os cerrados, com uma ocupação antrópica bastante restrita.

A classe de erosão 1-3 ton/ha.ano também apresenta-se de forma expressiva ao longo do rio Itiquira, principalmente nos afluentes da sua cabeceira, e nas cabeceiras do rio Taquari, à sudeste. Nessas áreas, os solos predominantes são Areias Quartzosas álicas e Areias Quartzosas Hidromórficas álicas. Distribuem-se em relevos convexos, com declividades predominantes entre 0-5 e 5-15% e altitudes médias de 500 à 700 metros. Como uso do solo, dominam os campos e cerrados.

As classes 3-5 e 5-10 ton/ha.ano, são pouco expressivas na área. A primeira, aparece na porção nordeste da área, à sudeste de Alto Garças, em altitudes maiores que 600 metros e correspondem aos solos Litólicos álicos. A segunda, constitui uma pequena mancha no extremo leste da área, numa altitude acima de 600 metros, em solo Podzólico Vermelho Amarelo álico. Esta classe está distribuída na área, num relevo convexo, onde a declividade varia de 5 a 15% onde predominam os campos.

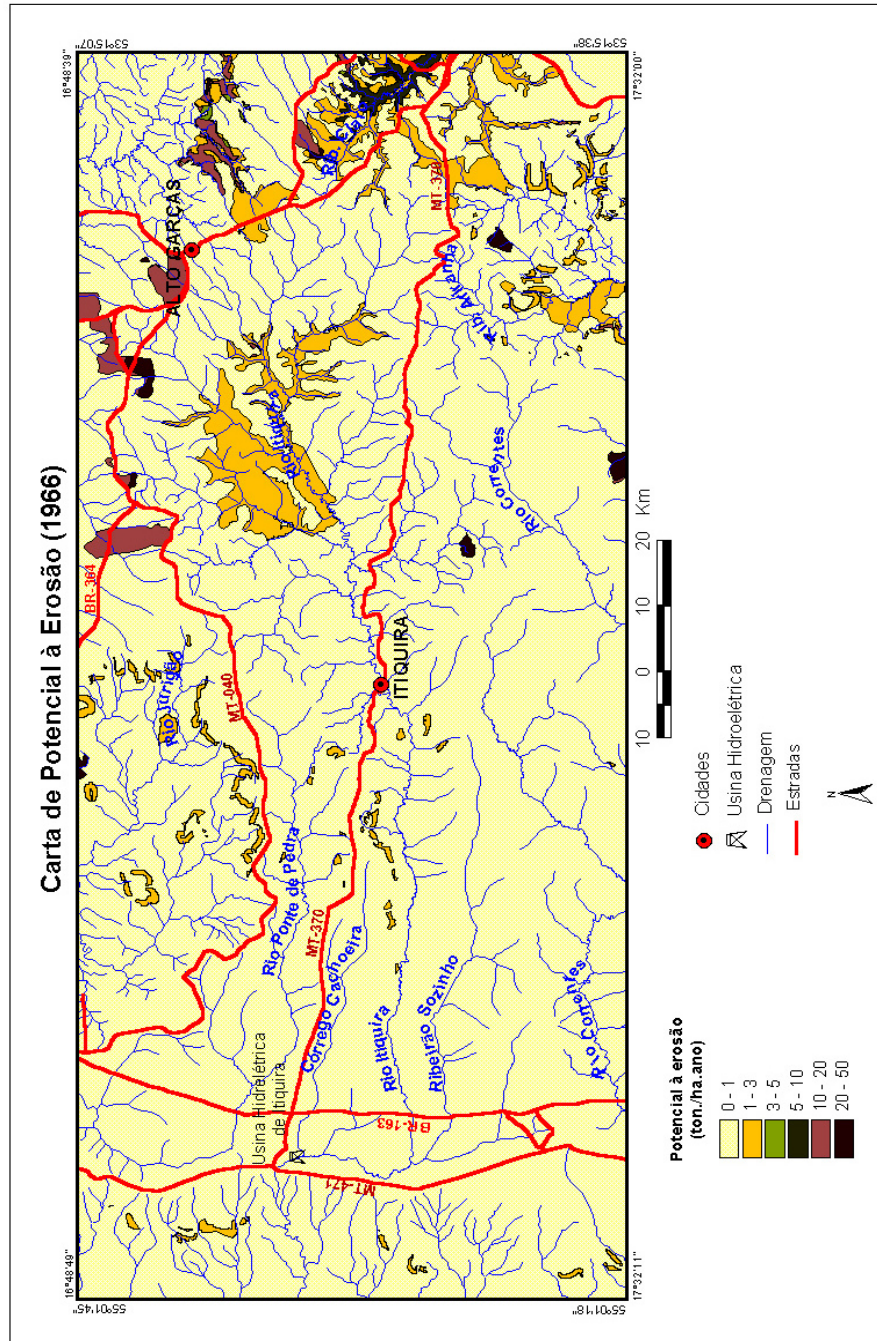
A classe 10-20 ton/ha.ano, aparece de forma descontínua, na porção centro norte e nordeste da área, associada a Latossolos Vermelho-Escuro e Solos Litólicos, distribuídos num relevo convexo, em altitudes entre 600 e 800 metros e declividades menores que 5%. Corresponde à área ocupada por cultivo, predominantemente de arroz.

A classe 20-50 ton/ha.ano aparece de forma descontínua e em pequenas manchas. Dentro da área de pesquisa é o índice de erosão mais elevado. Aparece em zonas de relevo convexo, de altitudes acima de 700 metros, onde as declividades são menores que 5%. Nesta classe, o uso do solo predominante é a atividade agrícola, com plantação de arroz.

As equações de cálculo de perdas de solo permitem a estimativa da erosão esperada em uma determinada área sob as mais variadas condições existentes ou de uso, manejo e práticas conservacionistas. Os resultados obtidos devem ser comparados com as taxas máximas aceitáveis consideradas como "tolerância de perda de solo". A tolerância de perda de solo é a quantidade de terra que pode ser perdida por erosão, expressa em toneladas por unidade de superfície e por ano. A tolerância reflete a perda máxima de solo que se pode admitir, com um grau de conservação tal que mantenha uma produção econômica em futuro previsível, com os meios técnicos atuais.

A tolerância de perda de solo é variável com o tipo de solo, correspondendo a valores que permitam o uso contínuo do solo sem que o seu potencial produtivo seja comprometido. Segundo as normas americanas esses valores deveriam se situar entre 3 a 12 t/ha.ano. No Brasil, porém, há maior tolerância, conforme mostrado por BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), com valores de tolerância média de perdas de solo que variaram de 4,5 a 13,4 ton/ha.ano e de 9,6 a 15,0 ton/ha.ano, respectivamente, para solos com B textural e com B latossólico para o Estado de São Paulo. Destes, os solos Podzólicos Vermelho Amarelo variaram de 6,6 a 9,1 e os Latossolos Vermelho Escuro de 12,3 a 15, o Latossolo Vermelho Amarelo de 9,8 a 14,2 e o Litossolo, com valor de 4,2 ton/ha.ano.

Figura 2. Carta de Potencial à Erosão



RIQUIER (1982) estabeleceu uma classificação de valores de degradação referentes à erosão hídrica em: nula a pequena quando o valor é até 10; moderada, de 10 a 15; forte de 50 a 200; e muito forte quando > 200 ton/ha.ano.

Levando-se em consideração os valores de tolerância acima citados com os valores de erosão obtidos no presente trabalho, percebe-se que as áreas de solos Podzólicos Vermelho Amarelo que apresentaram índices entre 5-10 ton/ha.ano, já estão no limite e até mesmo, acima do limite da tolerância à perda de solos. Já as áreas de solos Latossolo Vermelho Escuro, com índices entre 10-20 ton/ha.ano, percebe-se que os valores de perdas de solo estão bem abaixo dos valores de tolerância máxima encontrados no Estado de São Paulo por BERTONI & LOMBARDI NETO (1990). As áreas de solos Litólicos, apresentaram-se dentro da classe 3-5 ton/ha.ano, portanto, com valores de perdas de solo bem abaixo do limite máximo encontrado pelos autores acima citados no Estado de São Paulo.

Considerando-se a classificação de RIQUIER (1982), pode-se dizer que a quase totalidade da área estudada mantém-se dentro de índices de erosão hídrica nula a pequena, com exceção da área com índice maior que 10 ton/ha.ano, correspondente aos domínios de Areias Quartzosas álicas, Areias Hidromórficas álicas e Latossolo Amarelo-Escuro. Nestas áreas verifica-se atividade agrícola mas, mesmo assim, conforme a classificação de Riquier, a erosão pode ser considerada como moderada.

A comparação dos índices de erosão dos anos de 1985 e 1996 com os índices obtidos para o ano de 1966 permitirá, não só avaliar a dinâmica do processo erosivo nos últimos 30 anos, como também identificar as principais causas associadas ao processo erosivo da região.

Outro processo de erosão detectado na área de estudo são as vossorocas, que são formas de erosão acelerada, de dimensões impressionantes, algumas com mais de 25 metros de profundidade e extensões totais na ordem de alguns quilômetros, que se desenvolvem principalmente em solos do tipo Areias Quartzosas, bastante friáveis e em áreas de relevo bastante plano.

Além disso, muitas vezes associados a este tipo de erosão, verificam-se inúmeros processos de captura dos rios. Dentre as capturas mais interessantes identificadas estão aquelas situadas nas bordas do Chapada dos rios Correntes e Itiquira mas, talvez, a situação mais preocupante é a do rio Itiquira, ameaçado de captura junto à sua inflexão para norte, a cerca de 5 km a jusante das confluências do córrego Mangaba e do ribeirão Sozinho. Nesse ponto, uma das cabeceiras do córrego São Domingos, em processo de erosão remontante, situa-se a apenas 1 km de um trecho meandrante do rio Itiquira que, inclusive, exhibe claras evidências de migração para sul, em direção às nascentes do córrego São Domingos.

O ribeirão da Onça exhibe claras evidências de ter sido capturado, em seu terço superior, pelo córrego Cachoeira Vermelha, o qual, por sua vez, foi capturado por um dos ramos do rio da Prata e, na sua extremidade sul, está na iminência de sofrer nova captura, agora pelo córrego Buracão, que avança rapidamente para norte, abrindo enormes vossorocas de cerca 25 metros de profundidade (figura 3). A separação entre as cabeceiras dos dois córregos é de cerca 100 m, estando praticamente separados pela BR364.

Um interessante exemplo de captura iminente ou mesmo já ocorrida, através das cabeceiras, é o caso do córrego Resolvido com o córrego da Água Emendada, ambos afluentes da margem direita do rio Correntes, em pleno domínio da Chapada dos rios Correntes e Itiquira. O primeiro, situado em um nível topográfico inferior, e com sentido de escoamento para sudoeste, captura a cabeceira do segundo, que mostra sentido de escoamento para leste-nordeste.

As cabeceiras do rio do Peixe, afluente da margem direita do rio Taquari, causam um intenso entalhamento da escarpa, que ali recebe o nome de Serra Negra e, inclusive, ameaça de captura o rio Correntes. Para se ter uma idéia mais precisa, a ravina mais avançada do córrego da Calça, afluente da margem direita do rio do Peixe, em claro processo de erosão remontante, situa-se a cerca de 2,5 km e dispõe-se perpendicularmente ao rio Correntes.

Figura 3. Vossoroca do Córrego Buracão



A cabeceira do córrego do Lobo, situado imediatamente a oeste do rio do Peixe, ameaça capturar o rio Correntes, através do córrego de Cima, afluente da sua margem esquerda, distanciados de 3 km, mas já com uma depressão em forma de sela no divisor de água que os separa (figura 4).



Figura 4. Vossoroca do Córrego de Cima

Ainda mais crítica é a captura do córrego de Baixo, outro afluente da margem esquerda do Correntes, situado mais a jusante, por uma das nascentes do rio Piquiri, distanciados de apenas 1,5 km. Nesse local, o rio Correntes forma um alagado de cerca 2,5 km de largura por 15 km de comprimento podendo, essa captura, ser bastante desastrosa em termos ambientais, pelo volume de lama a ser movimentado em curtíssimo período de tempo. A captura do rio Correntes, nesse ponto, deverá, inclusive, inverter seu sentido de escoamento daí para jusante, até as proximidades da confluência com o rio Comprido.

BIBLIOGRAFIA

- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo, ícone. São Paulo, 335 p. 1990.
- CAMARGO, M. N.; KLAMT, E. & KAUFFMANN, J. H. Classificação de solos usada em levantamentos pedológicos no Brasil. In: Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.1, n. 12, 1987. p. 11-33.
- CAMPELO JR, J. H. et al. Climatologia. In: Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai, v. 2, t. 1. 1997. p. 297-334.
- COMISSÃO TEMÁTICA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS. Mapa de Integração Geológica da Bacia do Prata e Áreas Adjacentes. Boletim de Lançamento, Buenos Aires (Argentina). 1998.
- DEL'ARCO, J. O. et al. Geologia da Folha SE.21 – Corumbá e parte da Folha SE.20. In: Projeto RADAMBRASIL: Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro, v. 27, 1982.
- EMBRAPA - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento: normas em uso pelo SNLCS. Documentos, 11 EMBRAPASNLCS. Rio de Janeiro, 1988. p. 67.
- FIORI, A. P. Estratigrafia do grupo Tubarão (Formação Aquidauana) na região sudoeste do Estado de Minas Gerais. Tese (Doutorado, Instituto de Geociências) São Paulo, USP, 1977. p. 86.
- FIORI, A. P. et al. Geoenvironmental Dynamics of Pantanal-Chaco: Multitemporal Study and Previsional Modelling. (EU Contract: ERBIC18CT960073). Relatório 2. Curitiba, 1998.
- KOZCIAK, S. Evolução do processo erosivo da bacia dos rios Arica-Açu e Arica-Mirim - MT, através de análise multitemporal. Curitiba, 2000. Dissertação (Mestrado em Geologia Ambiental) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.
- LUZ, J. S. et al. Projeto Coxipó: relatório final. Goiânia, DNPM-CPRM. v.1. 1980.
- NOGUEIRA, V. L. & OLIVEIRA, C. C. Projeto Bonito-Aquidauana: relatório final. Goiânia, DNPM-CPRM. v. 14. 1978.
- PARANHOS FILHO, A. Método de análise Geo-ambiental multitemporal: estudo de caso da região de Coxim e da bacia do Taquarzinho (MS-Brasil). Curitiba, 2000. Tese (Doutorado em Geologia Ambiental) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.
- PCBAP Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (Pantanal). - Diagnóstico dos Meios Físico e Biótico. Meio Físico. Volume II, Tomo I. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. 1997, p. 334.
- RADAMBRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. - Folha SE 22 Goiânia: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Levantamento de Recursos Naturais, vol. 31. Rio de Janeiro, 1983. 768 p. il.6 mapas.
- SCHNEIDER, R. L. et al. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia, Porto Alegre, RS, 1974.
- SOUZA JUNIOR, J. J. de et al. Geología. In: RADAMBRASIL. Ministério das Minas Levantamento de Recursos Naturais, vol. 31. Rio de Janeiro, 1983. 768 p. il.6 mapas.
- TRINDADE, C. A. H.; TARAPANOFF, I. & POTIGUAR, L. A. T. P. Geologia da Bacia do Alto Paraguai – BAP. In: Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (Pantanal) – PCBAP. Diagnóstico dos meios físico e biótico. v. II. t. I, 1997. p. 3-71.