

ALTERAÇÕES NO TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA DE SOLOS E PROVÁVEL EFEITO NO PODER DE PROTEÇÃO AMBIENTAL NAS BORDAS DO PANTANAL DIANTE DA POLUIÇÃO POR PESTICIDAS

ARNO RIEDER *

ELIANA F. G. DE C. DORES **

NILTON HIGA ***

MIGUEL P. L. DE MORAES ****

Efetua-se estudo de alterações nos teores e distribuição de matéria orgânica de solos submetidos a atividades altamente dependentes de pesticidas, situados na faixa de bordadura noroeste do Pantanal, município de Cáceres, Mato Grosso (Brasil), entre 1993-97. Com base nos resultados discutiu-se o provável efeito conjugado das alterações que ocorrem na matéria orgânica destes solos e o uso de pesticidas sobre o poder de proteção do ambiente pantaneiro, atribuído à faixa de bordadura do Pantanal. As alterações encontradas na distribuição e a diminuição dos teores de matéria orgânica nos solos desta faixa, em consequência do tipo de ação antrópica praticada e em face do uso de pesticidas nas atividades implantadas, evidenciaram provável perda de poder de proteção ambiental da faixa de bordadura do Pantanal, aumentando o risco da poluição química potencial existente.

1 INTRODUÇÃO

O Pantanal é uma das mais importantes reservas ecológicas do mundo (34), abrangendo três países (Brasil, Bolívia e Paraguai) com área de 168.000 km² no Brasil (14). Entretanto, pouco se sabe sobre o potencial e a estrutura de funcionamento dos mecanismos naturais de defesa do ambiente existentes no Pantanal e em sua área de influência.

- * Professor da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Doutor em Saúde e Ambiente pelo Instituto de Saúde Coletiva (ISC) da Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), Engº Agrº, da Empresa Mato-grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural S/A (EMPAER-MT), Cáceres, MT (e-mail: rieder@zaz.com.br / reitoria@zaz.com.br / reitoria@unemat.br).
- ** Doutora em Saúde e Ambiente pelo ISC da UFMT, Professora do Departamento de Química da UFMT.
- *** Professor, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas da UFMT.
- **** Doutor em Química, Professor da UFMT.

diante de eventuais lançamentos de poluentes químicos, tais como pesticidas.

O risco de acidentes ambientais pode aumentar com a intensificação das atividades antrópicas à montante do Pantanal (1, 40). Diante do perigo, a desestimulação de atividades dependentes de pesticidas à montante do Pantanal é sugerida (40). Entretanto, diante de vários discursos hipotéticos, questões pertinentes precisam ser nas áreas agricultadas em zona de bordadura do Pantanal, na proteção ambiental contra efeitos nefastos de poluentes químicos, tais como pesticidas? Neste caso, fatores naturais, como a posição ocupada pelo terreno no relevo, e fatores antrópicos, tais como sistemas de uso e manejo dos recursos naturais, podem influir sobre o nível de proteção natural do ambiente atribuído a matéria orgânica do solo? Diante da poluição química de áreas submetidas ao uso de pesticidas é importante discutir e compreender melhor os mecanismos e o estado de proteção ambiental para os ecossistemas do Pantanal e de suas bordas, em face de alterações espaciais e temporais da matéria orgânica do solo, inclusive devido a ação antrópica.

Faixa de bordadura do Pantanal

A faixa, bordadura, ou borda do Pantanal é um trecho marginal externo às terras normalmente inundáveis do Pantanal, embora seja difícil definir claramente seus limites. Outros autores referem-se a bordadura como zona de transição entre a planície e região vizinha ou como regiões limítrofes do Pantanal, não-inundáveis (11), ou ainda como regiões circundante ao Pantanal (18). Pode ser ainda entendida como faixa de retenção de material erodido e, portanto, de certa forma funcionando como cinturão de proteção ao Pantanal.

Solos de áreas com vegetação florestal ao longo de rios funcionam como faixa de proteção, que retém os detritos e os resíduos que chegam aos cursos de água, entre os quais os pesticidas (40). Porém, WAUCHOPE (1978), citado por outros estudiosos (40), menciona que práticas de controle de erosão associadas a existência de faixa protetora de vegetação ao longo de rios, embora ajudem, podem ser incapazes, na estação chuvosa, de evitar a poluição das águas por pesticidas.

Aspectos biofísicos do Pantanal e de sua bordadura

A expressão fitogeográfica mais abrangente do Pantanal é o Cerrado, apesar da ocorrência de alternâncias fisionômicas entre Matas de Galeria (3). O fator de maior limitação no desenvolvimento de floresta é originador de savana, no Pantanal norte, é o excesso de água, resultante da oscilação do lençol freático e inundação prolongada (6).

Formações florísticas bastante diversificadas com mistura de espécies e de tipos de outras regiões ocorrem no Pantanal (17), o que corrobora a teoria dos refúgios (11).

A cobertura de fitomassa, proporcionada pela vegetação original dos terrenos da faixa de bordadura do Pantanal, pode funcionar como estrutura de defesa natural contra erosão do solo (16). Entretanto, quando há substituição da cobertura original da superfície do solo, devido a incorporação agrícola, a fitomassa viva de culturas, como de algodão herbáceo, mostra-se pouco eficaz contra processos erosivos (16).

O Pantanal, inserido em terras planas e baixas da bacia do rio Paraguai, constitui-se num ambiente extremamente dependente da dinâmica hídrica regional atuante.

O rio Paraguai apresenta declividade fraca ao longo de seu curso abaixo de Cáceres, indo de 6,3 cm/km e decrescendo na confluência do rio Apa até 1,0 cm/km (14). As cheias dos rios, na região de Cáceres, são crescentes entre janeiro e março. Por ocasião das enchentes, o rio Paraguai se comporta como larga faixa de água que escora lentamente rumo ao sul demorando até seis meses para sair do território brasileiro. Durante as cheias, as águas de inundação veiculam material erodido (vindo principalmente das bacias agricultadas dos afluentes do norte) e espalham sedimentos no Pantanal, incluindo grande quantidade de matéria orgânica.

O Pantanal sofre variabilidade climática interanual (alternância de estações chuvosa e de estação de seca, no período anual) e pluriannual (alternância de ciclos de anos muito chuvosos ou relativamente secos) (2).

No trecho de bordadura do Pantanal correspondente a área do presente estudo, o tipo climático, baseado na classificação de Köppen, é o Aw1 (Savanas tropicais com verão úmido e inverno seco), ou seja, clima tropical chuvoso, em que a temperatura média do mês menos quente está acima de 18 °C (A), com índice pluviométrico anual relativamente elevado, mas com nítida estação seca (W), entretanto, com oscilação anual de temperatura, inferior a 5 °C (1) (21).

O Pantanal é uma região relativamente plana (inclinação de Leste para Oeste de 25 cm/km e menor ainda de Norte para Sul, com quase 2 cm/km, perto do rio Paraguai). As terras baixas chegam a apresentar altitudes inferiores a 80 m, embora a parte alta da bacia de formação apresente altitudes superiores a 200 m (14). Em geral, as altitudes na faixa de bordadura do Pantanal situam-se entre 120 m e 190 m (21).

Atividades antrópicas no Pantanal e em sua bordadura

A planície pantaneira é formada por áreas de campos de pastagens naturais, áreas ocupadas por invasoras e áreas florestadas, estas últimas, geralmente presentes em posições livres da inundação anual (18). A principal atividade na planície inundável do Pantanal é a criação de

bovinos, alicerçada, predominantemente, em pastagens naturais. A agricultura não prospera dentro da planície, embora algumas tentativas para sua introdução tenham sido realizadas. A atividade agropecuária, nos moldes em que vem sendo desenvolvida no Pantanal, talvez seja pouco impactante (18).

Na faixa de bordadura noroeste do Pantanal, nas décadas de 1980-90, predominaram as pastagens, embora já houvesse atividade agrícola (milho, feijão, arroz, mandioca, quiabo e cana-de-açúcar) (21). Em alguns trechos da bordadura do Pantanal, como na área do presente estudo, a vegetação primária passou a ser removida progressivamente nas últimas duas décadas (1970-90), permanecendo, atualmente, algo em torno de 20% de reserva legal exigida oficialmente. Entretanto, invasões de patrimônio rural alheio e de pressão socio-política dos movimentos para a reforma agrária aceleraram o desmatamento de vegetação primária remanescente, adentrando em reservas legais, inclusive em áreas situadas nas margens do Pantanal (47). As áreas destes terrenos de bordadura foram, inicialmente, utilizadas para prática de agricultura de pequenas propriedades no sistema de manejo A (baixo nível tecnológico). Em média, após 5 anos de safras agrícolas, as roças foram sendo substituídas por pastos cultivados destinados a bovinocultura mista (corte-agricultura-pecuária. Entre as atividades agrícolas instaladas está a cotonicultura (7, 23, 44, 45), presente a mais de duas décadas na área.

A cotonicultura e os esquemas de uso de pesticidas nas lavouras

A cotonicultura herbácea, altamente dependente de pesticidas (40), é a atividade agrícola comercial mais persistente desde a década de 1970, na comunidade rural do presente estudo (7, 41, 47), expandindo-se no início da década de 1990 para a faixa de bordadura (45). É executada dentro dos limites proporcionados pela força braçal familiar, auxiliada, as vezes, pela tração animal e, raramente envolvendo a motomecanização (42).

Antes da década de 1980, os pesticidas mais usados, na área do estudo, eram constituídos pelas classes químicas dos organo sintéticos clorados, clorofosforados, fosforados e carbamatos (41).

Na década de 1990 já havia expressiva incorporação de vários pesticidas do grupo dos piretróides sintéticos, em substituição principalmente aos clorados, embora ainda sejam usadas consideráveis quantias de pesticidas fosforados (44).

As lavouras de algodão no sudoeste de Mato Grosso, em trechos das Bordas do Pantanal, são implantadas no período chuvoso e permanecem até o auge do período seco. O lançamento de venenos no cultivo ocorre durante todo o ciclo da cultura e em todos os anos de vizinho será receptor de venenos, cujas aplicações são repetitivas.

Começam em torno de 20 dias após a emergência das plântulas, repetem-se entre 7-15 dias, e estendem-se até o início ou meados da fase de colheita da lavoura (120-150 dias) (42).

Agrava a situação, às bordas do Pantanal, a ausência generalizada de treinamentos específicos para aplicadores de pesticidas, salvo poucos casos de orientações não sistemáticas e raras palestras sobre o tema. Estudos mencionam elevado índice de analfabetos entre os aplicadores de pesticidas (42, 43, 48).

Riscos à saúde e ao ambiente ocasionados pelo uso de pesticidas

A intensificação do uso para fim agropecuário de áreas a montante do Pantanal, que drenam suas águas à planície inundável, deve estar colocando em risco os ecossistemas pantaneiros, com provável contaminação por poluentes químicos, inclusive pesticidas (1, 40). Embora as condições específicas do ambiente em que são aplicados pesticidas possam expressar certo grau de perigo, o risco de acidentes está fortemente atrelado ao perfil da ação antrópica com o uso das armas químicas (46).

Estudo realizado, entre 1982-83, junto a cotonicultores no município de Cáceres, inclusive dentro da faixa de bordadura ao Pantanal, revelou que em cada quatro famílias de agricultores três já tinham sofrido casos de intoxicação por pesticidas, duas com reincidência de intoxicação na mesma pessoa e uma com mais que uma pessoa intoxicada entre os componentes da família vitimada (43). A maioria dos usuários de pesticidas não demonstrava ter consciência do destino correto que deveria ser dado às embalagens vazias e restos de caldas, ou lavagem de equipamentos com vistas à preservação do ambiente. Na ocasião, 76,9% dos cotonicultores largavam as embalagens usadas na roça ou as jogavam no "mato" ou ainda as deixavam em qualquer lugar, enquanto que outros (7,6%) aproveitavam as embalagens para acondicionamento de alimentos.

Os riscos de impactos negativos no ambiente, derivados da contaminação por pesticidas usados nas atividades rurais, serão altos enquanto predominar preparo precário à utilização correta de armas químicas no controle de pragas (5). Desta forma, os riscos de ocorrência de acidentes são progressivos, resultando em intoxicações humanas, de animais e em outros danos ambientais, inclusive de comprometimento de ecossistemas pantaneiros.

Solos encontrados no Pantanal e em sua bordadura

No Pantanal, há dominância de solos hidromórficos (92,52%), granulometria superficial arenosa (65,80%), granulometria subsuperficial média e argilosa (80,07%), deficiência de fertilidade natural moderada e forte (78,91%), não-sódico e não-solódico (61,76%). As variações e

distribuição permitem subdividir o Pantanal Mato-grossense em seis sub-regiões com características peculiares (uma inundável, quatro inundáveis e/ou sujeitas à elevação do lençol freático e uma não inundável), enquanto no Pantanal norte predominam planossolo e laterita hidromórfica (6). A faixa de bordadura do Pantanal é um trecho não-inundável, limitrofe e de solos melhores que os da planície inundável do Pantanal (11). Entretanto apresentam sérias limitações em alguns atributos, chegam a ser considerados como inaptos à agricultura, mesmo no manejo. A (comunidade rural de Barra Nova, Cáceres e Borda do Alto Pantanal (21). No trecho específico de bordadura do Pantanal, objeto do presente estudo (Comunidade rural de Barra Nova), foram encontrados solos (a) Podzólio Amarelo Eutrófico, (b) Areia Quartzosa Eutrófica e, (c) Latossolo Amarelo Podzólio Eutrófico (47).

Atributos do solo para proteção ambiental diante dos riscos da poluição química

Quando se trata de poluição ambiental a matriz solo é importante no contexto, como destino final de poluentes químicos (24, 26), mesmo que os poluentes sejam originalmente lançados em outras matrizes. Características físicas e químicas do solo, notadamente os teores de argila e de matéria orgânica, em razão da elevada capacidade adsorbtiva destes colóides, influenciam diretamente a inativação de pesticidas no solo, conforme outros estudos (33).

Em solos bastante arenosos, bons teores de matéria orgânica podem suprir as deficiências em argilominerais no exercício de importantes funções ativas e reativas do solo, no que se refere a fertilidade (31, 37, 49), e também no que tange ao poder de proteção do ambiente diante dos riscos da poluição química.

A matéria orgânica do solo é um dos principais fatores que influem fortemente na taxa de degradação de pesticidas no meio edafopedológico (25). Exerce efeito de reforço aos mecanismos físicos de proteção contra a remoção e mobilização de material da superfície das terras, que pode estar, eventualmente, contaminado por poluentes. Contribui para melhorar a estrutura do solo e aumentar a infiltração de água, o que desacelera processos erosivos na superfície dos terrenos (16). A matéria orgânica do solo também atua sobre as capacidades calorífica, de retenção de água e de troca de íons, o poder tampão e a ação quelatante (31), o que provavelmente ajuda a compor um meio bioquimicamente estimulado à desativação de moléculas de pesticidas. Por estimular eventos físicos, químicos e biológicos no meio edafopedológico, e assim exercer importante influência sobre o comportamento e destino final de pesticidas no solo (25, 26, 51), a matéria orgânica pode ser um dos principais determinantes da retenção, desativação do efeito nocivo e da degradação de poluentes naquele ambiente.

A marcante atividade e efeitos da matéria orgânica são atribuídos principalmente às substâncias húmicas que a compõem. Estas aumentam o poder de adsorção do solo, propiciam a elevação da capacidade de troca catiônica (CTC) (26) e dinamizam o poder de reação do solo (38). A matéria orgânica também se constitui em fonte nutricional e de energia para a multiplicação e crescimento dos organismos (31), o que favorece o acentuamento da atividade microbiana biodegradadora (25).

As condições climáticas aliadas à população microbiana também promovem a degradação de pesticidas, embora a intensidade seja dependente das características químicas de cada produto, conforme outros estudos (33). No solo, a retenção e a desativação de resíduos de pesticidas pode ser extremamente dependente dos teores de matéria orgânica presentes (9), principalmente se o solo não estiver bem suprido de argilominerais. Esta situação é verificada em solos arenosos. Por isto fica evidenciado que a matéria orgânica do solo, principalmente por meio das substâncias húmicas, desempenha papel importante na composição do poder de proteção do ambiente diante dos riscos da poluição química por pesticidas.

Fatores que podem promover variação nos teores e na distribuição da matéria orgânica no solo

A matéria orgânica do solo é afetada por fatores naturais e por outros derivados da ação antrópica no ambiente. Estudos mostram que entre os fatores naturais a posição ocupada por terrenos na vertente pode condicionar a existência de distintos teores de matéria orgânica nos respectivos solos (30). Sabe-se que a posição ocupada pelos terrenos no relevo exerce efeito sobre a erosão do solo (13). Porém, a ação antrópica compõem conjunto de variáveis que podem alterar expressivamente os teores e a distribuição de matéria orgânica de solos (37, 49).

O uso inadequado dos recursos naturais gera erosão hídrica, degradação de solos, poluição de mananciais e encherres, conforme constatado no Paraná (10).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MEIO BIOFÍSICO

2.1.1 Localização

A área de estudo está constituída de três terrenos identificados como terço inferior da vertente, sob floresta (BPTIf), terço médio da vertente, sob pecuária (BPmP) e terço superior da vertente, sob agricultura (BptSA), localizados no trecho da faixa noroeste da bordadura do Pantanal. O ambiente geral, influente e mais próximo, que contém a área específica de estudo, está entre as Latitudes 15°50'00" e 16°00'00" S

com as Longitudes 57°50'00" e 58°00'00" W Gr, abrangendo a comunidade rural de Barra Nova, inserida na microbacia do córrego Caramujo, município de Cáceres (Mato Grosso - Brasil). A componente específica do trecho de terras da bordadura do Pantanal, alvo da presente investigação, está situada entre as Latitudes 15°52'00" e 15°54'00" S com conteúdos e distribuição da matéria orgânica nos perfis de solos e entre estes. Ainda foram incluídos os ambientes à jusante e à montante dos quadrantes já mencionados que possam manifestar relação importante de interdependência no enfoque objetivado no presente estudo.

2.1.2 Ocupação atual

A área de estudo esteve ocupada, em 1993, predominantemente por pequenas propriedades rurais, tendo as mesmas como atividade principal a agricultura de subsistência. Mesmo com a adoção de sistema de manejo A (baixo nível tecnológico) nas explorações, os produtores relatam a obtenção de produtividade agrícola razoável e sem grande declínio nos últimos vinte anos (47).

2.1.3 Hidrografia, solos, vegetação e relevo ocorrente

Conforme verificações de campo e descrições encontradas em outros estudos (21, 47), a área de estudo inclui praticamente parte das vizinhanças à jusante e à montante da linha do limite fisiográfico do rio Cabaçal e, mais especificamente, na microbacia do córrego Caramujo, o que se constitui na borda noroeste do Pantanal.

Considerando as áreas específicas de estudo e a situação relativamente mais baixa do relevo e sob floresta (BPtIF), o solo está identificado como Podzólico Amarelo Eutrófico Tb A Chernozêmico textura arenosa/média fase floresta/cerradão semididicial relevo plano/suave ondulado. Na situação intermediária do relevo sob pecuária (BPtMP), o solo está definido como Areia Quartzosa Eutrófica A Chernozêmico textura arenosa/média fase floresta/cerradão semididicial relevo plano/suave ondulado. Na situação relativamente mais alta do relevo sob agricultura (BpISA), o solo está identificado como Latossolo Amarelo Podzólico Eutrófico A Chernozêmico textura arenosa/média fase floresta/cerradão semididicial relevo plano/suave ondulado.

2.2 AMBIENTE ESPECÍFICO E MATERIAL DE ESTUDO

2.2.1 Escolha

Foram selecionados perfis de solos (BPtIF, BPtMP, BpISA) propostos para serem representativos de áreas de cultivo de algodão da

comunidade rural de Barra Nova, correspondendo a situação de área virgem sob floresta (F); outra sob uso anterior agrícola (7 anos), mas atual virgem sob floresta (P) e terceira sob uso contínuo (12 anos) agrícola (A). Os perfis foram tomados sobre a linha da comunidade de Barra Nova. A área do córrego Caramujo, próximo a sede da comunidade de Barra Nova. A área de perfil sob floresta (F) está situada numa posição topográfica relativamente mais baixa (t = terço inferior da vertente); a do perfil sob uso atual pecuário (P), em posição topográfica intermediária (tm = terço médio da vertente) e, a área do perfil sob uso atual agrícola (A) está situada em posição topográfica relativamente mais alta (ts = terço superior da vertente).

2.2.2 Coleta

Foram escavadas trincheiras para a coleta de amostras de material dos perfis de solos. Nas trincheiras, a profundidade do perfil de solos foi subdividida em cinco extratos (I - 0-10 cm; II - 10-20 cm; III - 20-50 cm; IV - 50-100 cm e V - 100-200 cm). No extrato I foram coletadas amostras de solos de camadas C 1 a 10, de 1 cm de espessura (C1 = 0-1 cm; C2 = 1-2 cm até C10 = 9-10 cm). No extrato II as amostras foram coletadas nas camadas C11 a 15, de 2 em 2 cm (C11 = 10-12 cm; C12 = 12-14 cm até C15 = 18-20 cm). No extrato III as coletas foram efetuadas nas camadas C16 a 21, de 5 em 5 cm (C16 = 20-25 cm; C17 = 25-30 cm) até C21 = 45-50 cm. No extrato IV as coletas foram obtidas nas camadas C 22 a 26, de 10 cm de espessura e, no extrato V nas camadas C 27 a 31, de 20 em 20 cm (C27 = 100-120 cm, até C31 = 180-200 cm). No campo, as descrições morfológicas foram efetuadas conforme o Manual adotado pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (28).

2.2.3 Instrumental de coleta

Os instrumentos utilizados para efetuar a amostragem em camadas foram constituídos de bandejas em aço, com uma face cortante e as demais com beirais retentores da terra, em dimensões apropriadas e definidas para cada extrato mencionado antes. Este tipo de coleta é bastante adequado para desenvolver estudos edafológicos, pois permite avaliar atributos do solo e alterações nele ocorrentes, em nível diferencial.

2.3 ASPECTOS METODOLÓGICOS APLICADOS

As características morfológicas dos perfis foram descritas de acordo com o método (28) adotado pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS). Para efetuar a determinação da matéria orgânica (MO, expressa em peso %) foi utilizado o método descrito na Revista Brasileira de Ciência do Solo (39).

A capacidade de troca de cátions (CTC ou valor T, expresso em meq g/100 g solo) foi obtida por cálculo, de acordo com o método SNLCS 2.17, descrito no **Manual de Métodos de Análise do Solo** (20), conforme fórmula a seguir: $CTC \text{ ou } T = (\text{Soma de cátions trocáveis}) + (\text{Acidez extraível})$. Entretanto, o valor de Na_2^+ na soma de cátions trocáveis foi omitido.

2.4 OBTENÇÃO E ANÁLISES DE DADOS

As determinações foram efetuadas nos Laboratórios da Universidade Federal de Mato Grosso e da Empresa Mato-grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural S/A - EMPAER-MT.

2.4.1 Estatística

A análise estatística foi efetuada com o programa SAEg da Central de Processamento de Dados da Universidade Federal de Viçosa (24). Os resultados foram expressos em termos de valor médio e as comparações efetuadas pelo teste de Tukey ao nível de $\alpha < 0,05$. Também foram efetuados estudos de correlação e regressão.

Para efeito de qualificação dos índices de correlação de Pearson (R) foi adotada a proposta a seguir (35), que considera:

$[r] = 1$	correlação perfeita;
$0,91 < [r] < 0,99$	correlação fortíssima;
$0,61 < [r] < 0,90$	correlação forte;
$0,31 < [r] < 0,60$	correlação média;
$0,01 < [r] < 0,30$	correlação fraca;
$[r] = \text{zero}$	correlação nula.

O modelo de regressão foi selecionado com base naquele que apresentou o maior coeficiente de determinação, entre 12 proposições oferecidas pelo programa SAEg 5.0. Para correlacionar a matéria orgânica (MO) dos solos com as situações estudadas (BPiLF, BPiMP e BPiSA) foram arbitrados pesos (1, 2, 3) a cada uma e, sucessivamente, exploradas todas as combinações possíveis de serem assumidas, e assim selecionada a combinação que resultou na melhor correlação.

2.5 PERÍODO DE REALIZAÇÃO DO ESTUDO

A execução do estudo ocorreu entre 1993 e 1997, embora o material para fins de análise laboratorial tenha sido coletado em 1993, no período de ausência de chuvas (estação da seca).

2.6 LINHA DE REFERÊNCIA À DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para a discussão dos resultados assumiu-se como sendo provável que:

(a) a faixa de bordadura do Pantanal exerce papel importante na proteção dos ecossistemas da planície pantaneira contra os riscos da poluição consequente do desenvolvimento de atividades antrópicas nela instaladas e à sua montante;

(b) a matriz solo, desta faixa de bordadura e a montante, é a principal fração do ambiente receptora de poluentes químicos, decorrentes de insumos utilizados nas atividades agrícolas, tais como pesticidas;

(c) o poder de proteção do ambiente do Pantanal e de sua faixa de bordadura, diante da poluição química advinda de atividades rurais, está fortemente atrelado a atributos bio-físico-químicos do solo, sendo estes expressivamente afetados pelos teores e distribuição da matéria orgânica no perfil dos solos;

(d) a manutenção ou recomposição de estoques adequados de matéria orgânica nos solos submetidos a atividades agrícolas, especialmente se dependentes de pesticidas, é uma medida salutar não só para os interesses produtivos, mas também para os requerimentos da proteção ambiental diante dos riscos de poluição, especialmente em solos cujas camadas superficiais sejam deficientes em colóides minerais ativos (tais como solos arenosos), como os ocorrentes em alguns trechos da faixa de bordadura do Pantanal.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do estudo em pauta estão expressos nas Tabelas 1 a 3.

3.1 MATÉRIA ORGÂNICA EM SOLOS DE TRECHOS DA BORDA DO PANTANAL

3.1.1 Teores e distribuição em profundidade no perfil de solos

A camada superficial (C1:0-1 cm) dos solos avaliados apresentou teores de matéria orgânica situados na faixa média de $5,83 \pm 2,58\%$. As camadas mais profundas C10 (9-10 cm), C15 (18-20 cm) e C21 (45-50 cm) apresentaram em torno de 76%, 63% e 37% de teores de matéria orgânica em relação aos contidos na camada superficial (C1), embora os valores

das duas camadas intermediárias (C10, C15) tenham sido consideradas semelhantes ($\alpha > 0,05$). (Tabela 1). Os estudos de correlação (Tabela 2) e de regressão (Tabela 3) confirmam associação consistente ($\alpha < 0,01$) entre a diminuição de teores de matéria orgânica e da CTC com a penetração no perfil dos solos. Tais resultados estão de acordo com outros estudos (30), revelando redução no poder de proteção ambiental, contra poluição química, com a penetração no solo.

TABELA 1 - MATÉRIA ORGÂNICA (MO, EM %) DE SOLOS DA BORDA NOROESTE DO PANTANAL, EM TRÊS SITUAÇÕES DE USO/POSIÇÃO TOPOGRÁFICA E EM QUATRO CAMADAS DO PERFIL (C1; C10; C15; C21) - COMUNIDADE RURAL DE BARRA NOVA, MICROBACIA DO CÔRREGO CARAMUJO - CÂCERES - MATO GROSSO (BRASIL) - 1993

Situações de uso/posição topográfica ^(a)	Camadas do perfil de solos					Total
	C1:	C10:	C15:	C21:	C1, 10, 15, 21 ($\pm$ s) ^(b)	
0 - 1 cm	9	10 cm	18 - 20 cm	45 - 50 cm		
BPl - sob FLORESTA (F)	8,96 a A	5,13 b A	4,03 b A	2,16 b A	5,07 $\pm$ 2,74	A
BPlm - sob PECUÁRIA (P)	3,83 a B	3,50 a A	2,90 ab A	1,83 b A	3,01 $\pm$ 0,86	B
BPls - sob AGRICULTURA (A)	4,70 a B	4,70 a A	4,10 a A	2,56 a A	4,01 $\pm$ 1,14	AB
TOTAL ($\pm$ s) ^(b)	5,83 $\pm$ 2,58 a	4,44 $\pm$ 0,94 b	3,67 $\pm$ 0,93 b	2,18 $\pm$ 0,40 c	4,03 $\pm$ 1,93	

(a) BPlF, BPlmP, BPlsA: posições topográficas - relativamente mais baixa, intermediária e mais alta na vertente, respectivamente. (b) ($\pm$ s): Média $\pm$ Desvio Padrão. Número de observações por parcela experimental: (n = 3). Letras minúsculas na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna compararam, respectivamente, camadas (C1: 1,10,15,21) e situações de uso/posição topográfica (BPlF, BPlmP, BPlsA). Letras iguais ou diferentes que sucedem os valores na linha ou na coluna indicam, respectivamente, semelhança ou diferença estatística ($\alpha \leq 0,05$) para a variável considerada, pelos testes F e de Tukey.

3.1.2 Variações entre perfis de solos em distintas posições no relevo e sob diferentes usos

O solo do terreno situado no terço inferior da vertente e sob floresta virgem (BPlF) apresentou teor mais elevado ($\alpha < 0,05$) de matéria orgânica apenas na camada C1 (0-1 cm), em relação aos solos situados no terço médio sob pecuária (BPlmP) e no terço superior ou topo sob agricultura (BPlsA). Os teores das camadas C1 (0-1 cm) de BPlmP e BPlsA foram, respectivamente, 43% e 52% do valor encontrado em C1 (0-1 cm) de BPlF (Tabela 1).

TABELA 2 - CORRELAÇÃO DE PEARSON "R" ENTRE MATÉRIA ORGÂNICA (MO) E PROFUNDIDADE NO PERFIL (CAMADAS: C1) E CAPACIDADE DE TROCA DE CÂTIONS (CTC) COM MO, DE SOLOS DA BORDA NOROESTE DO PANTANAL, EM TRÊS SITUAÇÕES DE USO/POSIÇÃO TOPOGRÁFICA - COMUNIDADE RURAL DE BARRA NOVA, MICROBACIA DO CÔRREGO CARAMUJO - CÂCERES - MATO GROSSO (BRASIL) - 1993

Variáveis	Camadas (MO)(1)	Nº de Obs. Por Perfil (n)	Global (N)	Correlações nos perfis (BPl, m, sF, P, A)(2)				
				BPlF	BPlmP	BPlsA	Global (BPlF, BPlmP, BPlsA)	
MO x Profundidade de (C1)	31	39	116	-0,768	-0,840	-0,880	-0,723	
CTC x MO	31	39	116	+0,959	+0,894	+0,858	+0,925	

(1) No perfil BPlsA esteve ausente (perdição) a camada C31;

(2) Significância das correlações: $\mu \leq 0,01$.

Nos solos submetidos ao uso agropecuário por doze anos, desde a sua abertura (BPlmP e BPlsA), os teores de matéria orgânica contidos na camada C1 (0-1 cm) foram semelhantes aos dos extratos subsequentes dentro da camada arável (0-20 cm). Entretanto, isto não se confirmou na situação BPlF, em que os teores de matéria orgânica nas camadas C10 (9-10 cm), C15 (18-20 cm) e C21 (45-50 cm) foram, respectivamente, 57%, 45% e 24% do valor encontrado em C1 (0-1 cm).

Vários estudos revelam e confirmam a existência de efeito do uso e manejo de terras (49) e do posicionamento topográfico de terrenos (30) sobre atributos do solo, inclusive na distribuição dos teores de matéria orgânica. Entretanto, os decréscimos de matéria orgânica, com a penetração na camada arável (0-20 cm), são mais acentuados na situação BPlF que nos solos das áreas topograficamente mais elevadas e em uso agropecuário (BPlmP e BPlsA). Estas diferenças na distribuição da matéria orgânica devem produzir, provavelmente, distintos níveis de proteção ambiental entre posições no relevo.

3.2 CAUSAS DAS VARIAÇÕES NOS TEORES E NA DISTRIBUIÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA

3.2.1 Efeito da ação antrópica

O homem atua como agente transformador de primeira magnitude sobre as condições da dinâmica ambiental, conforme YANES-ARANCIBIA (1986) mencionado em outro estudo (36).

TABELA 3 - TENDÊNCIAS DE VARIAÇÃO, AJUSTADAS A MODELOS DE REGRESSÃO ($A = 0,05$), DOS VALORES DE MATÉRIA ORGÂNICA (MO, EM %), (Y^1) , COM O AUMENTO DA PROFUNDIDADE NO PERFIL DE SOLOS (CAMADAS: CI, EM CM), (X^1) E DA CAPACIDADE DE TROCA DE CÂTIONS (CTC, EM meq/100 g DE SOLO) EM FUNÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA (MO, EM %) DO SOLO, COMUNIDADE RURAL DE BARRA NOVA, MICROBACIA DO CÔRREGO CARAMUJO - MATO GROSSO (BRASIL) - 1993

Modelos(1)	Situação ambiental (2)	Atributos	Coeficientes das equações (regressão)			
			a	b	c	d
Decréscimo Curvilíneo Não Oscilatório (DCNO) dos atributos em função da profundidade						
H-2	BPrIF	Mat. Orgânica	0,0541	0,0114		
(Hiperb-2)						
H-2	BPrmP	Mat. Orgânica	0,220	0,0115		
(Hiperb-2)						
H-2	BPrSA	Mat. Orgânica	0,158	0,746.10-2		
(Hiperb-2)						
H-2	Geral	Mat. Orgânica	0,137	0,0104		
(Hiperb-2)						
Acréscimo Curvilíneo Não Oscilatório (ACNO) da CTC em função da matéria orgânica (MO)						
P (Potência)	Geral	CTC	5,1595	0,5570		
Cb (Cúbico)	BPrIF	CTC	2,7594	1,8120	0,1125	-0,0142
Cbr (Cúbico raiz)	BPrmP	CTC	-5,2417	15,8619	-5,6619	0,7212
Chr (Cúbico raiz)	BPrSA	CTC	4,4253	-11,4802	16,6611	-4,5223

(1) Modelos mencionados: (H-2-Hiperbólico-2): $y = (1/(a+bx))$; (Cb - Cúbico): $y = a + bx + cx^2 + dx^3$ (Cb-r - Cúbico-raiz): $y = a + b\sqrt{x} + c\sqrt[3]{x} + d\sqrt[4]{x}$; (P - Potência): $y = a \cdot x^b$; (2) Situações: (a) virgem; (b) BPrmP - perfil de terreno em posição topográfica relativamente baixa no relevo e sob floresta e sob uso atual com pastagem para pecuária (5 anos), mas anteriormente (7 anos) com agricultura no sistema de manejo A; (c) BPrSA - perfil de terreno em posição topográfica relativamente mais elevada no relevo e sob uso contínuo e atual com agricultura no sistema de manejo A (12 anos); (d) Geral - junção das três situações indistintamente (BPrIF, BPrmP, BPrSA).

Acredita-se que a vegetação primária em solos na faixa de bordadura do Pantanal deveria exercer papel semelhante ao de áreas com mata ciliar, no que se refere a mecanismos de defesa ambiental. Menções em outro estudo (52) indicam que florestas ciliares atuam como agente protetor de margens.

Nas áreas com presença mais densa e permanente de cobertura vegetal na superfície dos terrenos do presente estudo, tal como a situação BPrIF, apesar do relevo (plano a suave ondulado) desfavorecer a instalação de erosão mais intensa no trecho (47), o processo erosivo fica ainda mais inibido. A infiltração de água no solo é facilitada, o acréscimo e distribuição de matéria orgânica é favorecida e a estruturação do solo é melhorada (16). Esta situação garante a formação e manutenção de bons estoques de matéria orgânica no solo, principalmente nas camadas mais superficiais. Por outro lado, a remoção da vegetação primária acrescida do uso e manejo tradicional do ambiente (manejo A: baixo nível tecnológico) induziram a redução dos estoques de matéria orgânica em áreas agricultadas (BPrmP e BPrSA), em relação a área mantida virgem (BPrIF), o que confere com observações de vários estudos (37). A discrepância entre os teores de matéria orgânica, contidos nas camadas C1 (0-1 cm) das situações BPrIF, BPrmP e BPrSA, pode ser atribuída, principalmente, a ausência dos benefícios da vegetação primária e, aos sistemas de uso e manejo de solos aplicados naqueles terrenos ao longo de doze anos. Reduções importantes nos teores de matéria orgânica em solos, atribuídos a tipos de uso e manejo de terras, também foram notificadas em vários outros trabalhos (49).

Pode-se sugerir que, a incorporação de áreas das situações BPrmP e BPrSA ao processo de exploração agrícola, ao longo de doze anos (desde a sua abertura) foi o que conduziu o rebaixamento para a faixa de 40-50% dos teores de matéria orgânica da camada C1 (0-1 cm) em relação aos valores presentes na situação de área virgem (BPrIF). Embora, ao longo de doze anos de atividades agropecuárias instaladas tenham sido observadas reduções expressivas nos teores de matéria orgânica, apenas nas camadas próximas à superfície dos terrenos, a mesma ação antrópica não revelou ainda alterações substanciais nos teores de MO existentes em profundidades maiores que 9 cm nos perfis dos solos considerados. Entretanto, é de se esperar que, doravante, em períodos menores de exploração, reduções importantes venham se impor também em profundidades maiores do perfil dos solos agricultados, caso o sistema de manejo A (baixo nível tecnológico) continue a reinar nas atividades sobre aqueles terrenos.

Solos relativamente arenosos em áreas agricultadas, como os do presente estudo (47), quando comparados com mais argilosos são mais sujeitos a diminuição de matéria orgânica. Como consequência ocorreram reduções na capacidade de troca de cátions (CTC), principalmente na camada de 0-15 cm, o que se confirma em outro estudo (49). Constituído por solos bastante arenosos, submetidos a atividades agropecuárias de

baixo nível tecnológico, mas com uso de pesticidas, este trecho da faixa de bordadura do Pantanal deve merecer atenção especial no que se refere a proteção ambiental, principalmente diante dos riscos da poluição química derivada das atividades rurais desenvolvidas a montante da planície pantaneira inundável. Reduções de teores de matéria orgânica e da CTC implicam em prejuízo no potencial de proteção ambiental diante da poluição química.

3.2.2 Efeito da posição dos terrenos na vertente

As análises sugerem que os conteúdos de matéria orgânica, nos extratos de 0-1 cm e 9-50 cm, independem da posição ocupada pelo terreno no relevo (Tabela 1). Entretanto, na ausência de estudos mais consistentes e específicos, além da influência de outros fatores, não pode ser descartada a possibilidade de haver algum efeito da posição topográfica ocupada pelos terrenos na vertente, sobre os teores e distribuição da matéria orgânica no perfil dos solos e, consequentemente, sobre o poder de proteção anti-poliuição do ambiente, conforme indicações de resultados em estudos de topossequências (30).

3.3 DECORRÊNCIAS DAS VARIAÇÕES NA MATÉRIA ORGÂNICA DOS SOLOS

A diminuição de matéria orgânica, tal como verificado na camada superficial das situações de áreas em uso por doze anos (BPTmp e dos agregados (29). Isto favorece o acentuamento da arraste de partículas do solo, mesmo nas situações em que o relevo seja mais desfavorável à redução dos estoques de bases (15), a capacidade de troca de cátions (49) e reação do solo (38) e ainda atenuar a atividade microbiana (25). Tais efeitos canalizam importantes reflexos aos interesses agrícolas e ecológicos, uma vez que subtraem vigor da fertilidade dos solos e da capacidade de defesa ambiental anti-poliuição.

Acredita-se que períodos de manifestação de balanços negativos nos estoques de matéria orgânica do solo induzam empobrecimento ou relacionados com a capacidade produtiva e de proteção do ambiente diante de poluição.

3.4 A MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO E A CAPACIDADE DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DIANTE DA POLUIÇÃO QUÍMICA

A natureza em equilíbrio, por meio de recursos biológicos, químicos e/ou físicos é capaz de se livrar de alguns poluentes, inativando e/ou

degradando-os (32). Entretanto, pode encontrar dificuldade para se defender de outros, tais como alguns pesticidas, principalmente se atingirem concentrações excessivas (32).

A capacidade natural de proteção do ambiente contra poluentes, tais como pesticidas, tende a fragilizar-se quando os mecanismos ou estruturas que suportam a atividade biológica, química e física do solo são decadentes. As alterações decorrentes, por exemplo da diminuição de matéria orgânica no solo, pelo efeito que produz, debilitam as interações de inativação e de degradação de poluentes. Assim, a diminuição dos teores de matéria orgânica em profundidade nos perfis (em torno de 1/4, 1/3 e 2/3, respectivamente, da camada C1 para as C10, C15 e C21), provavelmente esteja delegando potencial de proteção ambiental mais elevado à superfície do solo (C1: 0-1 cm) e impondo redução substancial da capacidade de defesa com a penetração no solo. A camada superficial, quando bem suprida de matéria orgânica, e suficientemente eficaz à retenção, inativação e degradação de pesticidas lançados por fontes poluidoras, deixa as camadas mais profundas do perfil inoperantes àquela função detoxicante. Assim, desde que houvesse certeza da competência infalível da camada superficial do solo, menor poder de proteção ou detoxicação nas camadas mais profundas do perfil não se constituiria em problema ou risco maior. Mesmo assim, o poder decrescente de proteção ou de despoluição do ambiente com a penetração no solo é importante, pois constitui-se em reserva útil à defesa emergencial, principalmente de solos submetidos a poluentes e com estoques de matéria orgânica em redução nas camadas superficiais ou áreas com remoções erosivas.

Além da matéria orgânica e dos atributos por ela afetados, várias barreiras bio-físico-químicas do ambiente, tais como fatores biológicos (por exemplo grau de cobertura de fitomassa), relevo (mesmo que seja plano a suave ondulado), condicionantes climáticos e hidrológicos e outros atributos do solo podem influir no grau de retenção de poluentes mobilizados pelas águas sobre os terrenos e dentro dos solos. Entretanto, a manutenção de bons estoques de matéria orgânica no solo dos terrenos usados nas bordas do Pantanal devem contribuir também para acentuar os processos de redução da concentração e da atividade nefasta de poluentes nas soluções das águas mobilizadas ladeira abaixo e posterior adentramento à planície inundável. Portanto, nos trechos da bordadura do Pantanal em que o sistema de uso e manejo das terras impõem perdas importantes de matéria orgânica no solo, provavelmente deve estar ocorrendo tendência de diminuição da capacidade de inativação e degradação de poluentes lançados e em migração na matriz solo.

Os solos bem supridos primariamente em matéria orgânica, submetidos a atividades altamente dependentes de pesticidas, expressam geralmente produtividade agrícola mais robusta nas primeiras safras. Entretanto, apresentam como consequência negativa a fragilização do seu poder natural de proteção contra poluição, salvo se houver adequado gerenciamento das ações antrópicas, como a adoção de medidas eficazes

3.5 RISCOS AO AMBIENTE E AO HOMEM

Verificou-se nos solos da área estudada, em razão das funções, dos teores e da distribuição da matéria orgânica, que o extrato mais sensível às ações antrópicas vai da superfície do terreno até os 9 cm de profundidade no perfil. O primeiro centímetro superficial do solo é a camada mais importante e potente na função protetiva do ambiente contra poluentes e, ao mesmo tempo, também a mais vulnerável ao deapauramento. Mesmo quando as perdas de matéria orgânica já estão ocorrendo, as áreas em exploração passam a ser progressivamente mais vulneráveis à ação antrópica desequilibradora e, também, mais sensíveis diante da fragilização dos mecanismos e constituições naturais de

Em terrenos com lavouras que recebem aplicações de pesticidas, a principal face de entrada dos poluentes na matriz solo é a superfície dos terrenos. Então, eventos de superfície que reduzem os teores de matéria orgânica do solo, por conseguinte, também são responsáveis pelo aumento dos riscos de expansão da contaminação e da produção de danos ambientais, quando na presença de fontes de poluição química.

Os danos diretos sobre a saúde do homem ocasionados pelos pesticidas usados, como por exemplo, os casos de intoxicações, podem se manter nos níveis atuais como também oscilar para mais ou para menos. O rumo da tendência dependerá muito pouco do agricultor (usuário e maior vítima dos venenos), mas principalmente da rede de responsáveis pela introdução e afirmação desta tecnologia química destinada ao combate de pragas e doenças presentes nas explorações rurais. Estudos mostram, claramente, que grande número de acidentes ocorre em consequência do despreparo do agricultor para o uso e manejo correto de pesticidas (42, 43). O despreparo está associado com o baixo nível de escolarização, inclusive com freqüente analfabetismo, principalmente no grupo de agricultores da faixa etária acima da média (45 anos) (48).

3.6 MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRETIVAS E MITIGADORAS

Compatibilizar a política ambiental com desenvolvimento eficaz tem sido grande desafio (36). Se o homem tiver o conhecimento necessário e a vontade de fazê-lo, a poluição pode ser controlada eficazmente (32). Assumindo-se que as substâncias humicas do solo exercem papel importante de proteção do ambiente, diante dos riscos da poluição química, está correto recomendar o uso sustentado preferencialmente de parcelas da vertente (na bacia hidrográfica), mais ricas em matéria orgânica à insialação de atividades mais dependentes de pesticidas. Além de bons planejamentos para as ações antropicas, da aplicação de Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e de Avaliações de Impacto Ambiental (AIA),

de Estudos e Avaliações de Riscos ao Ambiente e à Saúde (ERAS e ARAS), de monitoramentos apropriados durante a execução de atividades e à produção tecnológica, da difusão mais abrangente dos conhecimentos existentes sobre os ecossistemas regionais e, da conscientização da população em geral, é necessário implementar ações que façam cumprir a legislação ambiental e a lei brasileira de agrotóxicos.

Diante da questão específica, abordada no presente estudo, de perda do poder de proteção ambiental, nas bordas e no próprio Pantanal, em áreas com empobrecimento em matéria orgânica de solos localizados, promoção do reordenamento das atividades no espaço territorial em função da vulnerabilidade ambiental ao risco de produção de impactos adversos; (b) viabilização do cumprimento da legislação vigente no que se refere a questão ambiental e ao uso e manejo de agrotóxicos; (c) e a adoção de medidas apropriadas de prevenção e de correção de eventuais acidentes; (d) adequar e tornar mais eficaz a assistência técnica ao agricultor; (e) promover esforços no sentido de convencer o agricultor a adotar medidas efetivas ao adequado manejo da matéria orgânica no solo, visando manutenção de bons níveis e recomposição dos teores e da distribuição em áreas com baixos estoques da mesma; (f) no caso de atividades altamente dependentes de pesticidas orientar a implantação da mesma, preferencialmente nos trechos de terras melhor supridas em matéria orgânica, o que se constituiria em procedimento mitigador do impacto ambiental; (g) promover a substituição de pacotes alternativos de produtos pesticidas de menor risco ambiental para uso em áreas a montante do Pantanal.

4 CONCLUSÃO

Atividades rurais em trechos da borda do Alto Pantanal estão exercendo importante influência no nível de risco de contaminação ambiental do Pantanal por pesticidas.

Os teores e a distribuição de matéria orgânica de solos arenosos de áreas da Borda do Alto Pantanal, em uso agropecuário, sob condições de clima tropical Aw, podem servir como referência para estimar o nível de risco de contaminação por poluentes químicos do ambiente local e do próprio Pantanal.

A capacidade de troca de cátions (CTC) de solos arenosos de áreas da Borda do Alto Pantanal está fortemente correlacionada com os teores de matéria orgânica contidos nos dois metros iniciais do perfil dos solos.

O uso e manejo aplicado ao longo de 12 anos de exploração agropecuária dos terrenos estudados reduziu entre 40-50% os teores de

matéria orgânica na camada superficial dos solos em relação às áreas virgens.

Foi verificada a existência de decréscimo forte e negativamente correlacionado da matéria orgânica (Y) com a penetração (X) no perfil dos solos, o que se ajusta ao modelo hiperbólico de função matemática do tipo $y = (1/(a+bx))$.

Perdas de matéria orgânica do solo nas Bordas do Pantanal devidas ao tipo de uso agropecuário aplicado, provavelmente, estão reduzindo a fertilidade e o poder de proteção natural do solo diante do potencial de dano ambiental causado por poluentes.

Os riscos e efeitos nefastos da contaminação ambiental, provavelmente, serão mais acentuados com a redução dos teores de matéria orgânica do solo, provocados pela ação antrópica, devido ao sinergismo consequente de dois efeitos induzidos: (a) incremento no uso de insumos poluentes e, (b) fragilização do poder natural do solo de desativação de contaminantes.

A continuidade do uso agropecuário de terrenos arenosos na Borda do Pantanal não agravará o risco de contaminação ambiental local e do Pantanal, desde que sejam adotadas medidas de recuperação e manutenção de bons teores de matéria orgânica no solo, principalmente na camada arável, associadas a outras providências da boa prática agrícola.

Abstract

It was studied the alteration of the content and organic matter distribution of the soils submitted to activities highly dependent of pesticides, located in the northwest Pantanal bank strip, Cáceres county, Mato Grosso, Brazil, between 1993-97. With base in the results it was discussed the probable conjugated effect of the alterations occurred in the organic matter of these soils and the use of pesticides on the protection power of the Pantanal environment attributed to the Pantanal bank strip. The alterations found in the distribution and the organic matter decrease of the soils of this strip, as a consequence of the anthropic action practiced and because of the pesticides use, shows a possible environmental protection power loss of the Pantanal bank strip, increasing, mainly, the consequent risk of the potential existing chemical pollution.

REFERÊNCIAS

- 1 ABSABER, A. N. O Pantanal Mato-grossense e a Teoria dos Refúgios. R. Bras. Geogr., Rio de Janeiro, v. 60, n. esp., p. 9-57, 1988.
- 2 ADÂMOLI, J. A Dinâmica das inundações no Pantanal. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1., 28 de novembro a 4 de dezembro de 1984, Corumbá, Anais... Corumbá, EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal/UFMS, 1986. p. 51-61.

- 3 ADÂMOLI, J. Fitogeografia do Pantanal. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1., 28 de novembro a 4 de dezembro de 1984, Corumbá. Anais... Corumbá: EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal/UFMS, 1986. p. 105-106.
- 4 ADAMS, JR. R.S. Factors influencing soil adsorption and bioactivity of pesticides. *Residue Reviews*, v. 47, p. 1-54, 1973.
- 5 ALMEIDA, W.F. de. Toxicidade dos pesticidas, seu controle e restrição de venda. In: GRAZIANO NETO, Francisco. *Uso de agrotóxicos e receituário agrônomo*. São Paulo: Agroedições, 1982. p. 59-73.
- 6 AMARAL FILHO, Z. P. do. Solos do Pantanal Mato-Grossense. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1., 28 de novembro a 4 de dezembro de 1984, Corumbá. Anais... Corumbá: EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal/UFMS, 1986. p. 91-103.
- 7 ARANTES, E. M.; RIEDER, A.; CANÇADO, W. Diagnóstico da cotonicultura na região sudoeste do Estado de Mato Grosso. Cuiabá: EMPA-MT, 1990. 33 p.
- 8 BARBOSA, T. M. L. Estudos em laboratório sobre a degradação do inseticida-nematicida aldicarbe em quatro diferentes solos. Lavras, 1991. 65 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Área de Concentração em Fitossanidade, Escola Superior de Agricultura de Lavras.
- 9 BERG, M. Van Den; LEPSCH, I. F.; SAKAI, E. Solos de planícies aluviais do Vale do Rio Ribeira de Iguapé, SP: II. Relações entre características físicas e químicas. R. Bras. Ciência do Solo, Campinas, v. 11, n. 3, p. 315-21, 1987.
- 10 BRAGAGNOLO, N. Uso dos solos altamente suscetíveis à erosão. In: PEREIRA, Vicente de Paula (Ed.). *Solos altamente suscetíveis à erosão*. Jaboticabal: FCAV-UNESP/SBCS, 1994. p. 123-148.
- 11 BROWN JR., K.S. Zoogeografia da região do Pantanal Mato-grossense. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1., 28 de novembro a 4 de dezembro de 1984, Corumbá. Anais... Corumbá: EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal/UFMS, 1986. p. 137-178.
- 12 CARVALHO, B. de A. *Ecologia e poluição*. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1975. 187 p.
- 13 CARVALHO, A. P. de. Solos do Arenito Caiuá. In: PEREIRA, Vicente de Paula (Ed.). *Solos altamente suscetíveis à erosão*. Jaboticabal: FCAV-UNESP/SBCS, 1994. p. 123-148.
- 14 CARVALHO, N. de O. Hidrologia da Bacia do Alto Paraguai. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1., 28 de novembro a 4 de dezembro de 1984, Corumbá. Anais... Corumbá: EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal/Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 1986. p. 91-103.
- 15 CASTRO, O.M. de; LOMBARDI NETO, F.; QUAGGIO, J. A.; DE MARIA, I.C.; VIEIRA, S.R.; DECHEN, S.C.F. Perdas por erosão de nutrientes vegetais na sucessão soja/trigo em diferentes sistemas de manejo. R. Bras. Ciência do Solo, Campinas, v. 10, n. 3, p. 293-297, 1986.
- 16 CASTRO, O. M. de. Desagregação do solo pela erosão. *Inf. Agropec.*, Belo Horizonte, v. 13, n. 147, p. 64-72, mar. 1987.
- 17 CONCEIÇÃO, C. de A.; PAULA, J. E. de. Contribuição para o conhecimento da flora do Pantanal Mato-grossense e sua relação com a fauna e o homem. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1., 28 de novembro a 4 de dezembro de 1984, Corumbá. Anais... Corumbá: EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal/UFMS, 1986. p. 91-103.
- 18 CUNHA, C. N. da; PRADO, A. L. do; RAVIEL, P. Carta de vegetação do município de Poconé - MT e o uso atual como subsídios a atividades conservacionistas. In: REUNIÃO ESPECIAL DA SBPC, 2., Novos caminhos: ambiente e diversidade sócio-cultural, 24-28 de abril de 1995, Cuiabá. Anais... Cuiabá: UFM/TSBPC, 1995. p. 281.
- 19 DONZEL, B.; DORN, E. Appraisal of the fate of agrochemicals in plants and soil: a cost-effective integrated approach. *Pure & Appl. Chem.*, Great Britain, v. 64, n. 12, p. 1965-1976, 1992.
- 20 EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: Arte Moderna, 1979.
- 21 EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Levantamento de reconhecimento de média intensidade e avaliação da aptidão agrícola das terras e indicação de culturas em áreas homogêneas de solos de alguns municípios do sudoeste do Estado de Mato Grosso. Rio de Janeiro, 1982. 484 p. (EMBRAPA - SNLCS, Boletim de Pesquisa, 17).
- 22 FELSOT, A. S. Enhanced biodegradation of insecticides in soil: implications for agroecosystems. *Ann. Ver. Entomol.*, v. 34, p. 453-76, 1989.
- 23 FREIRE, E.C.; SANTOS, A. M. dos; ARANTES, E. M.; PARO, H. Diagnóstico da cultura do algodão no Mato Grosso. Cuiabá: EMPAER-MT/EMBRAPA, CNPA, 1993. 59 p. (EMPAER-MT, Documentos, 6).

- 24 GOMES, J. M. **SAEG**: sistema para análise estatísticas e genéticas. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Central de Processamento de Dados, 1992. 100 p. (Disquetes).
- 25 GORING, C. A. I.; LASKOWSKI, D.A.; HAMAKER, J.W.; MEIKLE, R. W. Principles of pesticide degradation in soil. In: HAQUE, Rizwanul, FREED, V.H. (Ed.). **Environmental dynamics of pesticides**. New York: Plenum Press, 1975. p. 135-172. (Environmental Science Research, v. 6).
- 26 HAQUE, R. Role of adsorption in studying the dynamics of pesticides in a soil environment. In: HAQUE, Rizwanul, FREED, V. H. (Ed.). **Environmental dynamics of pesticides**. New York: Plenum Press, 1975. p. 97-114. (Environmental Science Research, v. 6).
- 27 JURY, W. A.; WINER, A. M.; SPENCER, W. F.; FOCHT, D. D. Transport and transformation of organic chemicals in the soil-air-water ecosystem. R. **Environ. Contam. Toxicol.**, New York, v. 99, p. 119-164, 1987.
- 28 LEMOS, R. C. de; SANTOS, R. D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 2. ed. Campinas: Soc. Bras. de Ciência do Solo, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Lige, 1984. 46 p.
- 29 LEPSCH, I. F. **Solos**: formação e conservação. 2. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1977. 160 p. (Série Prisma - Brasil).
- 30 LUZ, L. R. Q. P. de; SANTOS, M. C. D.; MERMUT, A. R. Pedogênese em uma toposséqüência do semi-árido de Pernambuco. R. **Bras. Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 95-102, 1992.
- 31 MELO, W. J. de. Manejo: aspectos biológicos. In: PEREIRA, Vicente de Paula (Ed.). **Solos altamente suscetíveis à erosão**. Jaboticabal: FCAV-UNESP/SBCS, 1994. p. 123-148.
- 32 ODUM, E. P. **Ecologia**. 3. ed. São Paulo: Pioneira, 1977. 201 p.
- 33 OLIVEIRA, J. A. de; BEGAZO, J.C.E.O. Inativação de herbicidas do grupo das triazinas em solos cultivados com café. **Revista Brasileira de Tecnologia Cafeeira, Cafeicultura Moderna**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 6, p. 16-20, março/junho, 1989.
- 34 PAIVA, M. P. **Aproveitamento de recursos faunísticos do Pantanal de Mato Grosso**: pesquisas necessárias e desenvolvimento de sistemas de produção mais adequados à região. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1984. 71 p. (EMBRAPA-DPP, Documentos, 7).
- 35 PEREIRA, R. S. **A estatística e suas aplicações**. Porto Alegre: GRAFOSUL, 1978. 658 p.
- 36 POLETTE, M. Aspectos sócio-econômicos/ecossistêmicos do PLADE na área costeira. **Dynamis**, Blumenau, v. 2, n. 8, p. 165-172, jul./set. 1994.
- 37 PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. 9. ed. São Paulo: Nobel, 1988.
- 38 QUAGGIO, J. A. Reação do solo e seu controle. In: SIMPÓSIO AVANÇADO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 1., Piracicaba, 1986. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 53-89.
- 39 QUAGGIO, J. A.; RAU, B. Van. Comparação de métodos rápidos para determinação da matéria orgânica em solos. R. **Bras. Ciência do Solo**, Campinas, v. 3, p. 184-187, 1979.
- 40 RESENDE, M.; SANDANIELO, A.; COUTO, E. G. **Zoneamento agroecológico do sudoeste do Estado de Mato Grosso**. Cuiabá: EMPAER-MT, 1994. 130 p. (EMPAER, Documentos, 4).
- 41 RIEDER, A. **Reciclagem e atualização sobre toxicologia de pesticidas agrícolas e revisão sobre uso e manejo adequado dos mesmos**. Cáceres: EMATER-MT, dez. 1983. 40 p. (Mimeografado).
- 42 RIEDER, A. **Um retrato da cotonicultura**. Cuiabá: EMATER-MT, 1990. 70 p. (Série Informações, 07).
- 43 RIEDER, A. **Agrotóxicos e intoxicações na cotonicultura de Cáceres-MT**. Cuiabá: EMATER-MT, 1991. 40 p. (Série Informações Técnicas, 08).
- 44 RIEDER, A. **Perfil diagnóstico de uso e manejo de pesticidas no sudoeste de Mato Grosso**: situação em Cáceres. Cuiabá, 1994. 34 p. (Trabalho apresentado ao Curso de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente), Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal de Mato Grosso.
- 45 RIEDER, A.; MORAES, M. P. L. de; DORES, E. F. G. de C. Tendências de expansão de lavouras dependentes de pesticidas na Bacia do Alto Pantanal. In: REUNIÃO ESPECIAL DA SBPC, 2., Mato Grosso, 1995. **Novos Caminhos: Ambiente e Diversidade Sócio-Cultural**, Cuiabá, 24-28 de abril de 1995. **Anais...** Cuiabá: UFM/TSBPC, 1995a. p. 35.
- 46 RIEDER, A.; CASTRO e SILVA, E. de; MORAES, M.P.L. de. Avaliação de risco à saúde e ambiente atribuído a pesticidas. In: ENCONTRO ANUAL DA SEÇÃO BRASILEIRA DA INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR IMPACT ASSESSMENT - IAI, 4., 20 a 23 de agosto de 1995, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte: Comitê Regional de Minas Gerais/Gráfica e Editora Cultural, 1995b. p. 357-364.
- 47 RIEDER, A. **Caracterização física e química de solos utilizados por pequenos agricultores da microbacia do córrego Caramujo, município de Cáceres-MT**. Cuiabá, 1995c. 306 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical), Área de Uso e Conservação de Recursos Naturais, Universidade Federal de Mato Grosso.

- 48 RIEDER, A.; MORAES, M.P.L. de; DORES, E. F.G. de C. Influence of some socio-cultural aspects on the definition of pesticides application in cotton crops in two rural communities in the southwest of Mato Grosso state, Brazil. In: WORKSHOP ON PESTICIDES: USES AND ENVIRONMENTAL SAFETY IN LATIN AMERICA. 13th-16th October. Book of abstracts.... São Paulo: IUPAC/GARD, 1996. p. 84. p. 22.
- 49 SILVA, J. E. da; LEMAINSKI, J.; RESCK, D.V.S. Perdas de matéria orgânica e suas relações com a capacidade de troca catiônica em solos da região de Cerrados do Oeste Baiano. R. Bras. Ciência do Solo, Campinas, v. 18, p. 541-547, 1994.
- 50 TARIFA, J.B. O sistema climático do pantanal: da compreensão do sistema à definição de prioridades de pesquisa climatológica. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1., 28 de novembro a 4 de dezembro de 1984, Corumbá. Anais... Corumbá: EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal/UFMS, 1986. p. 9-27
- 51 WEED, S. B.; WEBER, J.B. Pesticide-organic matter interactions. In: GUENZL, W.D. (Ed.). Pesticides in soil and water. Wisconsin, USA: Soil Science Society of America, 1974. p. 39-66.
- 52 ZIMMERMANN, C. E. Parecer preliminar sobre os impactos ambientais na flora e fauna nativas na floresta ciliar do Rio Itajaí-Açu - Blumenau/Santa Catarina. *Dynamis*, Blumenau, v. 2, n. 8, p. 133-142, jul./set. 1994.