



**Análise dos Impactos Ambientais da Atividade
Agropecuária no Cerrado e suas inter-relações com os
Recursos Hídricos na Região do Pantanal**

Consultoria : Andréa Aguiar Azevedo (ECO/ UnB)
Colaboração: Jorge Luiz Gomes Monteiro (GEO/UFMT)

1 - INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem-se notado uma movimentação intensa em relação à escassez de recursos hídricos. As águas de muitos cursos hídricos, antes consideradas inalteráveis, chegaram a um limite de resiliência¹, em que não poderão se recompor de forma natural. Muitas fontes naturais de água se exauriram pelo mau uso e manejo incorreto destes recursos. A atividade agropecuária aparece como grande responsável pela degradação intensa das águas, sejam superficiais ou subterrâneas.

A Revolução Verde, na década de oitenta, trouxe ao Brasil um novo alento em relação à produtividade, com grandes esperanças de colheitas fartas e novas tecnologias que propiciaram o domínio de áreas pouco exploradas como, por exemplo, o Cerrado da Região Centro Oeste. De fato, muitas destas expectativas se realizaram, entretanto, a "ressaca ambiental" propiciada implicou custos, muitas vezes, irremediáveis ou "impagáveis", como por exemplo, a perda de biodiversidade e a exaustão de vários cursos d'água por assoreamento, além de contaminação.

São variadas as formas de degradação dos recursos hídricos via setor agrícola. Na região da Bacia do Alto Paraguai, na borda do Pantanal, situam-se regiões de Cerrado muito utilizadas para a atividade agropecuária. O uso intensivo deste solo, em sua maioria arenoso, aliado a um manejo inadequado, potencializa um processo natural de erosão e assoreamento dos cursos de água do próprio planalto que, em última instância, vai afetar os rios do Pantanal. Associado ao problema da erosão, está o uso de agrotóxicos de maneira inadvertida, especialmente nas partes mais altas onde a agricultura é mais intensa. Porém, ainda não se sabe exatamente os efeitos provocados pro esse uso no ecossistema pantaneiro. São reconhecidos os esforços no sentido de se colocarem produtos menos agressivos no mercado de agroquímicos, mas ainda são produtos mais caros, conseqüentemente, menos consumidos. A fiscalização e o monitoramento da forma de uso destes insumos ainda são precários no Brasil, a despeito da "rigorosa legislação". Zulauf (2000, p. 89) adverte que, apesar da evolução das técnicas de produtividade, o uso de produtos químicos é um dos mais sérios fatores de deteriorização da qualidade dos recursos hídricos.

¹ A resiliência é a capacidade de um ecossistema voltar às condições originais ou situação estável depois de um evento desestabilizador.

Outra forma de uso da água, como a irrigação, é, entre tantas outras tecnologias, capaz de aumentar a produção, otimizando o uso da terra. Ajuda visivelmente a atividade agrícola em épocas do ano quando as condições meteorológicas não são propícias à plantação, especialmente, em regiões do Centro Oeste. Vários aspectos devem ser considerados quando se pensa em irrigação, como: a eficiência em termos do uso da água; a existência de eficiência econômica; os custos ambientais desta prática, entre outras. Os estudos têm revelado que, se existir um plano de irrigação que respeite os limites físicos da região onde deve ser realizada uma análise minuciosa da adequação ambiental, como, topografia, tipo de solo, taxas de evapotranspiração da cultura, taxas pluviométricas, entre outros, e, ainda, aliado a um manejo adequado do sistema, é possível chegar a um aumento de produção respeitando um ótimo ambiental. Sabe-se, entretanto, que grande parte dos recursos hídricos no mundo é gasta com irrigação - em torno de 70% - e o que se obtém com eficiência ainda é muito baixo, desta forma as perdas estimadas em valores médios mundiais estão entre 50 a 70% (FAO, 1998 em Rebouças, 2001).

Alternativas para uma atividade agrícola mais sustentável têm sido pesquisadas. A agenda 21 para agricultura brasileira traz à tona muitos dos desafios que o setor agropecuário ainda tem de enfrentar em relação ao meio ambiente, mas ainda falta bastante para que mudanças efetivas aconteçam rumo a um novo paradigma de produção. No entanto, os agroecossistemas não devem ser gerenciados com vistas à conservação somente dos recursos hídricos ou outros especificamente, mas dentro de uma visão sistêmica, em que todos os elementos que se interagem sejam utilizados de forma que a racionalidade econômica esteja integrada aos princípios básicos da ecologia. Assim, é premente que ecossistemas que são notadamente mais singulares e/ou frágeis necessitam de ser protegidos ou usados com muito mais cautela.

Desta forma, este estudo tem o objetivo de investigar quais os principais processos ecológicos estão sendo afetados dentro destes biomas - Cerrado e Pantanal - pela expansão inadvertida da atividade agropecuária. Com este propósito, o trabalho foi dividido, além da introdução, em algumas seções de forma a torná-lo mais didático. Na segunda seção, relacionada a métodos e procedimentos, far-se-á uma delimitação e breve caracterização do local do estudo, no caso a Bacia do Alto Paraguai. Este local foi escolhido, pois compreende uma riqueza imensurável em termos de águas, fauna e flora que formam o Pantanal. Dentro desta mesma bacia, nas partes mais altas estão os principais fatores de degradação destes recursos, principalmente, os hídricos. Deste

modo, o Cerrado dentro desta área necessita de prioritária atenção como forma de precaver alterações antrópicas maiores do que as que já se encontram instaladas.

A seguir, na terceira seção, será apresentada uma descrição dos agentes que afetam os principais recursos naturais nestes ambientes, provenientes da atividade agropecuária, bem como suas conseqüências. Além disso, realizou-se uma avaliação dos ecossistemas mais frágeis dentro destes biomas mais abrangentes, sinalizando para as possíveis espécies de fauna e flora ameaçadas devido à expansão da agropecuária no Cerrado. Na quarta seção do trabalho, os impactos sobre o uso de agroquímicos nos agroecossistemas com dados específicos sobre a bacia em estudo serão mais detalhados. Na quinta seção, serão feitas considerações sobre a atual situação da irrigação em áreas de Cerrado em especial no Centro Oeste e dentro da BAP. Por último, as considerações finais com uma análise dos principais aspectos mencionados no trabalho, bem como algumas sugestões de melhores padrões de uso da água pela agricultura e formas de manejo menos impactantes ao meio.

2 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho foi realizado através de uma pesquisa exploratória da bibliografia existente sobre o tema proposto. Trabalhos com escopo investigativo sobre os impactos da agropecuária dentro da Bacia do Alto Paraguai foram priorizados, entretanto trabalhos realizados em outras regiões com assuntos correlacionados foram utilizados. Várias foram as entrevistas com especialistas e técnicos dos órgãos governamentais ou não inerentes ao tema pesquisado. Ademais, órgãos como Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Universidades Federais foram instituições de pesquisas especialmente consultadas com vários pesquisadores entrevistados. Técnicos que lidam diretamente com produtores também tiveram um espaço relevante no trabalho, posto que retratam a realidade de forma mais pragmática vivenciada no campo.

A área de estudo escolhida foi a Bacia do Alto Paraguai por apresentar características peculiares e ao mesmo tempo por ser uma região agrícola e pecuária importante dentro dos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. O contraste em possuir áreas altamente produtivas e rentáveis economicamente e ao mesmo tempo abrigar um dos maiores ecossistemas alagados do mundo com uma vastíssima rede de

drenagem, além da imensa biodiversidade animal e vegetal, faz desta uma área essencial e interessante para ser pesquisada.

A bacia hidrográfica do Alto Paraguai possui uma superfície de 548.000 km². Destes, 346.301 Km² estão em território brasileiro compreendendo o sul e o sudoeste do Mato Grosso e o oeste e o noroeste do Mato Grosso do Sul².

O relevo desta área apresenta a mesma característica da região Centro Oeste. Na horizontalidade dos topos dos chapadões, não há uma separação nítida nos divisores de água, fazendo com que as drenagens das diferentes bacias estejam próximas umas das outras. A bacia compreende uma grande depressão, o Pantanal, tendo em seu entorno, no lado brasileiro, terras soerguidas constituídas de um planalto formado por depressões, patamares e depressões interpatamares.

Os solos das partes elevadas são compostos principalmente por latossolos e areias quartzosas, enquanto nas áreas com relevo movimentado predominam os podzólicos e nos trechos de maior rugosidade e bordas do planalto sobressaem solos litólicos e cambissolos (FEMAP, 1999: p.20). No Pantanal, predominam solos glei e lateritas hidromórficas.

O clima predominante é tropical úmido (AW), segundo classificação de koppen, caracterizado por estação chuvosa no verão e seca no inverno. A temperatura se acentua do sul para o norte da bacia. A precipitação é mais intensa na porção norte da bacia, podendo ultrapassar 2000 mm/ano, enquanto na porção sul, em alguns lugares nas depressões, atinge aproximadamente 1000 mm/ano.

A população do Alto Paraguai é composta por 1.839.050 habitantes, compreendendo 76 municípios, estando 31 em Mato Grosso do Sul e 45 em Mato Grosso, estando neste último as maiores aglomerações urbanas, incluindo a capital³. (mapa da bacia em anexo I)

² A Agência Nacional das Águas estabelece uma superfície de 363.592 Km² e o WWF considera uma superfície de 367.130,3 Km², ambas em território brasileiro. Os dados sobre a população da BAP foram obtidos no site da Agência Nacional das Águas / ANA - Regiões Hidrográficas do Brasil / Recursos Hídricos e Aspectos Prioritários. Disponível em www.ana.gov.br

³ Os dados sobre a população da BAP foram obtidos no site da Agência Nacional das Águas / ANA - Regiões Hidrográficas do Brasil / Recursos Hídricos e Aspectos Prioritários. Disponível em www.ana.gov.br

3 – A AGRICULTURA E OS RECURSOS NATURAIS

Desde o momento em o homem passou a dominar a natureza, fazendo da agricultura uma notável forma de apropriação do espaço – iniciaram-se as transformações neste meio. Tomando o conceito de sustentabilidade ecológica ⁴de modo estrito, pode –se dizer que neste momento ela foi afetada. O homem, para desenvolver suas habilidades e alcançar seus desejos, deveria fazer uso desta natureza. O grande problema foi a forma como o fez. Para se desenvolver, escolheu meios de produção ignorando completamente sua condição de também estar sujeito à natureza.

No setor agropecuário, nota-se que levou muito tempo para os produtores, assim como o poder público, perceberem que a forma de exploração dos agroecossistemas podia, em muitos casos, inviabilizar a atividade em longo prazo. Isto ocorre, justamente, pela exaustão de recursos naturais como o solo e as águas, que são mais diretamente envolvidos neste tipo de produção.

A partir desta constatação, emerge a urgência de se procurar novos padrões de produção cuja sustentabilidade ecológica seja minimamente respeitada, sem esquecer, contudo, da sustentabilidade econômica, caso contrário, mudanças não se estabelecem por muito tempo. Mas como tem sido a relação da produção pós-revolução verde com os recursos naturais?

De forma bastante sucinta, a Agenda 21 Brasileira para Agricultura mostra esse ciclo degradante da agricultura que pode ser esquematizado, como ilustra a figura 01 abaixo:

⁴ “Numa definição mais rigorosa, a sustentabilidade é a capacidade de um ecossistema de manter constante o seu estado no tempo”. (Kitamura, 1993,p.47) Ou seja, a sustentabilidade de um ecossistema ocorre quando as equivalências entre o fluxo de entrada e saída de matéria, energia e informações são mantidas (Glico em Kitamura, 1993, p.47).

Figura 01 – Ciclo degradante da agricultura (Agenda 21)



Assim, de acordo com o esquema, a retirada da cobertura vegetal original seria a responsável pela perda de grande parte da biodiversidade *in situ*, deixando o ecossistema mais vulnerável pela diminuição de sua resiliência. O manejo inadequado seria a causa de um grave problema ambiental que é a erosão, notadamente, a laminar⁵. Com a perda de solo provocada pela erosão, faltarão nutrientes para suprir as necessidades nutricionais das plantas, logo, haverá necessidade de fertilizantes. Os fertilizantes inorgânicos podem, em excesso, prejudicar a qualidade biológica do vegetal, contaminar os recursos hídricos, além de deixar o solo pobre em microfauna que inibe os inimigos naturais da plantação. Sem os inimigos naturais, surgem as pragas e, para combatê-las, são usados agrotóxicos, como, inseticidas, fungicidas, entre outros. Estas substâncias, dependendo do princípio ativo, podem ter um efeito residual longo e entrar em contato com o lençol freático e outros cursos d'água contaminando-os, além de se infiltrar na cadeia trófica dos ecossistemas e, em última análise, contaminar o próprio homem.

Kitamura (1993) acrescenta que, além dos problemas ambientais (após a conversão dos habitats) gerados pela agricultura, há ainda um outro, que deriva das condições de concentração de atividade econômica, notadamente a questão fundiária aliada à "modernização conservadora". O desenvolvimento desigual em termos de tecnologia gerou uma exclusão do produtor menor que, geralmente, é forçado a utilizar meios de produção e formas de manejo bem mais impactantes ao meio físico e biológico do que o produtor em maior escala. Entretanto, em muitos casos, é o único meio que ele conhece para sobreviver.

⁵ A erosão laminar é causada pela perda de solo superficial. Solos sem vegetação são os mais propensos a este tipo de erosão.

Além desta forma de pressão sobre os recursos hídricos, também existe a irrigação que faz uso mais direto da água. Esta relação será detalhada posteriormente neste estudo. Neste momento, será analisado como a agricultura interfere em alguns processos ecológicos do ecossistema, dando ênfase ao Cerrado, seguindo a ordem do esquema apresentado anteriormente na figura 01.

3.1 – Conversão de Habitats e a Biodiversidade

Os planos governamentais para expansão da área agrícola e pastagens no Cerrado e Amazônia na década de setenta/oitenta provocam uma ocupação intensa da Bacia do Alto Paraguai (BAP), especialmente, nas bordas da planície do Pantanal, que são áreas mais altas e não inundáveis. Segundo um estudo realizado no Pantanal (PCBAP,1997) em que foram utilizadas imagens de satélite e trabalho de campo, o mesmo possuía em 1990/1991 apenas 3,9% da área total desmatada. Em 1993, já apresentava 5,2% (7.280 hectares), detectado pelo método direto. Entretanto, este baixo índice de desmate pode ser creditado a vários fatores, entre os quais se destaca o fato de que, sendo uma planície de inundação, a sua ocupação é regulada pelo seu ciclo hidrológico (Silva et al, 1998). Além disso, por existir uma grande variedade de capins nativos nestas áreas alagáveis, a atividade predominante é a pecuária. As pequenas áreas de agricultura existentes são basicamente de subsistência, contudo há solos férteis na região de Miranda e Nabileque, onde na várzea esquerda do Rio Miranda se observam cultura de arroz irrigado (Id Ibid, p.1743).

Considerando a proporção maior da planície pantaneira localizada no MS, 66,9% do desmatamento no Pantanal ocorreu no estado do Mato Grosso do Sul (MS) e 33,1% no Mato Grosso (MT). Os municípios que mais possuem área desmatada dentro da planície pantaneira são respectivamente, Rio Verde de Mato Grosso, Porto Murtinho, Santo Antônio do Leverger e Corumbá. Ademais, as áreas mais atingidas pelos desmatamentos foram savana florestada (cerradão), savana arborizada (Cerrado, campo-Cerrado), floresta estacional semidecidual (mata seca, mata calcária) e savana estépica florestada (mata chaquenha, mata) (Silva et al,1998,p.1744).

Na região do planalto, a situação é distinta. Esta área é caracterizada por um intenso e desordenado desmatamento, sobretudo, com a utilização de solos muito arenosos. Dos desmatamentos ocorridos na BAP até 1994, 93,72% ocorreram em área do planalto

(predominância de Cerrado) e somente 6,28% na planície (Silva e Abdon, 2000). A pecuária domina, nesta área, principalmente, no estado do Mato Grosso do Sul (MS). Não obstante, aparecem áreas no planalto com agricultura altamente tecnificada, notadamente nas regiões dos chapadões. Na borda do Pantanal, mais especificamente no lado leste, a pressão de desmatamento maior é verificada nos montepios de Rio Verde, Santo Antônio do Leverger e Coxim. Também há uma intensificação nas áreas que norteiam os Rios Itiquira e Taquari, sendo que este último apresenta acentuado processo erosivo.

Entre outros prejuízos ao ecossistema, é sabido que a perda de biodiversidade colabora sobremaneira na redução da resiliência do mesmo. O Cerrado sempre foi considerado por muitos órgãos do governo e também pelos agricultores uma vegetação sem muito valor econômico, com solos mais fracos e, por isso mesmo, sempre relegado ao esquecimento, sobretudo, pelas políticas públicas. Atualmente se observa que só existem aproximadamente 20% da área de Cerrado com vegetação original intacta no Brasil⁶. O Cerrado ocupa 197 milhões de hectares aproximadamente⁷ sendo que Mantovani e Perereira (1998) indicam que 67,1% deste bioma estão perturbados ou altamente modificados. Ainda, Dias (1993) confirma em trabalho anterior que 79% do Cerrado estão de alguma forma alterados pela agricultura ou pecuária. Assim, restam praticamente 20% da área deste bioma em forma original, estando sob área de proteção em unidades de conservação federais somente 1,34% (2.642.661 ha.). Entretanto, apesar de nos estados também existirem unidades de conservação com este bioma, o total das UCs não deve ultrapassar 3% de sua superfície total.

No planalto, especialmente, os campos Cerrados sobre os chapadões estão sendo completamente substituídos pela lavoura mecanizada, com predomínio de monocultura de soja e algodão. Neste ritmo, muitas espécies raras e/ou peculiares podem se mostrar bastante vulneráveis. No estudo realizado pelo PCBAP(1997), aparecem algumas destas espécies. Entre elas, estão a *Dilkea margaretae* (maracujá arbustivo), *Lychnophora* sp. (gênero de medicinais) *Gomphrena officinalis* (paratudo-do-campo ou ginseng), *Esterrhazia splendida* (ornamental), *Zornia fluminensis* (leguminosa forrageira). Além disso, o estudo mostra que é grande a degradação das vegetações presente nos brejos, buritizais e cabeceiras dos córregos por assoreamento,

⁶ Informações obtidas através do site do WWF-Brasil. Disponível em www.wwf.org.br

⁷ Informações do WWF-Brasil

desmatamento direto ou indireto, causando um desequilíbrio com a invasão destes habitats por espécies dominadoras como a taboa (*Typha domingensis*) e a *Brachiaria arrecta*. Esta invasão irá influenciar na presença da ictiofauna e o restante da fauna aquática já nas nascentes dos rios do Pantanal. Ainda, alguns tipos de gramíneas africanas como a *Brachiaria decumbens* e a *Andropogon gayanus* e em menor escala a *Hyparrhena rufa* (Jaraguá) também são muito invasivas e extremamente competitivas com as gramíneas naturais e plantas herbáceas dos campos e Cerrados. Na Chapada dos Guimarães, no Parque Nacional, elas aparecem como agente modificador do ambiente mais importante do que o pisoteio humano ou o fogo (Id, Ibid, p.33-34).

Outro estudo realizado entre 1974 e 1986, já revelava que várias espécies vegetais estavam ameaçadas no estado do MS. Conceição (1987) argumenta que os principais motivos consistem no uso como fonte energética para indústria e expansão de agricultura e pecuária. Além disso, existe o fato associado ao de que nenhum plano de reposição está sendo executado. Outro ponto a se destacar é que, quando a reposição acontece, por vezes, estabelecem-se nos locais desmatados verdadeiras monoculturas de espécies exóticas ao ambiente. Este mesmo autor já advertia que, na região do pantanal, a descaracterização das "cordilheiras" (pequenas elevações), as formações isoladas (capões) e as matas ciliares vinham acontecendo de maneira assustosa, pela conversão destes sítios em gramíneas.

Entre as espécies vegetais potencialmente afetadas, o estudo detectou 10 ameaçadas, 19 muito vulneráveis e 11 vulneráveis (veja tabela completa em anexo A). Dentre as espécies mais ameaçadas, estão algumas populares como Aroeira (*Astronium urundeuva*), pequi (*Caryocar brasiliensis*), pau ferro (*Caesalpinia férrea*), jatobá-mirim (*Hymenaea stilbocarpa*), entre outras. Além destas, na listagem dos vegetais ameaçados de extinção, feita pelo IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente) em 1992, aparecem algumas que têm incidência na BAP (Bacia do Alto Paraguai). Entre elas, estão o mogno (*Swietenia macrophylla*), cerejeira (*Torresea acreana*) e *Aspilia grazielae*.

As espécies perdidas são importantes não só pelo valor econômico das mesmas, mas como reguladora dos ciclos ecológicos existentes dentro do ecossistema. Por exemplo, a extração de vegetação arbustiva e arbórea influencia diretamente no ciclo hidrológico, via perda de água por transpiração dos vegetais, notadamente, em plantio convencional onde o solo fica sem cobertura temporária. Além disso, outra justificativa

para manter-se parte da vegetação (reserva) é que várias espécies só conseguem completar seu ciclo de vida nestes locais. Quando a vegetação original é toda extraída, com frequência, as culturas são invadidas por estas espécies chamadas “pragas” que procuram alimentação no único lugar disponível que encontram. O documento sobre diversidade biológica, elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente no Brasil em 1998⁸, indica os seguintes bens e serviços oferecidos à agricultura pela biodiversidade para assegurar a produtividade e qualidade ambiental:

- o estoque de organismos permite o controle biológico natural;
- a participação de organismos vivos na manutenção dos ciclos naturais da água, energia, do nitrogênio e do carbono, entre outros;
- a polinização da qual dependem as culturas;
- as associações simbióticas;
- a resistência genética, que pode advir de espécies silvestres; e
- novas espécies de importância econômica.

Vale ressaltar o importante papel biológico da microfauna e microflora presentes nos ambientes agroecológicos, assim como os polinizadores. Além da decomposição da matéria orgânica do solo, os organismos simbióticos promovem a absorção de nutrientes, como o nitrogênio, evitando custos adicionais com o excedente desses insumos e evitando a poluição de cursos de água.

Outro assunto que gera polêmica é a questão do fogo no planalto e no Pantanal. O uso do fogo é antigo no Pantanal e vários são seus defensores, que justificam o uso controlado da queimada como um importante instrumento de prevenção dos grandes incêndios. Neste cenário, a bovinocultura é uma grande parceria, pois o boi come as macegas e touceiras que são verdadeiros combustíveis, quando secos. Isto faz tanto sentido que o boi foi apelidado de “bombeiro do Pantanal” (Pott em Barros, 1993). Entretanto, deve-se atentar para o uso indiscriminado do fogo, sem proteção suficiente, de modo que ele não se alastre para outras áreas como as cordilheiras (áreas mais elevadas com presença de cerradão), os capões, brejos e campos baixos que não necessitam ser queimados, pelo contrário, devem ser protegidos.

⁸ O documento é intitulado “Primeiro Relatório Nacional para Convenção sobre Biodiversidade Biológica”, Brasília: MMA, 1998.

Além da importância da biodiversidade *in situ* para a própria manutenção do ecossistema, a Bacia do Alto Paraguai também se apresenta como uma área importante de germoplasma. Há espécies úteis não só pelas utilidades medicinais, mas também econômicas, como as do gênero *Manihot* (mandiocas), gêneros de maracujás arbustivos e amendoins silvestres, endêmicos do local (PCBAP, 1997).

Estudos realizados pela equipe técnica da Embrapa Pantanal mostram que existem 95 espécies de mamíferos, 665 de aves, 162 de répteis, 40 de anfíbios e mais de 1.100 espécies de borboletas na região da Bacia do Alto Paraguai, incluindo o Cerrado do planalto. Das espécies animais em perigo de extinção detectadas pelo trabalho, muitas coincidem com os animais vertebrados que estão sob ameaça no ecossistema do Cerrado na lista oficial do IBAMA, através da portaria 1.522 de 1989.

Das espécies ameaçadas de extinção, estão Coatá-preto ou macaco-aranha (*Ateles paniscus*), ariranha (*Pteronura brasiliensis*), lontra (*Lutra longicaudis*), cachorro-do-mato-vinagre (*Speothos vinaticus*), lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), cachorro-de-orelha-curta (*Atelocynus microtis*), jaguatirica (*Felis pardalis*), onça-parda (*Felis concolor*), ⁹onça-pintada (*Panthera onca*), gato palheiro (*Felis colocolo*), gato do mato (*Felis tigrina*), gato do mato pequeno (*Felis geoffroyi*), maracajá (*Felis wiedii*), o veado-campeiro (*Ozotocerus bezoarticus*), cervo-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*), tatu-canastra (*Priodontes maximus*) e Tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*). Das aves, as principais espécies em extinção são a arara-azul (*Anodorhynchus hyacinthinus*), o bicudo (*Oryzoborus maximiliani*) e a jacutinga (*Pipile jacutinga*).

3.2 - Os solos e a sua função ecológica

Baseado em uma série de características físicas, químicas e morfológicas estabelecem-se várias denominações para as diferenças entre os solos. Na área de Cerrados, os dois solos que predominam são o Latossolo Vermelho Escuro (LE) e o Latossolo Vermelho Amarelo (LV) (Lobato; Ritchey, 1980). Em geral, estes são solos mais profundos e apresentam alta saturação de Al (alumínio), o que pode representar toxidez às culturas. O LE apresenta maior quantidade de argila; e o LV, menor. Em contrapartida, este último é composto de alto teor de areia (60% entre 0-20 cm) (Id,

⁹ Apesar de alguns pesquisadores concordarem que este não é um animal que deveria estar nesta lista, ele consta na lista oficial do IBAMA. Esta lista está disponível no *site* do órgão.

ibid,1980) o que o torna com ótima drenagem, embora com alta tendência para lixiviação de nutrientes. Provavelmente, um dos grandes problemas da acentuada sedimentação dos rios do Pantanal reside no fato de solos com esta textura estarem sendo largamente utilizados na atividade agropecuária. O solo com alto teor de areia se desagrega com maior facilidade, influenciando fortemente no processo erosivo. Estes solos arenosos são muito comuns no planalto da BAP, sendo que, no estado de MT, eles estão presentes numa extensão de 261.997,32 Km². Ocorrem no planalto dos Parecis – o interflúvio entre a Bacia do Amazonas e a BAP -, sobre o Planalto dos Guimarães, estendendo-se para leste até Barra do Garças e Araguaiana (Ferreira, 2001). Todavia, também é interessante ressaltar que o solo muito argiloso, por ter uma drenagem deficiente, pode acarretar problemas de compactação se não for bem trabalhado.

Os solos são formados e também modificados em função de sua matriz mineralógica, do relevo, do clima e dos organismos vivos que eles contêm (Guerra; Cunha, 1996). Desta forma, não podemos considerá-lo uma entidade estática. Seu dinamismo ocorre em função da modificação destes fatores que podem ser de ordem natural, mas também pode conter influência antrópica.

A agricultura é uma atividade que, dependendo da forma de manejo e das culturas escolhidas, pode modificar grandemente as quantidades e disponibilidade de elementos químicos no solo, suas propriedades físicas e ainda seus componentes biológicos. Segundo Gleissman (2001), algumas características básicas servem como parâmetros de avaliação sobre a origem e o estado de conservação do solo. Entre elas:

- Textura – é identificada pelo tamanho das partículas minerais do solo (cascalho, areia, silte e argila). A argila controla propriedades mais importantes, como a plasticidade e a troca de íons entre partículas, com a água e com o solo. Contudo, pode ter problemas de drenagem e, quando seco, exibir rachaduras (p. 217).
- Estrutura – é como a macro estrutura do solo se apresenta, ou seja, como as partículas se juntam originando diferentes tamanhos e formas. Na perspectiva agroecológica, uma boa estrutura grumosa é de considerável importância, pois partículas que estão mais coesas em agregados resistem à erosão pelo vento e pela água, mesmo em épocas do ano quando a vegetação é mínima (p.219).

- Cor – é importante na medida em que permite a um primeiro olhar uma identificação, além de se perceber através dela a história do desenvolvimento e manejo do solo;
- Capacidade de troca de cátions – é determinada pela maior ou menor solubilidade dos nutrientes e sua respectiva absorção pelos vegetais
- Acidez e Ph do solo – é o equilíbrio ácido/base. Quando o Ph é muito alto ou muito baixo (Ph neutro = 7) ele afeta a disponibilidade de nutrientes e ainda pode ser tóxico às plantas. A acidez pode ser alterada via processos naturais, mas a ação antrópica potencializa isto, já que uma das formas de acidificação é decorrente da perda de bases por lixiviação e ainda a retirada de plantas que absorvem íons dos nutrientes (p.223).
- Salinidade e alcalinidade – Os sais existem naturalmente no solo, via intemperização do material de origem e/ou em ambientes onde há chuvas escassas e muita evaporação. Entretanto, em culturas irrigadas, adubações contínuas ou inadequadas com fertilizantes de alto índice salino, como o cloreto de potássio, induzem a problemas de salinidade na zona radicular, bem como ao favorecimento a eutrofização dos mananciais hídricos (Gomes et al, 2000, p.31).

Adubação

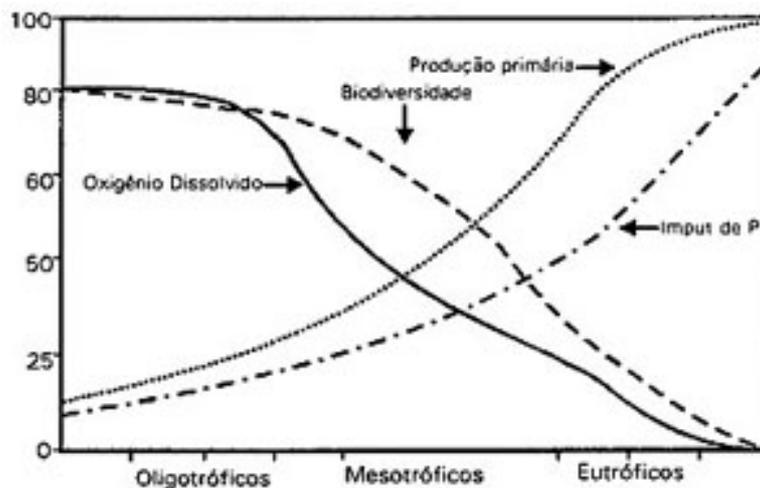
Várias são as substâncias presentes no solo que desempenham papéis importantes na nutrição das plantas. A concentração das mesmas depende das rochas que foram matrizes para sua formação, além de outros fatores. Em um ecossistema natural, as plantas conseguem se sustentar pela ciclagem destes nutrientes através dos vários compartimentos do agroecossistema - ar, água solo, planta - dentro de um equilíbrio dinâmico. No entanto, com a agricultura, o sistema se abre, pois há saída de nutrientes via colheita, lixiviação e volatilização. Desta forma, torna-se necessária a suplementação de nutrientes que pode ser feita através de adubação orgânica ou inorgânica (mineral).

No contexto atual da agricultura de grande escala/mecanizada, os fertilizantes mais usados são os inorgânicos que, em excesso, podem trazer vários problemas. Gomes et al (2000, p.40) observa que a utilização além do que a planta necessita provoca uma super absorção de nutrientes pela planta e aumenta a disponibilidade dos elementos

no sistema solo-água, levando a desequilíbrios no ambiente, além de poder acarretar a diminuição da qualidade biológica do vegetal.

Um destes desequilíbrios, por exemplo, é a eutroficação artificial, provocada através do acréscimo de nitrato e fósforo via fontes difusas provenientes da atividade agrícola. O nitrato pode ser incorporado aos lençóis e cursos d'água, principalmente, pela lixiviação, enquanto que o fósforo é transportado em maior proporção por escoamento superficial. A eutroficação ocorre quando o acréscimo destes nutrientes na água estimula a proliferação de algas, gerando acúmulo de matéria orgânica. Este evento influencia outros parâmetros que atuam na qualidade da água, como o aumento da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) para o metabolismo das algas que estão no ambiente aquático provocando a falta do oxigênio neste meio. Em casos extremos de escassez deste gás ocorrem mortes de peixes e outros seres da biota aquática. Abaixo, a figura 2 mostra os principais processos envolvidos na eutroficação dos recursos hídricos (Corel,1998 apud Gomes et al,2000,p.29).

Figura 2 – Processos envolvidos na eutroficação



Oligotróficos –ambiente com pouca matéria orgânica (MO)

Mesotróficos – MO moderada

Eutrófico –MO abundante

Pela observação da figura, notam-se os efeitos comentados anteriormente, como o aumento de produção primária (algas) via introdução de fósforo no sistema contrastando com o decréscimo de oxigênio dissolvido e conseqüente perda de biodiversidade.

Os fertilizantes nitrogenados, assim como os fosfatados, têm limites máximos de tolerância para água potável. O nitrito gerado da reação do nitrato é tóxico à saúde humana e animal, sendo o valor máximo admitido de 10mg/l de N-NO₃ no caso de da água potável em vários países. Alguns animais jovens podem sofrer intoxicações em concentrações de 5mg/l de N-NO₃ via ingestão de água. Animais mais velhos podem ser prejudicados pela diminuição da produção de leite, deficiência da vitamina A, distúrbios na tireóide e problemas na reprodução (Pimentel, 1996 apud Gomes et al, 2000).

Os fertilizantes fosfatados, além do problema da eutroficação, que ainda não é tão intenso em países tropicais¹⁰, apresentam em sua composição elementos radiativos como o Urânio e o Cádmiio, aos quais os agricultores ficam expostos, seja diretamente ou por inalação (Gomes et al, 2000).

O maior problema dos adubos orgânicos, principalmente os gerados por resíduos urbanos e industriais, é que podem conter elementos desconhecidos além de metais pesados e ainda há muita incerteza sobre as potenciais conseqüências aos ecossistemas e à saúde humana provenientes destes eventuais compostos. À comunidade científica cabe o estudo mais intenso dos produtos que estão sendo demandados para o uso agrícola na tentativa de evitar problemas ambientais maiores (Id, ibid).

3.2.1- Os solos no Cerrado e sua importância no processo erosivo

Para se avaliar o grau de erodibilidade de um solo utilizam-se vários critérios, como: os tipos de solo, o relevo, a drenagem e pluviosidade. Segundo Veneziani et al (1998) deveria se dar mais atenção aos fatores geológico-estruturais ao se fazer esta análise. As propriedades físico-química-mecânicas dos tipos de solo são diretamente relacionadas ao potencial de desagregação e erodibilidade. As chuvas, ventos e insolação são alguns dos fatores naturais que aparecem como forma de desencadear ou acentuar este processo. Ou seja, naturalmente a "erosão depende das relações existentes entre a capacidade erosiva da chuva e os fluxos de superfície e subsuperfície, assim como da suscetibilidade dos materiais a serem erodidos"

¹⁰ Cunha et al (2000) aponta que este problema ainda se concentra mais em países ricos que se utilizam mais deste fertilizante, pois os solos dos países tropicais apresentam grande capacidade de fixação de fósforo, além de apresentarem perfil mais profundo, dificultando a percolação.

(Mafra,1999, p. 302). Ademais, as atividades antrópicas como a agricultura, por exemplo, podem acelerar o processo. Este último fator poderia ser amenizado se manejos adequados e práticas conservacionistas fossem adotados no trabalho do solo.

Os dois tipos de erosão mais comuns são a laminar e as por sulcos, ravinas e voçorocas¹¹. Na Bacia do Alto Paraguai, na parte dos Cerrados situados nos chapadões, ocorre a erosão laminar que, por ser pouco perceptiva, pode causar um grande problema de perda de solo, gerando perda de fertilidade e custos a longo prazo. A diminuição progressiva do horizonte superficial causada pela erosão laminar pode influenciar no crescimento de raízes e na percolação¹² de água no solo até o ponto de reduzir a produção de biomassa vegetal, conseqüentemente, a proteção do solo (Id, ibid, p. 308).

Nas áreas de transição entre as partes mais altas e a planície podem ocorrer grandes erosões, como por exemplo, observada na figura 3. Nota-se uma vossoroca em estágio avançado na região de Alcinópolis (MS).

Figura 3 –Vossoroca na Bacia do Alto Taquari



Fonte: Padovani, C. R.– Embrapa Pantanal, 2000

¹¹ A diferença entre erosão laminar ou em sulcos é que a primeira provoca perda de solo ao longo de uma superfície, enquanto a segunda é produzida pelo escoamento linear e concentrado da água provocando sulcos. As ravinas são pequenos sulcos formados no solo e as voçorocas são escavações mais profundas podendo até expor o lençol freático.

¹² A percolação é o movimento de penetração da água no solo.

Outra causa de erosão, gerada pela atividade agropecuária, é o pisoteio do rebanho sempre no mesmo local, provocando uma compactação do solo e propiciando um local para o escoamento da água, como se observa na figura 4.

Figura 4 - Área de pastagem em declive evidenciando sulco erosivo formado pelo gado.



Fonte: Padovani,C.R.– Embrapa Pantanal,2000.

Ainda, em um estudo desenvolvido pela Embrapa Pantanal (Corumbá-MS), sobre a Sub-Bacia do Alto Taquari (BAT), pertencente à Bacia do Alto Paraguai (BAP), notam-se áreas críticas de erosão avançada e assoreamento, semelhante à observada na figura 5. Esta é uma área no planalto, onde o curso d'água está desaparecendo.

Figura 5 – Curso d'água assoreado localizado no município de Alcinoópolis (MS).



Fonte: Padovani,C.R.– Embrapa Pantanal,2000.

A próxima imagem (fig. 6) apresenta uma forma de manejo inadequado de plantio em área de declive com a formação dos primeiros sulcos.

Figura 6– processo erosivo por manejo inadequado. Ao fundo curso d'água



Fonte: Padovani, C.R.–Embrapa Pantanal,2000.

Através da imagem anterior, nota-se que parte do material erodido vai parar dentro do curso d'água, contribuindo para o assoreamento do mesmo, em última análise, levando mais sedimento para a Bacia do Baixo Pantanal. Alguns pesquisadores questionam até que ponto o processo antrópico impacta o Pantanal, já que ele é uma bacia aluvial formada por sedimentos. Um exemplo claro é trazido por Adamoli(1995) quando ressalta que o Rio Taquari, ao longo de sua história, formou um leque aluvial de 50.000 Km² e neste processo assoreou, muitos leitos d'água e formou outros. A figura 7 mostra um arrombamento das margens do rio Taquari com distribuição do fluxo d'água para dentro da planície pantaneira. Este processo altera habitats e inunda pastagens nativas.

Figura 7 – Arrombamento das margens do Rio Taquari na planície pantaneira

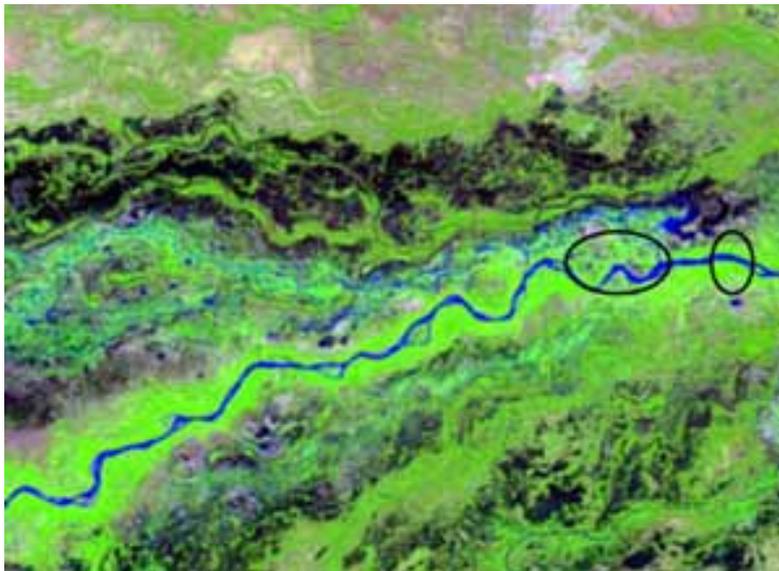


Imagem: EMBRAPA Campo Grande (MS)

Não resta dúvida que apesar de ser um processo natural este está sendo demasiadamente acelerado pelas ações do homem. Neste caso especificamente o assoreamento a montante contribuiu muito para o arrombamento das margens do rio. Mas, até que ponto as ações antrópicas influem nas mudanças? Ainda não se sabe. Mas a figura anterior é uma demonstração deste curso degradante, que coloca em risco os recursos hídricos, as atividades deles derivadas e as espécies deles dependentes, além da sustentabilidade da própria atividade agropecuária.

A vegetação natural, principalmente, a de grande porte e densa, contribui muito para evitar a erosão (Veneziani et al,1998). Deste modo, o tipo de cobertura vegetal pode implicar em maior ou menor perda de solo. O quadro 1 abaixo, baseado em estudos realizados em Campinas (SP), mostra essas diferenças.

Quadro 1 – Efeitos erosivos das distintas coberturas vegetais (Campinas-SP)

Uso da terra	Erosão (ton./há./ano)	Runoff (%) (escoamento superficial)
Floresta	0,001	1,1
Pastagem	1,0	1,6
Café	1,4	1,6
Algodão	36,0	8,2

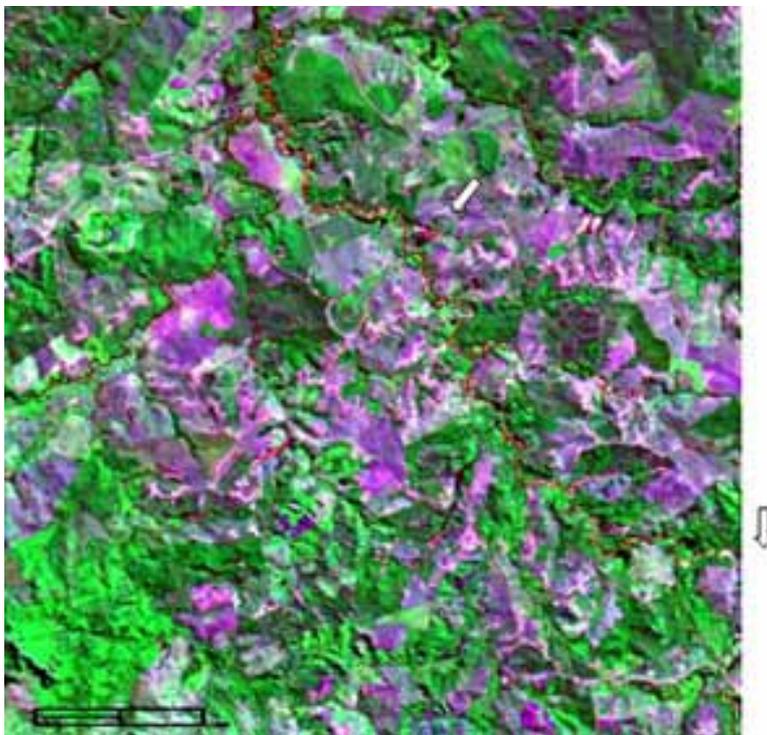
Fonte: Lal 1990 em Mafra 1999,p.309.

É conveniente ressaltar algumas características a respeito da Bacia do Alto Taquari, mencionada anteriormente, dada à quantidade de referências sobre a mesma e sua tendência à erosão hídrica. Sua nascente ocorre em área de planalto no Mato Grosso indo até o município de Coxim (MS), e depois disso, corre para planície. A grande concentração estival das chuvas e a natureza friável¹³ do substrato, com predomínio de arenitos não consolidados, determinam a grande incidência de altas taxas erosivas e conseqüentes transportes de sedimento que são carregados para o curso inferior do rio no Pantanal (Santos e Crepani,1993 em Oliveira et al, 2000,p.9). Adamoli (1995) comenta que a declividade mínima (10-15 cm/km) nos 250 Km que o rio Taquari percorre dentro do Pantanal realmente agrava a questão do assoreamento. Além disso, as texturas arenosa e média em alguns sítios de maior declividade aceleram o processo. Este panorama pode ser observado através de imagem geoprocessada do rio Camapuã (figura 8), dentro da Sub-Bacia do Taquari, onde vários bancos de areia (pontos brancos) ao longo do curso do rio são notados, além de áreas com vossorocas¹⁴.

¹³ Natureza friável se refere a forte tendência para fragmentação.

¹⁴ Nesta imagem, verde é vegetação de Cerrados e magenta ou lilás é área de pastagem. Quanto mais claro for a cor lilás, mais solo está descoberto e maiores são os problemas de erosão.

Figura 8 – Imagem do rio Camapuã (Sub-bacia do Taquari) mostrando bancos de areia depositados em seu leito.



Fonte: EMBRAPA Campo Grande (MS)

Através de um estudo realizado, na Sub-Bacia do Alto Taquari, em 1994, sobre perda de solo¹⁵, ficaram evidenciadas as regiões mais críticas, como, o município de Alto Araguaia (MT) com potencial de perda de 990 t ha.⁻¹ ano⁻¹, bem acima da média da perda da bacia (555,6 t ha.⁻¹ ano⁻¹). Os outros municípios em situação preocupante são Costa Rica (MS), Rio Verde do Mato Grosso (MS), Alto Taquari(MT) e Alcinópolis(MS). A perda média de solo da BAT, em 1994, foi estimada em 70,39 t ha.⁻¹ ano⁻¹, o que é considerado um grau alto de erosão (50 a 200 t. ha.⁻¹ ano⁻¹ (Galdino et al, 2000, p.67). A gravidade aumenta proporcionalmente ao aumento de desmate nesta bacia. No período de 1977 a 1991 constatou-se um aumento de 50% na área utilizada para pastagens cultivadas e agricultura. Ainda, os solos Areias Quartzosas – mais susceptíveis à erosão – foram os que apresentaram maior taxa de ocupação agropecuária (Oliveira et al, 1993, p.8). Atualmente, a região do Alto Taquari possui 233.250 hectares (ha.) em lavouras, sendo a soja a cultura dominante (195.948 ha) (IBGE, 2002). Quanto às pastagens cultivadas para pecuária as maiores áreas se

¹⁵ A perda de solo na BAT foi avaliada utilizando-se a Equação Universal de Perda de Solo (USLE) através de técnicas de geoprocessamento e rotinas computacionais (Galdino, s et al, 2000,p.67)

encontravam em Camapuã-MS (414,567 ha.), Coxim-MS (247,382 ha.) e Alcinópolis-MS (233,677 ha.). Abaixo, na figura 9, está representada a BAT como seus municípios componentes.

Figura 9 – Localização da Sub-bacia do Alto Taquari evidenciando os municípios que a compõe na área de planalto



Fonte:Oliveira et al,2000

3.3 – A Água e o Agroecossistema¹⁶

A maior parcela da água, que é precipitada sobre a forma de chuva na superfície terrestre em um determinado lugar, não é aproveitada pelas plantas e pelos animais, perdendo-se pelo escoamento, infiltração e evaporação e retenção pelas folhas dos vegetais. A água presente na superfície da terra, nos oceanos e na atmosfera muda de lugar e de estado físico em um movimento contínuo e integrado denominado de ciclo hidrológico.

¹⁶ Agroecossistema é um termo utilizado neste texto como um ecossistema onde se pratica a agricultura.

Esse ciclo envolve quatro etapas segundo Garcez e Alvarez (1988, p.3):

- “precipitações atmosféricas (chuva, granizo, neve);
- escoamentos subterrâneos (infiltração, águas subterrâneas);
- escoamentos superficiais (torrentes, rios e lagos);
- evaporação (das águas e do solo) e transpiração vegetal e animal”.

A água que atinge a superfície pode infiltrar-se devido à textura apropriada do solo e às condições topográficas favoráveis ou então escoar quando o solo estiver saturado, atingindo as partes mais baixas do terreno acumulando-se nas depressões ou escoando através dos rios. A água infiltrada retorna à superfície, após ser absorvida e transpirada pelos vegetais, ou é evaporada do solo pela incidência da radiação solar ou aumento de temperatura. Também penetra mais profundamente no solo, atingindo o lençol subterrâneo, alimentando as nascentes ao longo da bacia hidrográfica. A evaporação da água na superfície continental, juntamente com evaporação nos oceanos, ao atingir altitudes elevadas, condensa-se e precipita-se, dando continuidade ao processo.

A diversidade de um ecossistema pode ser compreendida como uma situação que favorece o equilíbrio dinâmico do meio. Situação diferente é o que acontece com o agroecossistema que apresenta como característica a simplificação do ambiente, alterando inclusive a regularidade do ciclo hidrológico.

No plantio convencional, quando o solo fica exposto, a radiação incide diretamente na superfície intensificando a evaporação da água no solo. Ao mesmo tempo, a redução da matéria orgânica diminui a atuação de microorganismos no solo e, em decorrência, reduz a porosidade dificultando a penetração da água. Quando chove, o escoamento superficial tende a tornar-se intenso, favorecendo a erosão laminar ou quando o fluxo da torrente for concentrado facilita a formação de ravinas¹⁷. Se a água infiltra menos, conseqüentemente o lençol freático não é devidamente abastecido pela água da chuva e, assim, não atua enquanto elemento regulador na manutenção do nível d'água dos rios. A redução da infiltração diminui a disponibilidade de água para os vegetais que ficam dessa forma mais suscetíveis ao estresse hídrico.

¹⁷ Ravinas são pequenos sulcos formados no solo

Inúmeros fatores ligados à agricultura contribuíram para o declínio da qualidade ambiental dentro da Bacia do Paraguai. Ao ecossistema regional foi adicionado um conjunto de substâncias sem as quais a prática adotada pela agricultura intensiva e de grande produtividade não se efetivaria. A inadaptação das técnicas adotadas no Cerrado, associada à falta de cumprimento das normas estabelecidas pelo Código Florestal, foram responsáveis pela degradação desse ecossistema.

Por uma década e meia a destruição foi sinônimo de “desenvolvimento” no Centro-Oeste. O crescimento da produção agrícola foi tratado ufanisticamente pelo Estado e pela classe produtora. Apenas os benefícios gerados com o aumento da produção, arrecadação de impostos, surgimento de cidades e geração de emprego eram observados. Os impactos sociais e ambientais foram ignorados ou tratados de forma marginal por um longo período, desde o final dos anos 70 até o término da década de 80.

A vegetação original foi substituída em nome do progresso pela pastagem exótica e pela agricultura dependente dos insumos químicos. Além desses empreendimentos outros foram implantados na Bacia do Paraguai, envolvendo usinas de açúcar e destilarias de álcool, projetos integrados de suinocultura e avicultura, frigoríficos e matadouros, indústrias de esmagamento de soja e laticínios, seguidos de crescimento populacional e urbanização acelerada.

O monitoramento realizado nos anos de 1997/ 98 envolvendo os principais rios tributários da Bacia do Rio Paraguai, demonstrou que a qualidade das águas desses rios é satisfatória, havendo situações, como dos rios Itiquira (MT), Apa, Correntes e Piquiri onde a análise do oxigênio dissolvido variou da qualidade ótima a boa. Entretanto, noutros tributários, como o rio Cuiabá, a qualidade da água variou de aceitável a péssima.(FEMAP, 1999: p.21).

Alguns cursos d'água apresentaram variação na qualidade de ótima a péssima, incluindo nessa categoria o Rio Nabileque. Ocorre que no trecho pantaneiro o maior volume de matéria orgânica e a menor velocidade das águas no canal favorecem a decomposição, alterando assim o teor de oxigênio dissolvido. O monitoramento não demonstra a contaminação da água por resíduos químicos provenientes da atividade

agro-pastoril, porque esse parâmetro ainda não foi alvo de levantamento realizado por parte dos órgãos governamentais.

Apesar da fraca atividade agrícola na bacia no Mato Grosso do Sul se comparado ao Mato Grosso, ainda assim, preocupa porque a cada momento os órgãos de pesquisa criam variedades adaptadas a solos frágeis, possibilitando no futuro a incorporação de solos mais arenosos ao processo de cultivo, quando hoje são destinados para a pecuária. A tendência no futuro é o aumento da área cultivada, com conseqüente deterioração na qualidade das águas.

3.4 – Alguns ecossistemas prioritários para a proteção em áreas de Cerrado da BAP

Algumas áreas por apresentarem determinada função ecológica dentro de um ecossistema ou por serem peculiares e/ou singulares ou ainda abrigarem espécies endêmicas merecem atenção especial quando se pensa em preservação e conservação. Um dos grandes problemas da atividade agropecuária, notadamente a agricultura, é a total retirada da cobertura vegetal na maioria das áreas para o plantio das monoculturas. Além disso, muitos proprietários avançam com as plantações sobre áreas que são de preservação permanente, conforme previsto na legislação, como as margens dos rios e córregos e as encostas, entre outras¹⁸. Outro problema grave que acontece nas áreas de Cerrado no planalto é que as nascentes dos rios que vão formar o Pantanal, muitas vezes, são utilizadas de forma indiscriminada. É muito comum estas nascentes serem represadas e o fluxo interrompido ou diminuído em alguns cursos de água dentro de diversas propriedades. Outro fator de escassez é provocado pelo desmatamento destas nascentes como se observa na figura 10. O Estado, por sua vez, não possui nenhum controle sobre esta situação por conta da difícil identificação e monitoramento.

¹⁸ Os "chapadões" são áreas especialmente afetadas pela conversão intensa deste habitat em monoculturas (soja, principalmente), muitas vezes não respeitando os limites das áreas de preservação permanente.

Figura 10 – Nascente do Córrego Monjolo no Município de Chapada dos Guimarães (MT)



Foto: Mario Friedländer

Na Bacia do Alto Paraguai, algumas áreas, como veredas, alagados, as matas ciliares, os campos de murundus, os cursos d'água e nascentes, as áreas pedregosas e áreas com maior declividade, são importantes e merecem uma maior atenção dos legisladores e órgãos públicos de gestão. Em geral, esses ambientes são chamados de 'áreas reduto' (ou refugio), e são verdadeiras ilhas de vegetação que, no período seco, mantêm, normalmente, a sua produtividade¹⁹. Posteriormente, será feito um detalhamento da função ecológica destas áreas presentes dentro do bioma do Cerrado na área deste estudo.

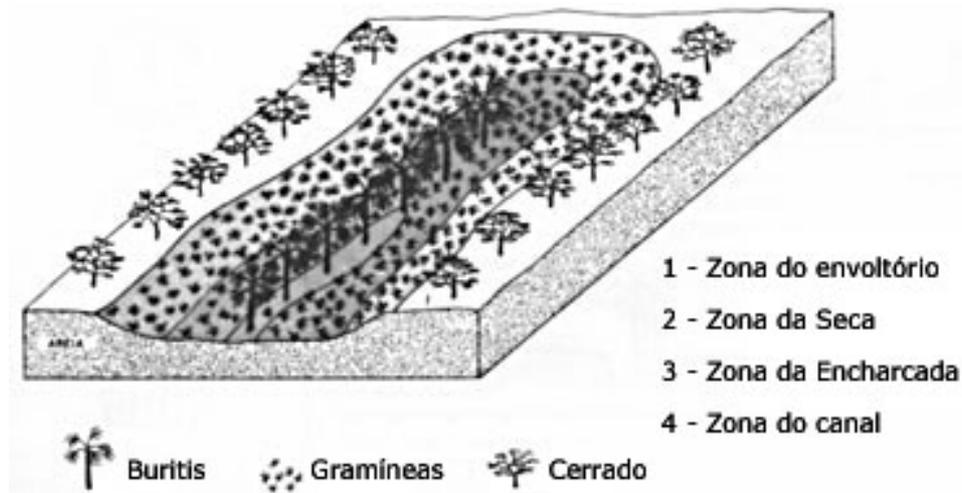
Veredas

As veredas são formações fitogeográficas contornadas pelo Cerrado. São áreas com afloramento do lençol freático (ou próximo à superfície) em que a umidade é constante. Assim seu solo é rico em húmus e tem uma vegetação que lhe é bastante característica, especialmente, pela presença da *Mauritia vinifera* – o buriti (Castro, 1980, p.326). Elas têm áreas distintas e no seu entorno é marcante a presença do Cerrado chamada zona do envoltório. A seguir, aparece a zona seca e a zona úmida com gramíneas e pequenos arbustos e então a zona do canal onde pode haver um

¹⁹ <http://www.geocities.com/RainForest/9507/fauna.htm> - 08/04/02, 8:50.

fluxo contínuo de água. Neste último sítio, é característica a presença dos buritizais²⁰. Esta descrição aparece esquematizada na fig. 11 adiante.

Figura 11 – corte esquemático de uma vereda



Fonte: Castro, 1980, p. 329

As Veredas, por apresentarem uma abundância de água, possuem a vegetação constantemente verde e servem de refúgio para animais, como a capivara, por exemplo, e diversas aves, que se alimentam e bebem água neste local. Neste sentido, Castro op cit observa que as veredas são comparadas a um “oásis” em relação ao Cerrado.

O que ocorreu muito freqüentemente com a expansão das áreas agrícolas no Cerrado é que muitos agropecuaristas não respeitaram os limites das veredas, incorporando nas áreas de cultivo as zonas que circundavam o canal (figura 11). Com isso, as erosões freqüentes nestes solos arenosos, principalmente em épocas de chuva, levam o excesso de areia que invade as áreas dos buritizais matando (sufocando) esta vegetação.

²⁰ As colônias de buritis (Família Palmáceae), além de várias outras utilidades dentro do ecossistema, são importantes para a fotointerpretação na identificação das veredas (Castro, 1980).

Figura 12 – área de vereda na região de Guiratinga (MT) desmatada e utilizada para pastagem até o canal de água

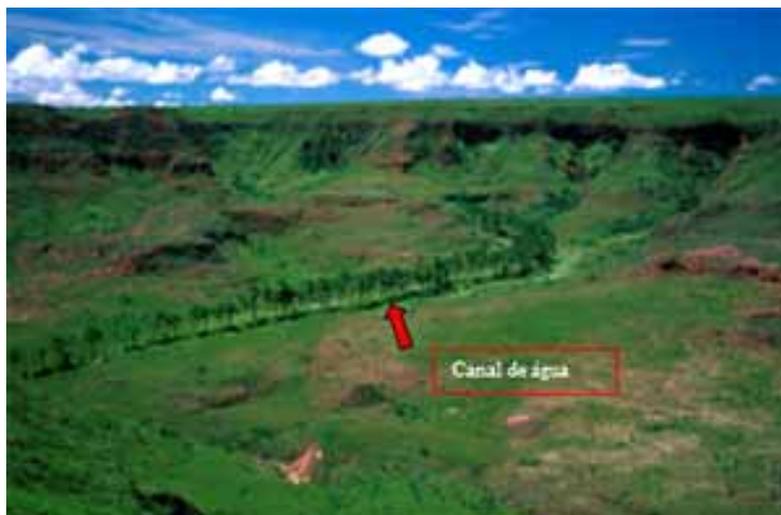


Foto: Mario Friedländer

Este quadro é agravado pelo alto teor de areia e pela declividade do solo. Percebe-se que o relevo é de transição entre uma parte mais baixa e uma parte mais elevada denominada chapada. Todos estes fatores favorecem à erosão desta área. Além disso, assoreia o curso d'água presente nestas áreas. Estes quadros também podem ser observados nas figuras 12 e 13 dentro da Bacia do Alto Taquari.

Figura 13 – Córrego Água Limpa próximo da desembocadura com o Ribeirão Bom Sucesso. Leito assoreado devido voçoroca à montante.



Fonte: Padovani, C.R.– Embrapa Pantanal, 2000.

Figura 14 – banco de areia no canal assoreado matando o buritizal



Fonte: Padovani, C.R.– Embrapa Pantanal, 2000.

As veredas, atualmente, são protegidas pela legislação estadual do Mato Grosso (100 metros a partir do canal), mas muito aquém da área que precisaria pois, segundo Castro op cit, seria de 800 metros a partir do canal principal. Na verdade, parte do Cerrado presente no entorno das veredas também deveria ser mantida para a sustentabilidade ecológica das mesmas. A proteção se justifica não apenas pela beleza cênica indiscutível, mas, principalmente, pelo refúgio que oferece para pequenos roedores, aves, para a diversidade de microorganismos existentes e também para a

conservação da água deste local. Quanto à localização das veredas, elas aparecem constantemente nas áreas de Cerrado do planalto, como por exemplo, na região da Serra da Petrovina nos municípios de Pedra Preta (MT) e Alto Garças (MT)

Campos de Murundus

Os campos de Murundus apresentam-se na região do Cerrado com uma paisagem característica pelo elevado teor de água no solo. Vasconcelos (1998 apud Silveira 1998) esclarece que, no estado do Mato Grosso, na região dos planaltos, esta fisionomia está relacionada às características das vertentes, ou seja, características morfopedológicas e do funcionamento hídrico.

As áreas são características por apresentarem baixa declividade. Por todo o campo, aparecem pequenas elevações – os murundus - que possuem parte da vegetação diferenciada. É peculiar a presença de térmitas (cupinzeiros) em grande parte dos murundus, sendo que muitos deles se apresentam parcialmente destruídos pela ação dos tatus e tamanduás que, ao fazê-lo, estariam contribuindo para o acréscimo da área destes montes de terra.

Outra característica dos campos de murundus é a vegetação adaptada à saturação hídrica (Eiten, 1975; Oliveira Filho, 1989; Vasconcelos, 1998 em Silveira, 1998). Silveira op cit, em estudo realizado em Campo Novo dos Parecis, atesta a presença de espécies com características de campos úmidos como a *Drosera sessilifolia*, *Polygala angulata*, *Syngonanthus speciosus*, *Xyris hymenachne* e *Eriocaulum gibbosum*. Deste modo, a flora destes campos pode ser profundamente alterada ou desaparecer com a drenagem que se faz para o uso agrícola destas áreas.

Uma das justificativas para não se utilizar estas áreas está no fato de que a erosão laminar alongaria os murundus levando uma fina camada de solo sobre os campos que os circundam, mas suficientes para produzir uma resposta diferenciada da vegetação já que as mesmas estão adaptadas a áreas mais úmidas. Além disso, constituem área de alimentação de tamanduás - mamífero ameaçado de extinção - e ainda, para serem utilizáveis para agricultura, estas áreas necessitam serem drenadas, o que também influencia nas relações ecológicas locais. Assim, por apresentarem características tão peculiares do restante do sistema, fica evidente a necessidade de preservação destas áreas.

Matas ciliares, formações rochosas e áreas com alta declividade

Como expresso anteriormente, é imprescindível a preservação de áreas em torno de nascentes e dos cursos de água. É bastante intuitivo o motivo para tal ação, mas, de qualquer modo, é conveniente esclarecer o papel ecológico que a vegetação em torno destas áreas exerce. Além da fixação das bordas dos cursos d'água pelas raízes dos vegetais, elas desempenham um papel de filtro contra as águas (muitas vezes carreando material contaminante) que sobrevêm das partes mais altas. Além disso, é uma área rica em biodiversidade que, se for mantida em todas as margens, tem a função de corredores ecológicos. A fragmentação destas florestas transforma grandes extensões de habitats naturais em numerosas ilhas, isoladas umas das outras, contribuindo com o desaparecimento de várias espécies vegetais e animais. Assim, um aspecto muito importante na recuperação, manutenção e manejo de matas ciliares está relacionado com a diversidade de espécies arbóreas que concorre para atrair e favorecer a persistência de espécies animais²¹. O Mato Grosso, por exemplo, tem uma malha de drenagem tão grande que se só essas áreas fossem respeitadas, sem fragmentação, talvez não houvesse mais preocupação com extinção de espécies.

Áreas pedregosas (afloramentos, solos litossólicos, regossolos, cambissolos) são ricas em biodiversidade e possuem um vasto banco genético, além da vegetação mais específica de áreas mais rochosa. Estes locais têm a vantagem de serem acidentados e, portanto, possuem baixo potencial para produção agropecuária. Algumas dessas áreas já estão sendo protegidas através das unidades de conservação como, por exemplo, a RPPN (Reserva Particular do Patrimônio Natural) Parque Ecológico João Basso (S 16° 35' 40" e W 54° 35' 40"), localizado próximo ao Município de Rondonópolis (MT), com área de 3.624 hectares. A figura 14 ilustra algumas formações rochosas dentro de área de Cerrado.

²¹ Informações disponíveis em: <http://www.ibd.com.br/arquivos/artigos/matasciliares.htm>

Figura 15 - RPPN Parque Ecológico João Basso– afloramentos rochosos em áreas protegidas



Fonte: Agropecuária Basso

Além disso, as serras e cachoeiras dentro da BAP são refúgios de espécies muitas vezes raras e/ou endêmicas como *Harbenia gertii* (exclusiva da Serra da Petrovina), *Urvillea paucidentata* (espécie nova do Salto das Nuvens, no Rio Branco) *Begonia aquidauanae* (ornamental), *Dyckia* spp. (campestre e morraria) e *Gomphrena centrotata* (medicinal), entre outras (PCBAP, 1997, p.33).

Outra fitofisionomia que aparece no Mato Grosso que deve ser passível de ser conservada são as Florestas Estacionais Semidecíduais. Elas aparecem em formações aluviais em terrenos periodicamente inundáveis como o Pantanal . Por apresentarem encharcamento do solo nos períodos de cheia têm espécies florísticas bastante especializadas. Também encontram-se nestes locais espécies amazônicas. Na BAP, é possível percebê-las (esp. amazônicas) ao longo do Rio Paraguai e alguns afluentes (Ferreira, 2001).

4 – OS AGROTÓXICOS E O AGROECOSSISTEMA CERRADO

Os agroquímicos ou agrotóxicos ²²(herbicidas, fungicidas, inseticidas, etc) são defensivos agrícolas que estão na pauta ambiental desde que começaram a surgir os

²² “Os pesticidas, também conhecidos como agrotóxicos, são defensivos agrícolas de ação tóxica que têm como ingrediente ativo compostos químicos formulados para controlar ou erradicar, de maneira

efeitos de sua aplicação proveniente da agricultura intensiva no mundo, especialmente, das monoculturas, que empobrecem o agroecossistema, deixando-o mais susceptível ao aparecimento de espécies nocivas à cultura plantada.

Dentre as conseqüências indesejáveis ao uso de pesticidas podem ser citadas a presença de resíduos no solo, água e ar, nos tecidos vegetais e animais, a destruição de microorganismos do solo, mortalidade de insetos benéficos ao equilíbrio do agroecossistema, efeitos prejudiciais sobre organismos não alvos, presença de resíduos nos alimentos e, ainda, contaminação ocupacional (Dores e Freire, 1999).

Em meio aos organismos não alvos pode estar presente uma diversidade de aves, peixes e animais silvestres que faz parte do ecossistema. Além disso, insetos, fungos e bactérias que são predadores naturais de outras espécies também são afetados causando um completo desequilíbrio ao agroecossistema, pois reduzem o número de espécies, alteram a reprodução, o comportamento, além de suscetibilizá-los às doenças (Ware, 1980 apud Dores e Freire, 1999). Outro ponto é que os organismos contaminados podem migrar, como as aves, por exemplo, levando estes resíduos para lugares distantes da origem.

Os compostos orgânicos sintéticos foram desenvolvidos à época da Segunda Guerra mundial, substituindo os antigos pesticidas derivados de plantas e os inorgânicos, altamente tóxicos (metais pesados como arsênico, cobre, etc) ao homem e às próprias culturas. Assim, o DDT, composto orgânico sintético, foi o primeiro desta nova geração acompanhado por inúmeros outros inseticidas e herbicidas à base de hidrocarboneto clorado cujo uso em larga escala deixou um grande lastro de contaminação, visto que são bastante persistentes ao ambiente, sobretudo nos alimentos sendo bioacumulados através da cadeia alimentar e atingindo, principalmente, os tecidos dos animais superiores. Além do DDT existem outros pesticidas bastante prejudiciais ao meio ambiente. Eles foram chamados de Persistent Organic Pollutants (POPs), perfazendo uma lista de 12 substâncias altamente persistentes e tóxicas ao meio. Entre eles, estão sete pesticidas, além do DDT: o Aldrin, Chlorordane, Dieldrin, Endrin, Heptaclor, Mirex, Toxaphene. Outros dois são produtos químicos industriais: o Hexachlorobenzene (HCB) - também utilizado como fungicida - e o Polychlorinated Biphenyls (PCBs) - utilizado como óleo isolante em transformadores elétricos. E ainda

geralmente específica, as doenças de plantas e animais e os vetores de doenças no homem" (Frigetto, 1997, p.415).

dois subprodutos que são formados da decomposição química de alguns compostos clorados ou então da fabricação de alguns herbicidas. São as Dioxinas e os Furanos, compostos altamente cancerígenos. Nesta lista não está incluída o Lindane (HCH), que também é um pesticida altamente persistente²³. No Brasil vários destes pesticidas clorados foram proibidos desde 1985. Eles haviam sido banidos desde 1982 no estado do Rio Grande do Sul, por terem sido encontrados resíduos contaminantes destes produtos nas águas potáveis do Rio Guaíba (Pinheiro, 1998).

No Brasil, houve um aumento notável no consumo de agrotóxicos, principalmente dos herbicidas, em razão da expansão da fronteira agrícola e do aumento de terras onde é praticado o plantio direto. Além disso, novas pragas aparecem denotando uma resistência genética aos produtos utilizados. Abaixo estão ilustrados, através do quadro 2, o crescimento do uso de defensivos agrícolas no país, analisado a partir das vendas do ano de 1988 até o ano de 1998, bem como o destaque, através do gráfico 1, para o uso dos herbicidas, a partir da mesma fonte de dados.

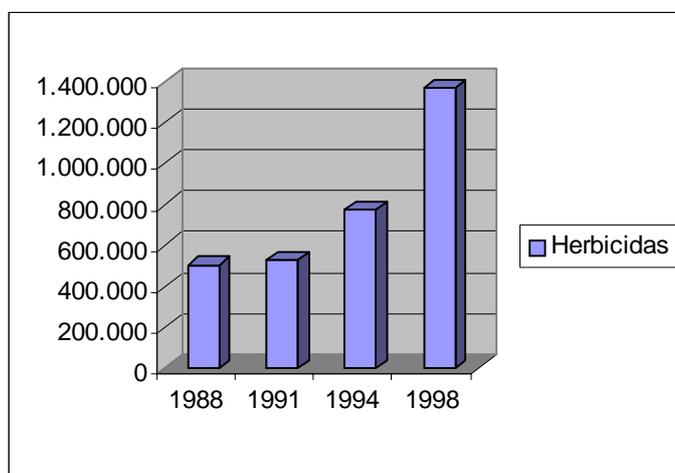
Quadro 2 – Vendas de agrotóxicos no Brasil em Kg

Classe	1988	1991	1994	1998
Inseticidas	256.897	222.007	300.246	581.693
Fungicidas	183.215	147.112	211.080	436.235
Herbicidas	506.224	533.591	775.762	1.368.723
Total	946.336	902.710	1.287.088	2.386.651

Fonte: Adaptado ANDEF, 2002

²³ O lindane figura entre os primeiros pesticidas de segunda geração criado quase simultaneamente ao DDT e o seu uso também já foi proibido no Brasil.

Gráfico 1 - Aumento vertiginoso do uso de herbicidas em dez anos



As lavouras brasileiras de maior consumo dos vários grupos destes produtos químicos são soja, citros, cana de açúcar, hortaliças (tomate e batata), arroz, algodão, cereais, café, milho e frutas (Paulino apud Monteiro, 1997).

4.1 - Elementos/Processos que influenciam na dinâmica dos agrotóxicos

Os agrotóxicos em contato com o solo ou com a água podem ter três destinos diferentes. Podem ser completamente degradados, podem ser degradados parcialmente resultando em metabólitos não degradáveis e, finalmente, podem sofrer pouca alteração resultando alta persistência e acúmulo das substâncias contaminantes (Sethunathan apud Alencar et al, 1998).

Vários são os fatores que influem na menor ou maior degradação destas substâncias. Contribuem para a maior eliminação destes produtos, as próprias características intrínsecas ao produto (estrutura molecular, reatividade, concentração, volatilidade entre outros) e também as propriedades do ambiente em que ele é colocado. Assim, para analisar a dinâmica dos agroquímicos em um agroecossistema não se deve isolar um elemento regulador, e sim as várias interações que estes produtos sofrem dentro do sistema.

Vários são os estudos (Monteiro, 1997; Arno, 2000; Frighetto, 1997) que evidenciam a importância significativa dos microorganismos presentes no solo, ou seja, a função da

camada de matéria orgânica como uma espécie de “filtro” no solo reduzindo a quantidade de produtos potencialmente contaminantes do ambiente. Entretanto, a quantidade de argila, o pH, e a capacidade de troca catiônica devem ser consideradas quando se estuda a degradação dos pesticidas no solo.

Quando um agroquímico chega ao solo, ele se divide entre os três estados encontrados neste ambiente, isto é, partículas sólidas, solução e gases (Glotfelty e Schomburg, 1989 apud Monteiro, 1997). Desta forma, o que determina a mudança do pesticida de uma forma para outra é um processo chamado adsorção. Ou seja, ele faz com que a molécula do pesticida seja transferida da fase móvel (gasosa e líquida) para a fase estacionária (sólida). Assim, a adsorção está relacionada a mobilidade do produto químico, sendo que quando ela é alta resulta em pouca mobilidade do mesmo (Idem, p.111). Na prática quer dizer que se um produto fica mais tempo no solo (alta adsorção) é maior sua possibilidade de degradar-se sem se espalhar para outros ambientes através da lixiviação ou percolação das substâncias, reduzindo o risco de contaminação aquática, por exemplo. Entretanto, é conveniente ressaltar que ele pode ser liberado novamente para o ambiente. As duas características decisivas na taxa de adsorção são: a quantidade de matéria orgânica e a solubilidade do componente químico do pesticida.

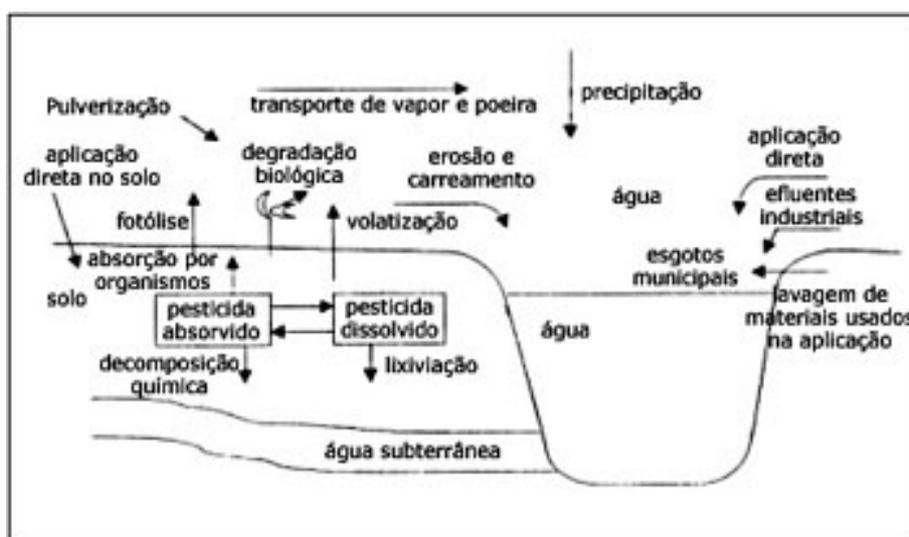
Mas, que interferência teriam as práticas agrícolas sobre estes componentes? Em relação à solubilidade, esta é inerente às propriedades do composto presente no pesticida, entretanto a quantidade de água influencia na adsorção das moléculas. Assim, em ambiente irrigado, por exemplo, em que a umidade seja excessiva, a tendência é diminuir a adsorção do produto, lixiviando-o para dentro do solo. Em relação à matéria orgânica, a forma de manejo, a quantidade de aplicação de insumos, principalmente adubos inorgânicos (sintéticos), têm influência direta sobre a taxa da mesma. Como isto se processa? Através da erosão, por exemplo, se perde solo e junto com ela a parte úmida da matéria orgânica. Outro fator seria a compactação do solo, ocasionado pelo plantio convencional, através do uso contínuo de máquinas pesadas utilizadas no seu preparo. Quanto à adubação inorgânica em excesso, ela diminui a quantidade de microorganismos no solo propiciando a lixiviação de pesticidas, além da eutrofização ocasionadas pelo excesso de nitrogênio e fosfato. Ademais, quando ocorre uma “super adubação”, esta inibe a ação de vários micronutrientes necessários às plantas. Portanto, mesmo que fatores naturais sejam também responsáveis pelas

alterações dos elementos mencionados, a ação antrópica é determinante no agravamento da situação.

Além da degradação biológica, os pesticidas podem ser parcialmente degradados através de processos químicos ou fotoquímicos, sendo chamados de processos abióticos de degradação como oxidação, redução, hidrólise e fotólise²⁴. Entretanto, a atividade microbiana é decisiva na degradação completa dos produtos.

O esquema abaixo mostra as várias formas de entrada dos agrotóxicos nos compartimentos solo, água, bem como as vias de degradação e deslocamento destes entre os diferentes ambientes.

Figura 16 - Dinâmica da entrada de pesticidas no ambiente e suas vias de degradação



Fonte: **Dores e Freire, 1999, p.3.**

Assim, observando o esquema, nota-se que os pesticidas com maior ou menor rapidez podem ser transportados dentro do próprio solo ou para fora deste ecossistema. As formas mais comuns de transporte ou caminhos a serem seguidos, além da adsorção, são (Dores e Freire, 1999; Monteiro, 1997):

²⁴ Para maiores informações sobre degradação abiótica, consultar Fay, E., Silva, C., Melo, I. Degradação Abiótica de Xenobióticos. In: Microbiologia Ambiental. Jaguariúna(SP): Embrapa-CNPMA, 1997, p.125 – 140.

- volatilização, co-vaporização com a água, associação ao material particulado transportado pelo vento – leva o pesticida do solo para a atmosfera;
- lixiviação – é o movimento dos pesticidas dissolvidos ou adsorvidos a partículas da solução do solo da superfície. Este processo está relacionado à contaminação das águas subterrâneas;
- erosão – leva o pesticida junto com as partículas minerais do solo
- absorção pelas raízes das plantas e/ou por outros organismos vivos
- evaporação e transpiração – estes dois processos realizados pela água presente no solo e nas plantas, também leva os produtos nela dissolvidos;
- através dos macroporos do solo junto ao movimento das águas que penetram pelos canais abertos por minhocas e outros animais habitantes do ecossistema, bem como através das raízes das plantas;
- escoamento superficial ou runoff – é um dos principais processos de contaminação de águas de superfície. A água das chuvas ou irrigação movimenta-se transportando íons solúveis ou adsorvidos às partículas do solo (Monteiro, 1997, p.115).

É interessante ressaltar que as chuvas são uma forma de retorno dos compostos químicos da atmosfera que se volatilizaram ou ficaram na deriva da aplicação²⁵. Além disso, alguns outros fatores podem influenciar o destino dos pesticidas no ambiente e a sua maior capacidade de atingir seu alvo com maior eficácia possível. Entre as variáveis a serem consideradas, Dóres e Freire (1999) apontam três grupos:

- a) informações sobre o uso do produto, e neste grupo estariam incluídas considerações sobre forma de aplicação do pesticida, frequência e concentração em que são aplicados, descarte das embalagens. As formulações são significativas em relação ao carreamento e lixiviação.
- b) As características ambientais do local – dentre as que mais influenciam são o clima, propriedades físicas e químicas do solo e do meio aquático, além da topografia da área. Só para ilustrar a influência deste grupo, Cohen et al (1995 em Dóres e Freire, 1999) relata que locais onde as precipitações são superiores a 250 mm., aliadas à baixa capacidade de retenção de umidade, representam condições de alta probabilidade de contaminação de águas subterrâneas. A descrição acima coincide com parte do cenário do objeto de estudo deste

²⁵ Alguns pesticidas são em forma de pó e, quando aplicados, criam uma nuvem acima do solo, sendo esta situação chamada de deriva.

trabalho, a Bacia do Alto Paraguai. Ela possui médias pluviométricas de 1.500 mm. anuais, além de predominar em várias áreas com solos bastante arenosos, em especial, a Bacia do Alto Taquari, sendo estes altamente lixiviáveis.

- c) Propriedades físico-químicas do produto - estas propriedades podem influenciar no comportamento ambiental do produto. Abaixo estão relacionadas estas propriedades com os processos que afetam.

Quadro 3 - Relação entre propriedades físico – químicas do princípio ativo e o processo relacionado

Propriedades físico - químicas	Processo influenciado
Solubilidade em água	Lixiviação, grau de adsorção, mobilidade no ambiente e absorção pelas plantas.
Coeficiente de partição	Potencial de bioacumulação e adsorção de matéria orgânica
Hidrólise	Persistência no ambiente ou na biota
Ionização	Via e mecanismo de adsorção e absorção, persistência e interação com outras moléculas.
Pressão de vapor	Mobilidade atmosférica e velocidade de vaporização
Reatividade	Metabolismo, degradação microbiológica, fotoquímica e autoquímica.

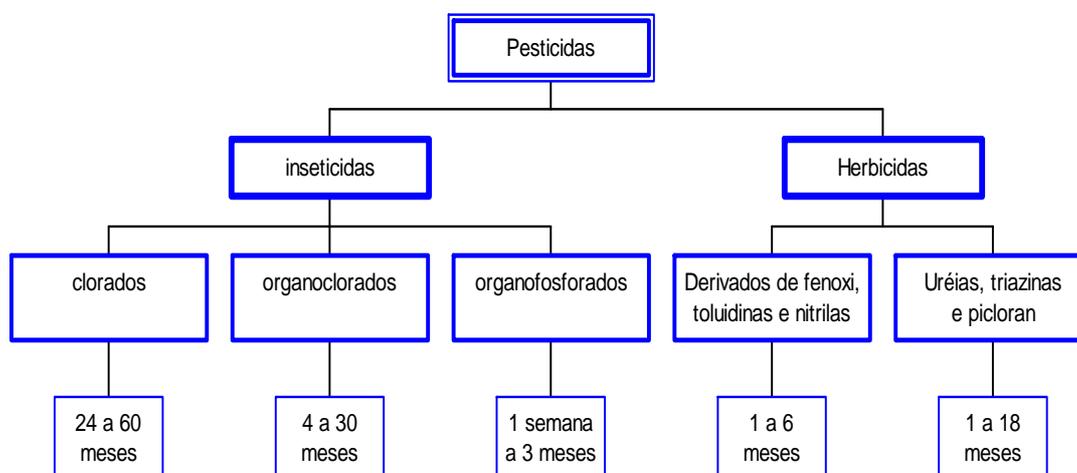
Fonte: Baseado em Madhun e Freed, 1990 apresentado por Frighetto, 1997.

4.2 - Pesticidas –formulações e tipos mais freqüentes

A quantidade de tempo que um pesticida fica no ambiente é denominado na linguagem técnica de meia vida do produto ($t_{1/2}$). Ou seja, é o tempo no qual determinado princípio ativo atinge 50% de sua concentração original. “Pressupõe-se que o restante não será nocivo ao meio” (Matos e Silva, 1999, p.112). A meia vida é individual a cada produto e depende dos vários fatores já relacionados. Entretanto, alguns parâmetros já são conhecidos e determinam aproximadamente o tempo de permanência de cada grupo de químicos no ecossistema. De acordo com vários autores citados em Alencar et al²⁶ (1998, p. 11) para eliminação de 75% a 100% dos resíduos o tempo pode variar (figura 13).

²⁶ Hellowell, J. M., 1988; Kearny et al, 1969; Sethunathan, N., 1973.

Figura 17 – Diagrama apresentando os grupos de pesticidas mais conhecidos



Além desses grupos químicos citados no esquema anterior, existem outros bastante utilizados como os piretróides, os carbamatos e as niotroguanidinas dentro do grupo dos inseticidas. Entretanto, possuem tempo residual bem inferior aos clorados, por exemplo. Dentre os herbicidas, os derivados da glicina que forma o glyphosate é bastante utilizado principalmente como dessecante ²⁷na técnica do plantio direto. Ao contrário do que é muito difundido para a população, seu efeito residual não é tão breve, chegando a ser de 30 a 90 dias (Rodrigues,1995). Segundo técnicos da área²⁸, os herbicidas são mais persistentes no ambiente, ou seja, são degradados mais devagar que os outros agrotóxicos atuais. Não se pode esquecer de que o DDT e vários outros POPs em geral, por serem muito estáveis, estão presentes em vários lugares até hoje devido a sua altíssima persistência. Mas em geral os inseticidas novos tendem a ser degradados com muito mais rapidez. Alguns organofosforados, por exemplo, levam de 3 a 8 dias para alcançarem o tempo de meia vida, entretanto são altamente tóxicos para animais de sangue quente (homeotérmicos). O grupo mais recente de agrotóxicos presente no mercado é dos piretróides sintéticos. Apesar de sua baixa toxicidade aos mamíferos e aves, são altamente tóxicos para animais de sangue frio ou poiquilotérmicos como o grupo dos peixes, anfíbios, répteis e também aos insetos benéficos (Pinheiro et al, 1999).

²⁷ Um dos nomes comerciais mais conhecidos a base de glyphosate é o "Round up".

²⁸ Entrevista feita com o engenheiro agrônomo Paulo Lima, especialista em agrotóxicos do município de Primavera do Leste (MT).

Em relação à classe toxicológica, são feitos testes para avaliá-la e chegar a uma classificação do produto que vai da classe I à IV. Para haver este enquadramento, são considerados a formulação, o modo de ação e a toxicidade (Dose Letal - DL50) do produto. Esta toxicidade é testada em laboratório, expressa pela quantidade em mg/Kg necessária para matar 50% dos animais em experimentação. É importante considerar que ela indica o grau de contaminação animal e humana e não ambiental (meio físico). A partir dos dados acima, a legislação estabelece a classe toxicológica em que se enquadra determinado pesticida (Gallo et all, 1988).

As classes toxicológicas são representadas por diferentes cores conforme o grau de toxicidade. As quantidades de dose letal (DL50) oral para as respectivas classes estão expressas na tabela A, em anexo. Abaixo estão as cores com as classes respectivas e o grau de toxidade:

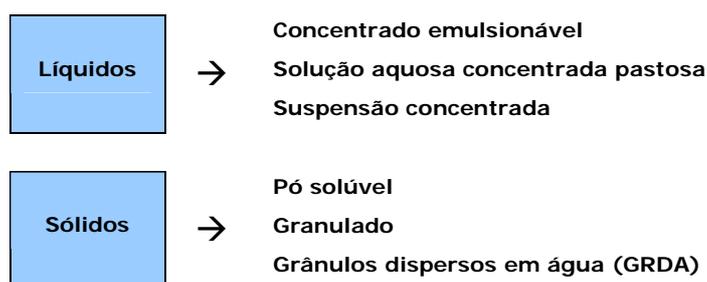
Classe I – extremamente tóxica

Classe III – medianamente tóxica

Classe II - altamente tóxica

Classe IV – pouco tóxica

Os tipos de formulação e as formas de aplicação do pesticida também interferem na eficácia em atingir os organismos alvos com a menor possibilidade de se dispersar no ambiente. As formulações podem ser líquidas ou sólidas em diferentes gradações, a saber:



Dentre estas formulações, a que mais se dispersa é o tipo em pó, especialmente, na hora do preparo em água. É neste momento que acontece a deriva, e o pó pode ficar na atmosfera sendo levado para o solo e/ou água via precipitação. A tendência futura é que as embalagens (isso já acontece com o GDRA) sejam feitas de materiais auto-

degradantes, tipo amido, por exemplo, dispensando o manuseio do veneno, que será colocado diretamente na água dentro da embalagem.

Em relação às formas de aplicação, elas podem ser terrestres (manual, tratorizada e auto-propelido²⁹) e aéreas. Os herbicidas são aplicados na maior parte das áreas de forma tratorizada, já os inseticidas e fungicidas de forma aérea. Logicamente estas formas de aplicação se referem a um cenário de grandes propriedades e para as culturas mais cultivadas no Cerrado do Centro Oeste, pois os pequenos agricultores utilizam-se de bombas manuais costais. Em relação à maior dispersão no ambiente Frighetto (1997, p.419) adverte que “a aplicação aérea pode resultar em exposição significativa de organismos não alvos”. Além disso, a autora comenta uma série de estudos que constataram que mesmo sob condições ideais, somente 50% dos pesticidas aplicados por via aérea atingem sua área alvo. Devem ser considerados uma série de fatores como pressão atmosférica, direção e velocidade do vento entre outros.

Dentre os grandes “vilões” que se encontram atualmente no mercado dos pesticidas, posto que são muito tóxicos, sobretudo, aos seres humanos, destacam-se o *Furadan* à base de *Carbofuran*³⁰, que é um inseticida para tratamento de sementes e o 2,4 D³¹, o ativo de um herbicida para controle de folhas largas. Segundo técnicos da área, são defensivos que devem sair do mercado em pouco tempo. Pinheiro et al (1999, p.140) adverte com veemência sobre o perigo de contaminação do Pantanal e da Amazônia - lugares ricos em recursos hídricos - por produtos à base de *Endosulfan*³², pois este produto é extremamente tóxico para peixes e outros organismos aquáticos, mesmo em doses muito pequenas³³. Outro produto que o autor salienta a necessidade da restrição do uso é o Carbaryl³⁴, posto que este produto tem a mesma toxicidade do endossulfan, só que para as abelhas.

A seguir, observa-se uma tabela com os inseticidas mais utilizados para as culturas de soja, algodão, milho, arroz e feijão na região do Cerrado na área deste estudo.

²⁹ é uma peça especialmente utilizada para aplicação de pesticidas

³⁰ Carbofuran é o princípio ativo derivado do grupo químico dos carbamatos. Furadame é o nome comercial.

³¹ Nome comercial utilizado na cultura do arroz: DMA 806. Também é um dos componentes do *Tourdon*.

³² Nome comercial: Thiodan

³³ Segundo Pinheiro et al (1999), a toxicidade se apresenta a doses inferiores a centésimo de picograma, que significa a bilionésima parte do grama.

³⁴ Nomes comerciais: Carbaryl (várias numerações) e Sevin (várias numerações).

Quadro 4 - Principais inseticidas utilizados para culturas de soja, algodão, milho, arroz e feijão no Cerrado

Grupo químico	Princípio ativo	Características toxicológicas e persistência sobre o meio ambiente	Classe toxicológica
Piretróides sintéticos	zetacypermethrin	É pouco tóxico aos mamíferos, podendo causar reações alérgicas na pele dos humanos. São extremamente tóxicos para animais de sangue frio (peclotérmicos) como peixes, anfíbios, répteis além das abelhas. Não há informações sobre permanência no ambiente	Classe II
	lambdacyhalothrin		
Clorados (éster do ácido sulfuroso)	Endosulfan	É tóxico para peixes e organismos aquáticos. Os clorados são extremamente persistentes ao meio ambiente e costumam se armazenar no tecido gorduroso dos animais, entretanto, este inseticida não se enquadra nesta persistência.	Classe I Classe II
Organofosforados	monocrotophos	Os fosforados possuem efeito residual muito curto em torno de 3 a 8 dias, entretanto, a maioria é extremamente tóxica aos mamíferos	Classe I
	methamidophós		Classe II
	Clorpyrifós		Classe II
Nitroguanidinas	Imidacloprid	SI	Classe IV
	Thiametoxan		
	Acetamiprid		
Tiouréias	Diafentiuron	SI	SI
Carbamato	Methomyl	Em experimentos em laboratório apresentou toxicidade moderada a alta (ratos)	Classe I
Carbamato sistêmico	Carbofuran (Furadan)	É bastante tóxico aos mamíferos e às abelhas. Tem toxicidade média aos parasitos naturais benéficos e baixa para os predadores (testes feitos em lavoura de café)	Classe I

SI – sem informação

Fonte: Andrei, 1996. ; Galo, 1988.

As tabelas com os herbicidas e os fungicidas mais utilizados na região encontram-se em anexo B e C respectivamente.

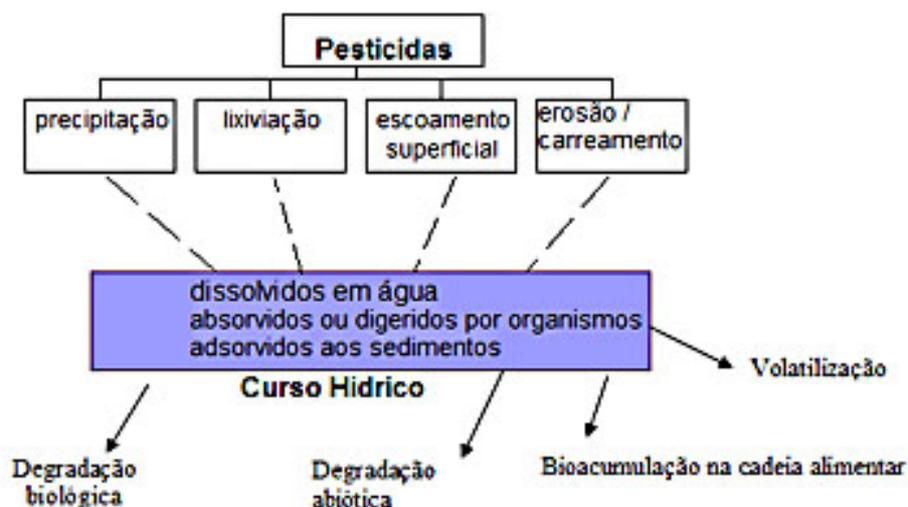
4.3 - A dinâmica dos pesticidas agrícolas nas águas

Em estudo realizado na região de Piracicaba (SP), Matos e Silva (1999) observaram que a probabilidade de contaminação de lençóis subterrâneos está diretamente relacionada à quantidade de carbono orgânico no solo e a profundidade deste em relação ao lençol de água. O carbono orgânico está ligado ao grau de adsorção. Quanto maior a adsorção (retenção do pesticida em estado sólido), menor a possibilidade de o

pesticida atingir a água. Quando os teores de matéria orgânica são semelhantes nos solos, funciona a variável do tempo de meia vida ($t_{1/2}$) do princípio ativo. Assim se ele não ficar retido no solo, quanto maior for o seu tempo de degradação, maiores são as chances de ele alcançar a água subterrânea.

Entretanto, quando os pesticidas são lixiviados para os cursos hídricos, eles podem simplesmente ficar dissolvidos na água, juntarem-se a sedimentos que flutuam ou que estão ao fundo do curso e, ainda serem absorvidos por organismos. Hasset e Lee (em Dores e Freire, 1999) assinalam que, quando são adsorvidos por sedimentos, a probabilidade de serem degradados por microorganismos é maior. Assim, percebe-se que é mais vantajoso para o ambiente e menor a chance de bioacumulação por animais homeotérmicos (sangue quente) quando o pesticida está associado a particulados. Por outro lado, como dito anteriormente em relação ao solo, ele pode se desprender do sedimento ou ser ingerido junto com o mesmo por algum organismo aquático, entrando na cadeia trófica. Outra forma, também já mencionada, de os pesticidas atingirem cursos d'água superficiais, é através do escoamento superficial. Este fenômeno tem maiores chances de ocorrer quando as chuvas acontecem logo após a aplicação do produto.

Figura 18 – Dinâmica dos pesticidas no ambiente aquático



Este esquema sintetiza as formas como os pesticidas alcançam a água, a maneira como as substâncias podem permanecer no meio, bem como, o destino que os resíduos podem tomar a partir do ambiente aquático.

4.4 -Efeitos sobre a biota

Como dito anteriormente, os organismos não alvos, muitas vezes, são seriamente injuriados e até mortos pela ação dos agroquímicos, principalmente por aqueles que não são seletivos³⁵. Gallo et al (1988) menciona a questão do transporte destas substâncias para lugares longínquos ³⁶e ainda a importância para o ecossistema quando elas são absorvidas dentro dos sistemas biológicos. Em especial, ele destaca dois sistemas biológicos particularmente importantes: os efeitos no homem e nos animais domésticos, bem como, os animais e plantas selvagens. Entretanto, ainda deve-se assinalar a relevância da microbiota que muitas vezes é destruída fragilizando ainda mais o agroecossistema e induzindo ao maior consumo de pesticidas.

Os principais mecanismos de exposição dos organismos aos pesticidas de acordo com Frighetto (1997, p.420) são:

1. através da aplicação do pesticida devido a:
 - exposição do aplicador
 - exposição à deriva da aplicação

2. através da folhagem das culturas devido a:
 - exposição pela reentrada (transpiração, evaporação, outros);
 - exposição pela dieta

3. através do solo devido a:
 - exposição do habitat terrestre

4. através de águas superficiais e subterrâneas devido a:
 - exposição do habitat aquático; e
 - exposição de água potável

Como pode se observar através dos itens citados, a exposição dos seres vivos, incluindo o homem, além de ser direta, pelo contato no momento da aplicação,

³⁵ São chamados de defensivos não seletivos aqueles que não possuem uma especificidade em relação aos alvos, matando ou prejudicando organismos que são benéficos para o agroecossistema.

³⁶ Já foram detectados resquícios de agroquímicos em lugares muito distantes das fontes de aplicação de agroquímicos, como por exemplo, em espécies habitantes do ártico.

também ocorre de forma indireta via ingestão alimentar e/ou contaminação dos habitats terrestres e aquáticos. Frighetto (1997) revela que a suscetibilidade dos organismos está relacionada a vários fatores como a idade, profundidade e estratificação dos ambientes aquáticos, entre outros.

A maioria dos venenos ataca o sistema nervoso dos animais, pois a partir dessa sensibilização, o bloqueio deste sistema mesmo sendo temporário, causa danos irreversíveis. Os outros modos de ação acabam, em última instância, produzindo efeitos também no sistema nervoso.

Muitos insetos apresentam uma resistência à dose mínima eficiente para sua eliminação. Este processo é uma "versão da seleção natural", só que neste caso é artificial. Os organismos mais resistentes vão sobrevivendo e dando origem às novas gerações tolerantes aos venenos. Frighetto (1997) define bem esta questão quando diz que esta tolerância não significa a emergência de um "super organismo", mas simplesmente um make up genético que o capacita a tolerar um produto que o molesta. Em experimento controlado, verificou-se que o aumento de resistência é lento de uma geração para outra até atingir um nível de tolerância em que a população permanece relativamente estável (Gallo et al, 1988). O mais importante desta questão é que o número de espécies resistentes nos agroecossistemas tem aumentado anualmente, e as perdas econômicas que se impõem são consideráveis. Outro efeito causado, é o aumento da sinergia (mistura) dos compostos químicos que potencializa os efeitos dos venenos sem um monitoramento devido no ambiente (Pinheiro, 1999).

4.4.1 - Impacto sobre os microorganismos

A microfauna do solo inclui desde organismos unicelulares microscópicos, como as bactérias, fungos, protozoários, até animais invertebrados como as minhocas, alguns moluscos, uma infinidade de insetos entre outros. Esta microfauna interage diretamente com os vegetais que estão neste solo de maneira que formam um ecossistema dinâmico com várias interações ecológicas. As bactérias nitrificantes nas raízes de leguminosas são um exemplo destas relações. Quando os pesticidas entram nesta dinâmica, há várias alterações, pois predadores e presas serão afetados, novas substâncias químicas se formarão neste ambiente e o habitat incorrerá em mudanças, mesmo que temporárias, que provocarão distúrbios em alguns processos como a nutrição, o metabolismo e a reprodução. Os microorganismos benéficos são afetados

pelos pesticidas muito tóxicos, principalmente se não forem seletivos e ainda se o destino for o solo³⁷. Embora, exista uma outra face deste cenário: quando os alvos dos pesticidas já estão mais tolerantes e a degradação do produto químico é muito rápida pelos microorganismos, há uma perda na eficiência da aplicação (Frighetto, 1997). Com caráter ilustrativo, serão identificados alguns pesticidas utilizados no Cerrado para as culturas já mencionadas e os seus respectivos efeitos nos microorganismos do solo.

Quadro 5 – alguns pesticidas e seus efeitos sobre os microorganismos no solo

PESTICIDAS	EFEITOS
Simazina (milho)	Aumento da população de bactérias aeróbias fixadoras de N ₂
Atrazina (herbicida - várias culturas)	Diminuição da atividade e de populações de bactérias e algas
Trifluralina (soja)	Redução da nodulação de legumes, mas não de populações de rizóbios ³⁸ .
Captan (fungicida)	Diminuição de fungos e aumento de actinomicetos ³⁹ .

Fonte: adaptado de Frighetto (1997, p.423)

4.4.2 - Peixes

Os efeitos dos pesticidas sobre os peixes podem variar quanto à sua natureza. Edwards (1973, p.214) aponta que, além de causar a morte, seja direta ou indiretamente pela destruição de fontes de alimentação, os peixes também se mostram susceptíveis através da diminuição da taxa de crescimento, alteração na reprodução e comportamento, e, ainda, pode apresentar danos evidentes aos tecidos. Estes efeitos indiretos deixam as espécies em ambientes naturais mais susceptíveis aos seus predadores, pois estão menos aptos a competir com os outros peixes. Ademais, ficam menos preparados para enfrentar situações de estresse devido a mudanças de temperatura ou à falta de alimentação temporária, por exemplo. O autor ainda destaca que, pelos potenciais efeitos letais de quase todos os pesticidas sobre os peixes, ainda que sob baixas concentrações, passou a ser rotina o teste toxicológico de produtos novos nestas populações.

³⁷ Muitos herbicidas têm como alvo o solo para matar as sementes das “ervas daninhas” que irão brotar. Estes herbicidas são chamados de pré-emergentes. Entretanto, os pesticidas em geral são direcionados para a parte aérea da planta.

³⁸ Rizóbio é o gênero das bactérias que ficam nos nódulos formados nas raízes das plantas leguminosas, como a soja, por exemplo, e tem função de fixar na planta e solo o nitrogênio presente na atmosfera.

³⁹ Actinomicetos são bactérias que formam colônias filamentosas e radialmente ramificadas lembrando muito a disposição das hifas de certos fungos tanto que antigamente eram classificados como fungos. Habitam o solo ou parasitam plantas e animais. (Soares, J.L., 1993, p.7).

Os testes de toxicidade agudos (LD50) verificam qual a concentração que irá matar 50% dos peixes da amostra em 24, 48 e 96 horas. A forma de entrada da substância química, dissolvida na água, é através das brânquias, sendo que a maioria destes testes é feita nos Estados Unidos e com espécies pouco encontradas no Brasil, como a truta arco-íris (*Salmo gairdneri*), que é habituada às águas mais frias e o bluegill (*Leponis macrochirus*) de águas mais quentes (75°F). Butler (1965 em Edwards, 1973), após vários estudos sobre os efeitos dos pesticidas em peixes e invertebrados marinhos, constatou que os herbicidas são menos tóxicos que os inseticidas para os peixes.

Em relação aos diferentes tamanhos, muitas evidências apontam que os alevinos são mais susceptíveis aos pesticidas que os peixes em estágios juvenis (Idem, p.235). Quanto às alterações causadas na reprodução, elas podem variar entre a morte de alevinos, morte das fêmeas, produção de ovos imaturos e, finalmente, abortos. Ainda, o comportamento, antes da morte, pode ser afetado através da perda de estabilidade natatória, dificuldade com a respiração e convulsões. Em doses sub-letais, embora o sistema nervoso central também seja afetado, as mudanças não são tão drásticas. Entretanto, principalmente com os pesticidas organoclorados, o efeito cumulativo pode afetar os indivíduos de forma letal (Edward, 1973).

É importante frisar que nem todos os pesticidas são letais ou tóxicos aos peixes. Muitos dos atuais se degradam com grande rapidez, e a água pode colaborar na instabilidade dos mesmos. Ademais, práticas agrícolas responsáveis, com o uso correto de doses de pesticidas, normalmente, não conduzem à intoxicação de peixes, contudo deve-se estar atento ao monitoramento, sendo que estudos devem ser feitos para a apreciação dos novos produtos presentes no mercado. Também é relevante não só o estudo da toxicologia relativa aos peixes, mas de todo ecossistema, pois eles podem ser afetados por diferentes vias e elementos deste sistema.

4.4.3 - Aves e mamíferos

Os resíduos de pesticidas clorados e/ou seus subprodutos são facilmente encontrados nos tecidos das aves em quase todos recantos do planeta. Eles se acumulam no tecido gorduroso sob uma exposição relativamente pequena. Os principais resíduos são o DDE, um subproduto do DDT, e o Dieldrin, em menores quantidades (Edwards, 1973). Entretanto, todos os outros clorados têm a capacidade de bioacumulação. Com isso, as

aves que se alimentam de outros animais, como peixes, outras aves e insetos, tendem a ter um total maior de resíduo no organismo em relação àquelas que ocupam a posição de consumidoras primárias, comendo sementes, por exemplo.

Uma das prováveis hipóteses de letalidade para as aves é o local onde os resíduos se acumulam. As pesquisas apontam que, se a deposição é maior na região do cérebro, o veneno pode ser letal, em comparação com outras aves que apresentam efeitos subletais apesar de também apresentarem resíduos e ocuparem o mesmo local de exposição. Uma das principais conseqüências observadas em algumas aves sobre o uso de clorados, especialmente o DDT, foi a diminuição da espessura da casca dos ovos. As ordens de aves mais afetadas nos EUA foram as Anseriformes (patos), Falconiformes (falcão, águia, gavião – aves de rapina) e Strigiformes (corujas). Entretanto, em aves, como as codornas e galinhas domésticas, foram notadas taxas modestas de redução da casca (Edwards,1973). Outro pesticida citado como responsável por uma grande mortalidade de aves é o *Carbofuran*⁴⁰(Flickinger et al, 1986 apud Frighetto, 1997) usado até o presente, sendo um dos que aparecem na lista anexa dos inseticidas mais utilizados na BAP, nas culturas principais.

A ocorrência de efeitos dos pesticidas organoclorados em mamíferos é bem menor que nas aves. Naturalmente, os predadores mais altos na cadeia trófica tenderão a acumular mais resíduos. Não obstante, os mamíferos aquáticos são consideravelmente afetados. Assim como nas aves, o acúmulo das substâncias tóxicas no cérebro é um critério utilizado para indicar letalidade. O anexo D apresenta uma tabela que ilustra o grau de toxicidade de alguns herbicidas e inseticidas utilizados no Canadá e EUA, que podem servir de parâmetro de comparação ao nosso caso, pois alguns destes produtos também são usados na agricultura praticada na BAP.

4.5 - Descarte das embalagens

É notório e antigo o problema da geração de lixo em todo mundo, mormente, a questão de resíduos perigosos que se encontram em alguns tipos de lixo como é o caso das embalagens de pesticidas. A legislação atual que versa sobre esta questão – Decreto nº 98.816 de 11/01/1990, cap. IV, Seção III, artigos 45 a 48, no entanto, já alterada, é bastante estrita em relação ao descarte destes tipos de embalagem. É

⁴⁰ Nome comercial: Furadan

imprescindível que ocorra a tríplice lavagem com o aproveitamento deste resíduo na própria formulação da calda a ser utilizada na plantação. Segundo a Agência de Proteção Ambiental nos EUA (EPA), 99,99% dos resíduos podem ser removidos através da tríplice lavagem (Alencar et al, 1998). A legislação estadual do Mato Grosso que considera esta questão ⁴¹é bastante enfática ao tratar sobre o descarte em seu texto. Conforme o artigo 13º, ⁴²estas embalagens “sob nenhuma hipótese poderão ser enterradas no solo, abandonadas na lavoura, dispostas junto ao lixo doméstico ou ainda queimadas” (FEMA, 2002).

As embalagens são vetadas de reutilização, a menos que tenham autorização do órgão competente. Desta forma, depois da devida lavagem, os recipientes são levados às centrais de recolhimento localizadas no município mais próximo. Em geral, estas centrais são gerenciadas em parcerias entre poder municipal, associações e sindicatos, sendo fiscalizada pelo Instituto de Defesa Agropecuária do Estado do MT (INDEA) e pelo órgão ambiental estadual gestor. Para o recebimento das embalagens, é imprescindível o respeito das normas em relação à lavagem dos recipientes. Caso contrário, elas não são aceitas e devem novamente sofrer a devida limpeza para o descarte. Em último caso, quando não houver outra maneira de retirar o resíduo das embalagens, elas são enviadas para incineração em fornos especiais. As que estiverem dentro do que a legislação determina, depois de recolhidas na central, são enviadas para reciclagem⁴³.

Contudo, esta história nem sempre foi assim. Muitas embalagens foram jogadas indevidamente em cursos d'água, enterradas sem nenhum critério ou proteção do solo, reutilizadas até como vasos para plantas ou utensílios domésticos na zona rural ou simplesmente abandonadas no campo. A figura 13 abaixo mostra um destes casos ocorrido no ano de 1995 na região sul do estado do MT.

⁴¹ Lei Complementar Nº 038, de 21/11/1995, com alterações pela resolução nº 13 de 27/07/1999 (FEMA, 2002).

⁴² Resolução nº 13 de 27/07/1999.

⁴³ Estes procedimentos são adotados dentro do Estado do Mato Grosso, mas em geral as legislações estaduais acompanham o que diz a legislação federal, sendo, provavelmente, um padrão na maioria dos estados.

Figura 18 – descarte indevido de embalagem de pesticida em curso de água



Fonte: arquivo do INDEA –Rondonópolis (MT), 2002.

Percebe-se através da imagem que, além de estar em local indevido, o rótulo do produto é faixa vermelha, o que denota o grau altamente tóxico do produto. Alencar et al. (1998) indicam que os resíduos internos nas embalagens de agrotóxicos podem conter cerca de 1% do seu conteúdo original. Assim, este cenário retrata toda falta de informação e/ou conscientização que imperava no meio rural alguns anos atrás. Pode ser que esta situação ainda apareça em alguns lugares, mas os fiscais do órgão responsável ⁴⁴garantem que estas irregularidades são cada dia menos freqüentes.

De acordo com a Associação Nacional de Defesa Vegetal (ANDEF), o maior volume de embalagens descartados em dez anos – entre 1987 e 1997 – foi o de embalagens plásticas⁴⁵, seguido pelos sacos plásticos, pelos vidros e pelas embalagens metálicas. Os dados sobre o total das embalagens descartadas neste período separadas pelo tipo de material estão no anexo E.

Alencar et al. (1998, p.21) também alertam que não só as embalagens são fontes potenciais de contaminação do meio ambiente. Também o são os restos de calda, água de limpeza de equipamentos, restos de agrotóxicos e/ou venenos fora das especificações, e, ainda, pesticidas vencidos. Em recente trabalho, realizado por Dores

⁴⁴ Depoimentos colhidos junto ao Regional do INDEA que fiscaliza a região sul do estado do MT, composta por 17 municípios.

⁴⁵ Estas embalagens plásticas são compostas pelos seguintes tipos: Polietileno de alta Densidade (PEAD), polietileno co-extrudado (COEX) e polietileno tereftalato (PET).

et al (2002) sobre a deposição indevida de DDT na cidade de Cuiabá⁴⁶, no intervalo entre a proibição de seu uso e o envio para a incineração devida, verificou-se que houve um grande espectro de contaminação, principalmente, no sentido vertical a despeito da baixa mobilidade deste pesticida no solo. Esta situação tem uma grande possibilidade de ter acontecido em diversos municípios que continham estes venenos estocados.

4.6 - Uso e efeitos dos agrotóxicos estudados na Bacia do Alto Paraguai

A área voltada à agropecuária nos estados que compõem a BAP é expressiva, pois a base econômica destes dois estados provém das atividades oriundas deste ramo. Nesta bacia, a agricultura é mais significativa no estado do Mato Grosso, embora na Bacia do Alto Taquari no MS ela também seja relevante. Para se ter um parâmetro da quantidade de agrotóxico utilizada nestes dois estados, é interessante que se tenha uma idéia da área produzida das principais culturas. No Mato Grosso, para as culturas de algodão, soja, arroz de sequeiro e milho (1ª safra) foram utilizados 4.026.200 hectares de área na safra de 2000/01. Contudo, existem muitos outros produtos que ocupam uma área consideravelmente maior. Além disso, a pecuária na mesma época produziu 19.642.000 cabeças de gado, a grande maioria em regime extensivo, ocupando grandes áreas de terra (FAMATO, 2002). Quando se compara com dados de dez ou até cinco anos atrás, percebe-se um aumento vertiginoso na produção. O caso do algodão é um exemplo. Em dez anos a área plantada aumentou de 68.443 para 378.400 hectares⁴⁷. É conhecido que a cotonicultura é uma grande consumidora de pesticidas, e este aumento suscita muita preocupação no que tange a questão ambiental.

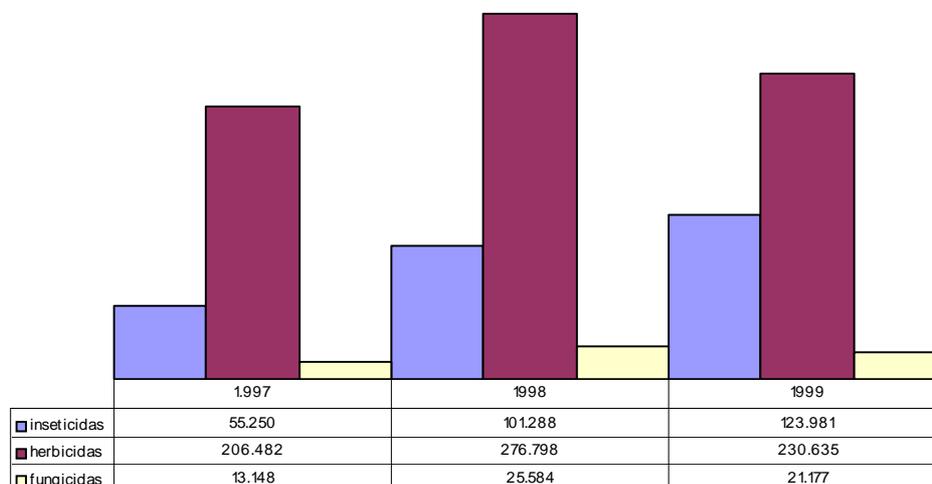
O cenário descrito anteriormente induz a um aquecimento também acelerado na economia destes estados, notadamente o MT. E a comercialização de insumos colabora e muito com este quadro. Abaixo está apresentado um gráfico (2) que ilustra o movimento desta comercialização e indiretamente indica o aumento do uso destes insumos nos respectivos estados que compõem a BAP⁴⁸.

⁴⁶ De acordo com a Fundação Nacional de Saúde, o DDT foi utilizado no Mato Grosso até 1997 para o combate da malária, principalmente. Neste mesmo ano foi proibido seu uso judicialmente (Dores et al, 2002).

⁴⁷ Estes dados são comparativos entre as safras de 1990/01 e 2000/01 (FAMATO, 2002).

⁴⁸ É conveniente ressaltar que estes dados são valores totais para todos os dois estados e não só aos municípios que compõem a Bacia do Alto Paraguai.

Gráfico 2 - Valores (US\$ 1.000) comercializados de inseticidas, herbicidas e fungicidas nos estados do MT e MS



É conveniente ressaltar a falta de pesquisas na área de monitoramento de agrotóxicos, notadamente, nos cursos hídricos da região da Bacia do Alto Paraguai e mesmo dentro das outras bacias importantes dentro do estado do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. A maioria de estudos sobre a investigação de resíduos de pesticidas abrange o grupo dos organoclorados com poucos dados sobre a contaminação direta das águas. Dentre as várias razões para isto, a principal se deve ao alto custo para se efetuar este monitoramento. Também deve-se considerar o desinteresse dos grandes grupos que monopolizam a venda destes produtos no país em financiar tais estudos. Quem deveria ter como prioridade o monitoramento destes resíduos em pontos mais críticos das bacias seriam as unidades gestoras estaduais de meio ambiente. Em ambos os estados, estas unidades já possuem laboratórios equipados para tais análises, sendo que no MS este trabalho deve ter início brevemente. No MT, outro empecilho é a falta de mão de obra especializada. Os trabalhos mais expressivos realizados neste último estado são realizados pela Universidade Federal, mormente, pelo departamento de Química.

Dentre os trabalhos feitos em municípios localizados dentro da bacia, há vários estudos que evidenciam o uso de pesticidas organoclorados da lista dos POPs, mesmo após sua proibição no Brasil em 1985. Nas safras de 1993 e 1994 observou-se o uso de DDT (proibido) e endossulfan (organoclorado, porém, liberado) na região de Cáceres (MT)

numa pequena porcentagem misturado a outros princípios ativos na cultura do algodão (Rieder, 1995 apud Mazine,1997).

Outro estudo demonstrando resíduos de organoclorados e organofosforados nos tomates comercializados em Cuiabá foi realizado entre os anos de 1996 e 97. Os pesticidas mais significativos encontrados foram o HCH (organoclorado proibido) - 93% e o malation (organofosforado) – 76%. Apesar de terem sido detectados para ambos os inseticidas, a maior porcentagem das amostras encontra-se nos níveis mais baixos dos resíduos. Os maiores valores encontrados são de amostras de tomate provenientes do estado de São Paulo ⁴⁹(Vieira, 1998). Este estudo denota a importância do monitoramento deste tipo de resíduos nos alimentos além de suscitar a necessidade de estudos sobre a contaminação do solo nos lugares de origem da produção.

Ainda devido à alta persistência dos organoclorados no ambiente, principalmente bioacumulando-se em tecido gorduroso⁵⁰, a contaminação com este tipo de resíduo também foi detectada em leite materno em um estudo realizado no ano de 1996 em Cuiabá (MT) com mulheres após o 3° e 4° dias de parto. Os resultados apontaram que 100% das parturientes amostradas estavam contaminadas com praguicidas organoclorados obtendo-se uma média de 2,34 vezes o Limite de Resíduo Estranho (LRE) ⁵¹permitido pela Organização Mundial de Saúde. As doadoras provenientes da zona rural apresentaram taxas mais altas que as da zona urbana (Oliveira e Dores, 1998), o que denota uma externalidade negativa advinda da atividade agropecuária nesta região.

Alves (1998) estudou a contaminação de sedimentos do Rio Cuiabá em quinze amostras distribuídas ao longo da sub-bacia. Os pesticidas investigados foram lindano, heptacloro, aldrin, encossulfan, endrin, p,p'DDE e p,p' DDT - todos do grupo dos organoclorados. Foram encontrados em cerca de dois terços das amostras dos sedimentos, resíduos de DDT e; em um terço, resíduos do DDE. Como o DDE é um subproduto do DDT, e as amostras com este último foram maiores em quantidade e teor, a autora conclui que a exposição ao DDT na região estudada deve ser

⁴⁹ As amostras analisadas foram do estado do Mato Grosso, Goiás e São Paulo recolhidas e feiras livres e supermercados com grande frequência (Vieira, 1998).

⁵⁰ Os organoclorados não são solúveis sem água, entretanto o são em gordura. Ou seja, são lipossolúveis, por isso sua acumulação nos tecidos gordurosos ou lipídicos dos animais superiores, especialmente do homem, que são consumidores últimos da cadeia alimentar.

⁵¹ 65% das amostras apresentaram valores superiores a este (2,34). Além disso, o Aldrin, apesar de ter sido encontrado em somente três amostras, ultrapassou 12,3 vezes o LRE.

relativamente recente. Ela ainda adverte que devido ao número reduzido de amostras não é conveniente generalizar os resultados quanto aos padrões de distribuição do DDT e DDE na Sub-Bacia do Rio Cuiabá. Desta forma, reafirma-se a necessidade de monitoramentos sistemáticos.

Em trabalho realizado em 1997, em Primavera do Leste (MT) - município divisor de águas entre a bacia do Alto Paraguai e Araguaia-Tocantins e com grande área agrícola – foi feita uma análise dos pesticidas que apresentavam potencial risco de contaminação de águas subterrâneas e superficiais para consumo humano⁵². Os pesticidas analisados foram os utilizados para as culturas de soja, milho, arroz, além de pequenas áreas de plantio de uva e tomate (Dores e Freire, 2001). Dentre os potenciais contaminantes de águas subterrâneas as autoras recomendam para estudos futuros os seguintes princípios ativos: metomil, maneb, triadimefon, atrazina, metribuzina, simazina, clorimuron etil, flumetsulan, fomesafen, glifosato, imazaquim, imazetapir e metolaclor. Dores e Freire (2001, p.32) confirmam que os que são encontrados na literatura com maior frequência como contaminantes de águas subterrâneas são: atrazina, metolactor, simazina, metribuzina, e metonil. No anexo F estão relacionados os pesticidas com alto potencial de contaminação de águas superficiais ainda segundo o trabalho mencionado.

Laabs et al (2000) também analisaram a degradação e lixiviação de oito pesticidas utilizados em soja e milho na região de Cerrado (latossolo) próximo a Cuiabá (MT). Os moderadamente lixiviados (além de 15 cm) foram atrazina, simazina e metolaclor medidos após 28 dias de aplicação. O trabalho destaca um ponto importante: a maior rapidez na dissipação dos pesticidas em regiões tropicais em relação às temperadas. Isto se deve principalmente a maior degradação e volatilização em lugares onde há predomínio deste clima. A radiação solar alta nestas regiões contribui generosamente para a degradação dos pesticidas por fotólise (Barceló & Hennion apud Dores e Freire, 2001). Assim, como o tempo de meia vida dos pesticidas é, em geral, analisado em solo e água de locais com climas temperados, esta questão deve ser considerada na realização de estudos em locais de clima tropical como a área da Bacia do Alto Paraguai.

⁵² Para avaliar os pesticidas potenciais de contaminação de águas subterrâneas, foram utilizados os critérios de "screening" sugeridos pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) – solubilidade em água, coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo, constante da Lei de Henry, meia-vida no solo, meia-vida na água e condições de campo que favorecem a percolação no solo. Além disso, foi utilizado o índice GUS (índice de vulnerabilidade de águas subterrâneas)

Na sub-bacia do Alto Taquari (BAT) foi realizado um estudo para tipificar e quantificar o emprego de pesticidas utilizados de 1985 a 1996 em São Gabriel D'Oeste (MS). A cultura da soja se destacou em primeiro lugar no consumo de agroquímicos, sendo que a trifluralina é o herbicida mais utilizado. Vieira et al (1999) destacam que este herbicida pré-emergente quando aplicado em doses superiores às recomendadas podem deixar resíduos tóxicos por até quatro anos. Ademais, apresenta toxicidade para algas mesmo em doses ocasionais, sendo que em doses contínuas acaba apresentando toxicidade também para os peixes, podendo provocar contaminação sub-letal.

Outro trabalho bastante relevante foi realizado por Rieder et al entre 1993-97 sobre as alterações da quantidade de matéria orgânica nas bordas do Alto Pantanal (município de Cáceres - MT) diante da proteção que a mesma exerce contra a contaminação por pesticidas. Eles concluíram que, ao longo dos doze anos de utilização do solo nos locais estudados por atividades agropecuárias, reduziram-se de 40-50% os teores de matéria orgânica na camada superficial do solo em relação às áreas virgens (Rieder et al, 2000). Como já foi observado, a matéria orgânica tem uma grande contribuição no grau de adsorção do pesticida no solo, ou seja, ele fica imóvel, protegido por partículas que o envolvem. Não obstante, os autores alertam que a ação antrópica no sentido de práticas que fragilizem o poder natural de proteção do solo, bem como, a contínua introdução de substâncias poluentes cujos efeitos ainda são ainda desconhecidos em sua totalidade, podem provocar graves riscos ambientais para a região da borda do Pantanal e para o Baixo Pantanal (idem, p.107).

5 - AGRICULTURA IRRIGADA NO CERRADO: POLÍTICAS, TÉCNICAS E IMPACTOS

A irrigação remonta aos primórdios da humanidade, quando o homem passou a domesticar as primeiras plantas e animais. As sociedades antigas evoluíram enquanto cultura em ambientes cujas características climáticas eram inóspitas, onde o rigor do clima inibia a realização de uma agricultura permanente e, para sua viabilização, era necessário repor ao solo a umidade que as plantas requeriam. Assim surgiu a técnica de se irrigar, único imperativo para se obter a produção.

Inicialmente, a força utilizada era de origem humana e animal como forma de canalizar a água dos mananciais existentes, visando escoá-la por gravidade por meio de canaletas e, assim, atingir as áreas cultivadas. Não obstante, durante séculos as práticas de irrigação permaneceram sem muita alteração, passando por mudanças substanciais após a revolução industrial quando, equipamentos mecânicos substituíram a força animal e humana. O novo paradigma industrial veio acompanhado de importante desenvolvimento técnico, contribuindo de forma significativa para o estabelecimento de novos métodos e para o avanço da ciência agrônômica, revolucionando a irrigação.

O segundo momento transformador na irrigação foi a adoção de novas tecnologias que permitiram a racionalização do uso da água. Os elevados custos do sistema, o desperdício de água, as necessidades hídricas de cada cultura e a eficiência de cada método, o emprego da irrigação em fertirrigação⁵³ e quimigação⁵⁴, foram decisivos para o uso racional dos recursos (Santo, 2001, p.58).

O setor agrícola é o maior consumidor de água no mundo aumentando o consumo de 407 km³/ano em 1900, para 1.996 km³/ano em 2000, correspondendo a um acréscimo de 4,9 vezes em um século (Setti et al, 2001, p. 54). Para a produção de uma tonelada de grãos são necessárias quase mil toneladas de água (ou seja, um milhão de litros de água ou mil milímetros cúbicos) o que permite compreender a pressão exercida sobre os recursos hídricos das regiões produtoras. A demanda agrícola equivale a 70% de toda a água superficial e subterrânea captada para a utilização nas atividades da sociedade moderna.

A otimização dos fatores de produção na propriedade agrícola obriga a manutenção do sistema produtivo durante o ano, independente da estação chuvosa. Para tanto, é necessário repor a umidade ao solo através de irrigação, visando atender as exigências das plantas nos períodos em que o balanço hídrico é desfavorável, conforme ocorre no Cerrado.

⁵³ Aplicação de fertilizantes via irrigação.

⁵⁴ Aplicação de agroquímicos na água de irrigação

5.1 – Políticas Públicas para a Irrigação

Atualmente a irrigação é uma prática comum em diversos países. O Egito irriga 100% de sua agricultura, o Japão 63% e a China 48%. No Brasil, apesar do incremento da irrigação, ainda é pequena a área irrigada se comparada com as zonas de cultivo convencional (Genésio et al, 1990, p.111).

O Brasil possui recursos excepcionais para a irrigação. Do total de água doce do planeta, 8% estão localizadas em território brasileiro. As áreas propícias para a prática da irrigação comportam 30 milhões de hectares de várzeas e 25 milhões de hectares de terras consideradas irrigáveis. Segundo Santo (2001: p. 58), a área irrigada no Brasil não tinha expressividade até 1960. A implantação do PROVÁRZEAS e do PROFIR incorporou 1 milhão de hectares de várzeas drenadas e/ou sistematizadas, com um crescimento de 70% em relação à década de setenta.

A área total irrigada no Brasil em 1990 equivalia a 2.700.000 hectares, com 5% irrigados pelo método por sulcos, apresentando uma área média por produtor de 3,2 hectares e 67% irrigados pelo sistema de inundação, com média de 13,7 hectares por produtor. Outros 28% eram representados pelos sistemas de gotejamento e aspersão (Garrido et al,1994, p. 200). Em 1998, a área total de terras irrigadas atingia 2.870.204 ha., não diferindo de valores semelhantes existentes no início desta mesma década (Setti et al, 2001, p.63). Os dados permitem concluir que o aumento da área foi reduzido nesse período. Enquanto novos projetos foram efetivados, outros existentes foram abandonados, daí o acréscimo de novas áreas não apresentar incremento acentuado.

A necessidade de ampliar a produção para o mercado interno e melhorar a participação brasileira no competitivo mercado internacional, elevando os níveis de produtividade e a melhoria da qualidade de vida no meio rural, impulsionaram o governo a elaborar uma nova Política Nacional de Irrigação e Drenagem. Esse novo momento é parte de um processo de ação pública desencadeado a 100 anos (SRH/MMA, 1998, p.8). Durante esse longo período, a irrigação no Brasil teve distinta participação do Estado, configurando quatro fases:

- a) A primeira compreendia desde 1875 até aproximadamente 1965. Aqui a presença do Governo Federal era maciça, mas as ações empreendidas eram

isoladas, envolvendo alguns cultivos e apenas algumas regiões, mesmo assim, a atuação no espaço era descontínua.

- b) A segunda fase envolveu o final dos anos 60, quando foi implantado o Grupo de Estudos Integrado de Irrigação e Desenvolvimento Agrícola- GEIDA, que elaborou diretrizes seguidas até metade da década de 80. Estava aí presente a concepção dos programas nacionais, que caracterizaram o planejamento centralizado dos governos militares. Durante esse tempo foram implementados em 1969 o Programa Plurianual de Irrigação- PPI, e nos anos 80, o Programa Nacional para Aproveitamento Racional de Várzeas Irrigadas PROVÁRZEAS e o Programa de Financiamento de Equipamentos de Irrigação, PROFIR, os dois últimos as primeiras propostas de incentivo à participação da iniciativa privada, inclusive com a destinação de “lotes empresariais” nos projetos de irrigação realizados pelo governo. As mudanças na base técnica da agricultura no final da década de 70, conjuntamente com os incentivos dados pelo Governo Federal para a substituição de bens importados destinados à agricultura, incentivaram o setor voltado para a produção de equipamentos destinados ao meio rural (Abreu, 1994, p.77). Assim, a existência desses programas, nos anos 80, veio atenuar a crise vivida pelo sistema de crédito rural, que se ressentiu da carência de recursos devido a crise econômica.
- c) Com a Nova República, inicia-se a terceira fase, composta por dois grandes programas: Programa de Irrigação do Nordeste- PROINE e o Programa Nacional de Irrigação - PRONI, implementados a partir de 1986. Distingue-se das fases precedentes por estabelecer o papel a ser desenvolvido pelo setor privado. Ao governo caberia o suporte em infra-estrutura coletiva, notadamente no setor elétrico e na macrodrenagem⁵⁵.
- d) A quarta fase inicia-se em 1995, quando ocorre uma reorientação na política de irrigação. Dentre o rol de propostas inclui-se a maior participação da iniciativa privada em desenvolver projetos em irrigação e drenagem, a consolidação da indústria voltada para a produção de equipamentos para irrigação, aumento da oferta de produtos agrícolas, com a possibilidade de produção durante o ano, geração de tecnologias e cultivares específicos para áreas irrigadas e, notadamente, a formação de quadros técnicos para projetos de irrigação.

⁵⁵ Implantação de projetos voltados para a construção de uma rede de canais.

A mudança no perfil da irrigação brasileira contribuiu para que, na elaboração da Política Nacional de Irrigação e Drenagem, esse setor fosse considerado um negócio ao englobar diversas atividades, requerendo como exigência básica a competência dos inúmeros atores envolvidos. Mesmo nos perímetros públicos irrigados a nova orientação do Estado é o repasse total do controle dessas áreas para a iniciativa privada e/ou controle pelos irrigantes. A irrigação deixou de ser encarada como uma atividade voltada apenas para suprir dificuldades na região semi-árida, para constituir-se em um setor de atividade nacional.

A nova política de Irrigação e Drenagem teve sua reformulação orientada sob quatro determinantes, representados pela viabilidade econômica da atividade, a sustentabilidade ambiental, em consonância com a nova Lei de Recursos Hídricos, a influência da globalização no mercado e, por último, o avanço tecnológico e a possibilidade de transformar vantagem comparativa em vantagem competitiva (SRH/MMA, 1998, p.14).

A Política Nacional de Irrigação e Drenagem define como prioridade a dimensão espacial, visando integrar determinadas áreas ao processo de produção hidro-agrícola consolidando os "Eixos de Desenvolvimento", diretriz espacial do Plano Plurianual do Governo Federal - PPA. A noção de eixo de desenvolvimento traz outro dinamismo para o crescimento regional. Não apresenta as características dos pólos de desenvolvimento porque funciona como um vetor que possui um campo de força que atrai atividades. Estão implícitos os fluxos, as conexões econômicas e a integração de atividades, onde a irrigação se integraria como um elo fundamental no fortalecimento dos complexos rurais na região.

5.2 - Técnicas de Irrigação

Na modernidade, três fatores são fundamentais para se realizar um projeto de irrigação: área potencialmente irrigável, com solo de estrutura física favorável, condições climáticas que permitam o bom desenvolvimento dos cultivos e reservas de água de boa qualidade e com capacidade suficiente. A opção por determinado método dependerá ainda do relevo, do tipo de solo, da forma e do tamanho do terreno, dos custos na instalação e na manutenção do sistema.

Existem diversos métodos de irrigação:

- Gravidade ou de superfície: compreende os sistemas de irrigação por sulcos, faixas e inundação de tabuleiros, onde a água é manejada aproveitando a ação da gravidade;
- Pressurizados: necessitam de pressão na água para seu funcionamento. Dividem-se em três métodos: irrigação por aspersão, irrigação pressurizada mecanizada e irrigação localizada. A irrigação pressurizada mecanizada é subdividida em sistema autopropelido e deslocamento sobre rodas, cujo método mais conhecido é o pivô central.
- O método de aspersão localizada é destinado a colocar pequeno volume de água próximo ao caule da planta. É subdividido em dois métodos: gotejamento e micro aspersão.
- Subirrigação: compreende o método de aplicação que eleva o lençol freático até as proximidades das camadas superficiais do solo;
- Irrigação subterrânea: consiste num processo de gotejamento subterrâneo (Klar, 2000: p.55).

Abaixo se observa, no quadro 6, as subdivisões dos diversos métodos de irrigação mostrando suas características principais, bem como, as vantagens e/ou desvantagens ambientais de cada técnica.

Quadro 6 - Principais Técnicas de Irrigação

Método	Principais sistemas	Vantagem / Desvantagem ambiental
Superfície	<ul style="list-style-type: none"> • Sulcos • Inundação 	<p>As perdas por evaporação são menores, em razão da superfície livre da água ser menor. Assim, os riscos da compactação em solos argilosos são mais reduzidos, podendo ser trabalhada a área tão logo se faça a irrigação (Withers & Vipond, 1977: p. 30). Um cuidado necessário é o controle da presença de sais na água ou no solo que pode formar uma crosta superficial, caso a água escoe pelo camalhão⁵⁶, umidecendo apenas a superfície.</p> <p>É um sistema de baixa eficiência onde há perdas por infiltração profunda e distribuição desuniforme do perímetro úmido (Carvalho, 1995: p. 429). Apesar de os projetos de irrigação de superfície admitirem uma eficiência entre 50 e 60%, quando implantados, operam numa faixa entre 25 a 40%.</p>
Pressurizada	<ul style="list-style-type: none"> • Aspersão • Mecanizada (autopropelidos e pivôs) • Localizada (gotejamento e microaspersão) 	<p>Os riscos de afetar a estrutura e o arejamento do solo são proporcionais à velocidade de infiltração da água, sendo prudente a escolha por intensidades menores. Também contribui de forma significativa para perda da eficiência do sistema a baixa umidade do ar, as temperaturas elevadas e os ventos acima de 8 Km/h (Klar, 2000: p.59).</p> <p>Nos sistemas autopropelidos, a intensidade da precipitação é maior, o que pode promover a desagregação das partículas do solo.</p> <p>Nos pivôs, os impactos são menores, porém consomem mais energia. Além disso, nos pivôs de baixa pressão, pode haver nas últimas torres escoamento superficial provocando erosão (Mantovani, 1998: p.58)</p> <p>Há um menor consumo de água, pois a evaporação na superfície é reduzida e a percolação da água fica quase restrita à zona das raízes.</p>
Subirrigação		<p>Há uma menor perda de água por evaporação, pois a mesma é fornecida de baixo para cima. No entanto, dependendo da concentração de sais no solo, pode favorecer o processo de salinização</p>
Subterrânea		<p>As conseqüências são semelhantes às da subirrigação</p>

⁵⁶ *Camalhão* é a parte elevada entre os sulcos.

Alguns fatores são determinantes na escolha do método de irrigação, como a qualidade, a quantidade da água e seu custo. Dependendo do tipo de cultivo e da definição por um processo, amplia-se a relação custo/benefício.

5.3 - A Irrigação na Borda do Pantanal

Apesar da exuberante rede hidrográfica do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, a implementação da atividade agrícola nos dois Estados apresenta um fator limitante de suma importância: é a característica climática da região dos Cerrados, que apresenta duas estações bem definidas, uma seca e outra chuvosa. Assim, o aproveitamento econômico das terras ficou, nas fases iniciais de ocupação, concentrado em metade do ano correspondendo à época das chuvas. Novas perspectivas poderiam ser abertas, desde que a irrigação fosse implementada, porque haviam poucas restrições ao uso dos recursos água e solo, como por exemplo, nas áreas de agricultura intensiva situadas nas terras mais altas, nos topos dos chapadões, coincidindo com as superfícies mais drenadas do Centro-Oeste.

De acordo com o Relatório Técnico publicado pelo Ministério do Interior (1974, p.265), a irrigação na Bacia do Alto Paraguai restringia-se apenas a 1.000 ha de arroz e cultivo de hortaliças nas áreas próximas às cidades e vilas em 1970⁵⁷. A maioria dos cultivos, notadamente do arroz, estava situada em áreas suscetíveis às cheias anuais da região, logo, pouco era produzido pelo sistema de irrigação por inundação. O mesmo estudo estabelecia que no futuro a irrigação estaria localizada nos cinturões limítrofes às cidades, viabilizando assim a horticultura e pouco se destinando ao cultivo nos campos.

Parece que o referido estudo foi equivocado. No entanto, de posse do conhecimento difundido no meio técnico e dos limites da infra-estrutura do Estado, não se antevia outra perspectiva para o Mato Grosso. As transformações no final dos anos 70, assim como o avanço técnico na agricultura no Cerrado, a divisão do Estado e a política de desenvolvimento empreendida pelo Governo Federal, mudaram o rumo da história do Cerrado mato-grossense.

⁵⁷ No relatório técnico pesquisado não há denominação do local onde havia esta área irrigada.

Segundo o Departamento de Estudos e Pesquisas da Embrapa (1987, p.6), em 1981 a área agrícola que recebeu projetos de irrigação e/ou drenagem por parte dos técnicos da Emater do Mato Grosso correspondia a 849 ha. Em 1986, atingia a 2.454 ha., embora houvesse estimativa de outros 4.000 a 5.000 ha. irrigados na época, por proprietários não participantes do apoio da Emater. Entre 80 a 90% das áreas foram irrigadas por inundação em várzeas; 10 a 20%, por aspersão convencional; e uma pequena parcela foi irrigada por sulcos. No ano agrícola de 1985/86, a cultura de maior área inundada foi o arroz, com 8.219 ha.; seguido das hortaliças com 4.251 ha. e do milho com 732 ha⁵⁸.

De acordo com um levantamento do Plano Diretor de Irrigação para a Região Centro-Oeste, elaborado pelo Ministério do Interior no início dos anos 80, as áreas favoráveis à irrigação e/ou à drenagem no Mato Grosso perfaziam 30% do Estado, compreendendo 264.300 Km². Desses, 95.234 Km² correspondiam às áreas de várzeas, estimadas pelo PROVÁRZEAS.

O Programa Nacional de Irrigação (PRONI) alocou recursos para que as Centrais Elétricas Mato-Grossenses elaborassem em 1987 o Plano Operativo de Irrigação e Suporte Energético, visando implantar sistemas elétricos para viabilizar a irrigação, destinada a alcançar as metas de 31.551 ha. em 1987 e 111.351 ha. para os anos 1988/90. Contudo, em quatro anos, a meta pretendida foi ampliada em 3,5 vezes (DEP/EMBRAPA, 1987, p.8).

O referido estudo apresentava como problemas das áreas irrigadas, a necessidade de definição de culturas aptas ao cultivo sob o pivô, assim como o estabelecimento de culturas para a rotação nessas áreas. Apontava como sistema mais problemático, a irrigação nas áreas de várzea, devido, sobretudo, à dimensão da zona irrigada. Os maiores problemas estavam afetos aos grandes produtores, atingindo pouco aos pequenos. De qualquer modo, ressaltava a necessidade de cultivares adequadas e apontava os efeitos da toxidez do ferro e a presença de ervas daninhas, como obstáculos que dificultavam o desenvolvimento da irrigação. O suporte do governo para agricultura irrigada se resumia em investimentos na infra-estrutura e no apoio, através dos Programas Provárzeas e Profir, à iniciativa privada. A crise econômica que

⁵⁸ Dentre as hortaliças, as de maior área irrigada foram respectivamente a alface (313 ha), a abobrinha (242 ha) e o quiabo (226 ha).

assolou o país ao final dos anos 80 e durante a década de 90, dificultou o cumprimento das metas para a irrigação em virtude da carência de recursos.

Ao findar os anos 90, o potencial irrigado do Mato Grosso era insignificante diante das dimensões da agricultura no Estado. A área irrigada em 1998 compreendia 12.180 ha., correspondendo a 0,42% da superfície irrigada do país. Christofidis, citado por Setti (2001, p.63), ao analisar a irrigação no país, identificou o território mato-grossense como o menor consumidor de água pelos cultivos, utilizando apenas 4.815 m³/ha/ano ou 65% da média nacional, com a eficiência da irrigação chegando a 65%, acima também da média do país.

Do total de propriedades que usavam sistema de irrigação no Mato Grosso em 1996, 55% (574 propriedades) encontravam-se dentro da Bacia do Rio Paraguai. Na região integrante da bacia, a maior frequência estava na microrregião de Rondonópolis (com 130 propriedades irrigadas) nas Sub-Bacias dos Rios São Lourenço e Itiquira, seguida da microrregião de Cuiabá (com 110 propriedades) na Sub-Bacia do Rio Cuiabá e da microrregião de Tangará da Serra (com 90 propriedades) no alto curso do Rio Paraguai (Anexo G).

A observação atenta do anexo G permite inferir que a maior concentração de propriedades com prática de irrigação na bacia pantaneira não estava voltada para a produção de grãos, mas destinadas à horticultura e fruticultura, exercida em pequenas e médias propriedades. Vale ressaltar que aproximadamente 15% das propriedades da Bacia do Paraguai, no Estado de Mato Grosso, estão concentradas nas terras baixas, correspondendo à Baixada Cuiabana e aos municípios dentro do Pantanal, como Barão de Melgaço e Poconé. Pode-se explicar essa distribuição devido a maior concentração populacional do entorno da capital, favorecendo o deslocamento da produção das pequenas propriedades para suprir o mercado local de hortifrutigranjeiros. Quando a análise recai sobre os municípios com maior frequência de propriedades irrigadas sobressaem Tangará da Serra, Rondonópolis e Jaciara que, a despeito de serem grandes produtores de grãos e de cana-de-açúcar, possuem uma quantidade significativa de pequenas e médias propriedades, que irrigam reduzidas porções de terra e produzem uma diversidade de produtos.

Enquanto na década de 80, o sistema de irrigação predominante era do tipo inundação, na virada do século os demais sistemas progrediram de forma acentuada.

O sistema de pivô central saltou de 600 ha. em todo território mato-grossense naquele período, para mais de 4.000 ha. apenas nos municípios da borda do Pantanal, com 37 pivôs no ano 2002 (Quadro 07).

Quadro 7 – Distribuição dos Sistemas de Irrigação por Pivô Central na Bacia do Rio Paraguai no Mato Grosso.

Estado	Município	Quant. De Pivôs	Área (ha)	Produtos
Mato Grosso	Alto Garças	01	SI	SI
	Cáceres	01	SI	SI
	Campo Verde	07	680	SI
	Glória D'Oeste	01	50	SI
	Itiquira	09	SI	SI
	Jaciara	02	SI	SI
	Nobres	07	SI	SI
	Pedra Preta	07	424	café, feijão
	Rondonópolis	02	140	algodão, feijão

* SI - sem informação

Fonte: Técnicos Agrícolas e Secretarias Municipais de Agricultura.

O pivô central foi desenvolvido no ano de 1952 nos Estados Unidos e possibilitou a irrigação de grandes áreas, notadamente após a automação do equipamento a partir da década de 60. Este sistema imprimiu uma nova dinâmica à irrigação no Brasil. No biênio 85/86, a venda de pivôs representou 48,8 % dos diferentes sistemas comercializados no território brasileiro (Mantovani, 1998, p.8).

O método mais apropriado para irrigação no Cerrado é o pivô central, daí ser o mais utilizado no cultivo de grãos, porque a lucratividade dessas culturas está na dependência, principalmente, da extensão da área plantada (Silveira et al, 1999, p.7).

Apesar do número reduzido de pivôs na Bacia do Rio Paraguai, em relação a outras regiões dos Estado de Goiás e de São Paulo, nos últimos anos houve incremento desse sistema na escala regional⁵⁹. Três fatores foram substanciais para a expansão desses equipamentos na região: produtores capitalizados e afetos a novas tecnologias,

⁵⁹ As perspectivas são de aumento significativo, de tal modo que um dos maiores fabricantes do sistema no país, planeja a implantação de uma unidade industrial em Cuiabá (MT) até o ano de 2004.

disponibilidade de água e assistência técnica. Existindo esse conjunto de elementos, acentua a possibilidade da utilização do sistema.

Assim, ao se observar o quadro 2, percebe-se o papel desempenhado por Mato Grosso, que contém 80% dos pivôs implantados da bacia, estando a maior concentração na região sul, onde estão os produtores mais capitalizados e pioneiros no plantio de grãos no Cerrado, sobressaindo-se os municípios de Campo Verde, Itiquira, Pedra Preta e Nobres, perfazendo 81% do total de pivôs dentro da Bacia do Paraguai.

Nas sub-bacias do rio Itiquira/Correntes está um dos focos de produção de grãos do Mato Grosso, concentrando nessa região a maior quantidade de pivôs da bacia. Esses rios serão em breve aproveitados para geração de energia elétrica, o que pressupõe regularidade na vazão do canal. Desse modo, o uso da água para irrigação será cerceado futuramente, estabelecendo um conflito entre as duas atividades, a agrícola e de produção de energia.

Idêntica situação ocorre em Primavera do Leste, no divisor de águas da Bacia do Araguaia com a Bacia do Paraguai, onde a concentração de parte dos 53 pivôs do município está provocando conflitos. Para minimizar as conseqüências, criou-se uma Associação de Irrigantes, que juntamente com a Prefeitura Municipal, encomendou um relatório técnico pormenorizado sobre alguns cursos d'água, destinado a definir um parâmetro de consumo para permitir ou mesmo inibir a implantação de novos pivôs⁶⁰. Adotou-se empiricamente um teto de até 30% da vazão mínima no mês de setembro, como consumo máximo pelo conjunto dos pivôs de cada canal fluvial. Entretanto, a Secretaria de Recursos Hídricos da Fundação do Meio Ambiente do Mato Grosso, está desenvolvendo uma norma onde o teto máximo de consumo é de 10% da vazão mínima⁶¹. Se a proposta oficial tiver força de lei, logo em diferentes pontos da Bacia do Paraguai e na sua bordadura o conflito estará configurado.

Outros sistemas de aspersão evoluíram significativamente, como os auto-propelidos, empregados sobretudo no cultivo da cana-de-açúcar destinado ao suprimento das

⁶⁰ No Mato Grosso não é permitido o represamento dos cursos d'água com a finalidade de irrigação, apenas é admitido o bombeamento diretamente do rio.

⁶¹ Não foi possível obter na literatura e nos órgãos ambientais nenhum parâmetro definidor que permitisse estabelecer um limite máximo de captação de água de um rio, sem afetar o ecossistema aquático e definido cientificamente.

usinas de açúcar e destilarias no Mato Grosso e no Mato Grosso do Sul⁶². Esses sistemas são adotados para uso de fertirrigação, destinados à utilização do vinhoto como biofertilizante. Embora não envolva a totalidade da área cultivada com cana-de-açúcar, deve ocorrer em aproximadamente 5% do total da área cultivada⁶³.

A disponibilidade de recursos hídricos no Mato Grosso do Sul também é significativa. A área do Estado está incluída em sua quase totalidade na Bacia do Paraguai com 51,6% da área (177.167 Km²) e, na Bacia do Paraná, com 49,3% da área (173.093 Km²) do Estado. Apenas 0,1% (288 Km²) pertence à Bacia Tocantins–Araguaia, segundo o Departamento de Estudos e Pesquisas da Embrapa (1987, p.20).

No ano de 1985/86, os cultivos com maior área irrigada no Estado eram o arroz irrigado em 9.000 ha situados em várzeas úmidas, e o trigo irrigado por aspersão, em 8.500 ha. situados na Fazenda Itamarati. Outros 4.000 ha. envolviam o cordão de terras altas, onde se situavam outros cultivos também irrigados por aspersão.

O estudo realizado para o Plano Diretor de Irrigação para a Região Centro-Oeste concluiu que 60% do território estadual (210.329 km²) eram propícios para irrigação e/ou drenagem.

De acordo com o Departamento de Estudos e Pesquisas da Embrapa (1987, p.23), o diagnóstico realizado pelo EDIBAP (Estudos de Desenvolvimento Integrado da Bacia do Alto Paraguai) afirmava existir na Bacia do Paraguai, na porção do Mato Grosso do Sul, terras propícias para irrigação equivalentes a 500 mil ha., que o levantamento apontava como de possibilidade para exploração “sem alteração do ecossistema existente”. O levantamento foi realizado não levando em consideração as implicações sobre os recursos hídricos e as alterações ambientais sofridas pelo território, porque a Legislação Ambiental foi criada na época do levantamento.

No ano de 1986, existiam 40.000 ha. irrigados no Mato Grosso do Sul, com 70% da área no sistema de inundação e os outros 30% nos métodos de aspersão e sulcos. No sistema de pivô central haviam 9.000 ha. e na aspersão convencional e por sulcos, a área alcançava 3.000 ha (EMBRAPA, 1987, p. 30).

⁶² Na bacia do Paraguai existem cinco usinas e uma destilaria de álcool no Mato Grosso e três destilarias no Mato Grosso do Sul.

⁶³ Segundo informações obtidas com técnicos da área agrícola.

O Mato Grosso do Sul irrigava 61.400 ha. em 1998, equivalente à 2,1% da área irrigada do Brasil. O consumo de água pelos cultivos é um dos menores do país, envolvendo 4.935 m³/ha/ano, correspondendo a 67% da média do consumo brasileiro, com a eficiência da irrigação atingindo 60%, um pouco abaixo de idêntica média nacional. (Setti,2001, p 63).

A análise do anexo H possibilita compreender como a irrigação está distribuída na bacia pantaneira. A primeira situação que desponta perante as demais é a excessiva concentração de propriedades com prática de irrigação na Micro-Região de Campo Grande e, nesta, o papel desempenhado pelo município de Campo Grande.

De acordo com o Censo Agropecuário de 1995/96, o município da capital possuía 30% do total de propriedades irrigadas dentre todos os municípios sul-mato-grossenses que estavam na área dos rios tributários da Bacia do Paraguai. Se considerarmos a Microrregião de Campo Grande, com o conjunto de municípios, esse índice salta para 71,00% das propriedades, ou seja, de todos os estabelecimentos agropecuários dentro da bacia no Mato Grosso do Sul, aproximadamente $\frac{3}{4}$ estavam nessa zona.

Aqui se repete idêntica situação observada no Mato Grosso: o anel de municípios envoltos da capital do Estado concentra grande quantidade de pequenos sistemas de irrigação, voltados quase sempre para a produção de hortifrutigranjeiros destinados a abastecer a maior concentração populacional do Estado. Todavia, enquanto em Mato Grosso 79% da irrigação está no interior, em Mato Grosso do Sul atinge apenas 29%. Quando os dados dos dois Estados são analisados em conjunto, as microrregiões que contêm as capitais em toda bacia tributária do Pantanal compreendem 55% de todas as propriedades com algum processo de irrigação.

O Estado do Mato Grosso do Sul possuía, segundo a Secretaria Estadual de Produção um total de 81.480 hectares irrigados em 1996-2000, estando na bacia pantaneira apenas 2% dos sistemas existentes. Dentro da bacia, a região mais importante na produção de grãos, o município de São Gabriel do Oeste, concentra 67% dos pivôs ⁶⁴(Quadro 03).

⁶⁴ É importante ressaltar que em grandes propriedades irrigadas dentro da BAP com pivô central, as culturas funcionam em rotação com a cultura da soja no período da entressafra.

**Quadro 08 – Distribuição dos Sistemas de Irrigação
por Pivô Central na Bacia do Rio Paraguai no Mato Grosso do Sul.**

Estado	Município	Quant. De Pivôs	Área (ha)	Produtos
Mato Grosso do Sul	Campo Grande	01	16	Hortaliça
	Costa Rica	02	180	Pasto irrigado, milho e feijão
	São Gabriel do Oeste	06	610	Feijão e milho

Fonte: Técnicos Agrícolas e Secretarias Municipais de Agricultura

As perspectivas são de aumento da área irrigada por pivô no nordeste de Mato Grosso do Sul, particularmente na microrregião do Alto Taquari, e nos municípios próximos aos limites interestaduais com Mato Grosso e Goiás que sofrem influência da construção da Ferronorte. Entretanto, há restrições em alguns lugares, devido a pouca disponibilidade de cursos d'água nas chapadas.

5.4 - Potenciais Impactos da Irrigação

O Relatório Técnico do Departamento Nacional de Obras e Saneamento-DNOS/MINTER (1974, p.267) fazia advertências quanto ao uso da água, numa época em que parte dos ecossistemas do Mato Grosso estava preservada. Alertava que o uso da água dos rios para irrigação devia se restringir ao mínimo necessário para cada cultura, não devendo de forma alguma se adotar sistemas de irrigação que implicassem em desperdício de água. Enquanto um estudo do início dos anos 70 alertava para os riscos da irrigação, outros realizados nos anos 80 mostravam despreocupação em relação ao assunto.

No Relatório Técnico do DNOS, já se detectavam alterações ambientais na Bacia do Paraguai. O dessecamento do solo ao longo da bacia era observado tanto por especialistas como pela população.

Nos planaltos, ocorria a morte de alguns "conjuntos vegetais", o que estaria a indicar uma lenta mudança nas condições climáticas. Nas partes baixas, a expansão do Cerrado podia ser um indicador do dessecamento ou mesmo a sua causa. Esse tipo de vegetação substitui outros conjuntos vegetais quando o lençol freático e sua fixação o

mantêm num ponto mais profundo. O referido documento fazia a análise do ambiente ainda não alterado pela agricultura predatória, estabelecida na região ao final da década de 70.

As tecnologias produzidas para a agricultura nos países desenvolvidos não podem ser transplantadas sem nenhum critério para os países de clima tropical. O “insucesso destes empreendimentos, que incluem os programas de apoio ao estabelecimento da agricultura irrigada, está ligado à ausência de uma visão mais abrangente onde deveria incluir a relação existente entre a produtividade e a estabilidade dos ecossistemas tropicais e a aplicação errônea de tecnologia disponível” (Lima et al, 1996, p. 428).

Apesar de a legislação ambiental brasileira ter definido critérios de responsabilidade e estudos prévios dos impactos desde 23.01.1986, apenas em 1992 o IBAMA elaborou documento estabelecendo diretrizes para projetos de irrigação. Durante a década de 80, época dos grandes Programas de Irrigação, a irrigação era efetuada de maneira livre, sem ordenação por parte dos órgãos ambientais.

A ocupação intensiva dos divisores d'água das bacias hidrográficas, para onde se deslocaram os projetos de irrigação, mudou o paradigma de uso do solo regional. O sistema de irrigação por inundação aos poucos foi sofrendo concorrência de outros métodos.

Os solos submersos dos sistemas de irrigação por inundação sofrem alterações induzidas pelo anaerobismo, levando à perda do oxigênio presente nos compostos químicos. As características de textura do solo e as técnicas empregadas no cultivo são determinantes na formação da camada anaeróbica, a qual pode compreender de 20 a 75 cm de profundidade, apresentando maior intensidade em solos arenosos (Primavesi, 1997, p.435). Compostos nitrogenados de ferro e manganês e o ferro livre são lixiviados através do manto intemperizado⁶⁵, formando concreções mangano-férricas, constituindo uma camada resistente e endurecida e dificultando a penetração da água. Este processo não ocorre em solos alcalinos e em solos pobres em manganês e ferro. Essa camada reduzida afeta negativamente as lavouras, como o arroz irrigado, diminuindo a produtividade com o tempo. A alternativa consiste em efetuar

⁶⁵ Material proveniente da decomposição das rochas na superfície terrestre.

periodicamente cultura de sequeiro após dois anos consecutivos de cultura inundada, quando a matéria orgânica deve ser incorporada superficialmente e a camada de redução destruída.

A conservação do solo é uma preocupação constante em áreas irrigadas porque o manejo inadequado pode acarretar a formação de crostas superficiais, e afetar a bioestrutura⁶⁶. Dentre os sistemas de irrigação o mais agressivo à bioestrutura do solo é o sistema por inundação, seguido pela aspersão, infiltração e irrigação subterrânea (Primavesi, 1977, p. 449).

As áreas de várzeas irrigadas por qualquer método e, com deficiência na drenagem, provocam uma elevação do lençol freático e, se ocorrer super-irrigação, existe a possibilidade de o solo ser salinizado (Klar, 2000, p. 74). A ocupação das várzeas e sua utilização para a prática agrícola nos anos 80 foi um dos fatores da degradação desse ambiente. As várzeas correspondem ao leito maior dos cursos d'água suscetíveis a inundações periódicas. O cultivo dessas áreas, além do desmatamento, acarreta outros impactos, em razão do uso intensivo das terras, que pode contaminar o canal fluvial com resíduos químicos provenientes da lavoura. Nas inundações, o risco é o transporte de partículas desagregadas do solo, aumentando a carga em suspensão no leito fluvial. Atualmente é um processo de pequena magnitude, devido a reduzida superfície ocupada para este fim em virtude de aspectos econômicos e exigências da legislação ambiental.

Outro problema da irrigação é o processo de salinização. Sua ocorrência é consequência direta da relação entre infiltração e evaporação, ou seja, quando a infiltração for mais intensa que a evaporação, os compostos são lixiviados e o solo se acidifica. Inversamente, quando predomina a evaporação, os sais são depositados na camada superficial, salinizando-a (Primavesi, 1977, p.440). De acordo com o tipo de solo, varia a dinâmica de salinização. Assim, solos argilosos são mais propensos devido ao maior movimento ascendente da água do solo.

Em regiões de clima árido e semi-árido, os efeitos da salinização são mais intensos, apesar de ocorrer também em solos onde a água apresenta menor concentração de sais. Como as precipitações em zonas áridas são reduzidas e concentradas, não há

⁶⁶ Estrutura derivada da ação de microrganismo sobre a matéria orgânica no solo.

reposição constante de água. Deste modo, o movimento predominante da água é ascendente levando ao acúmulo dos sais na superfície. A velocidade em que ocorre a salinização é agravada pela compactação e adensamento do solo, pois dificulta a percolação da água e, ao mesmo tempo, aumenta a transpiração das plantas devido à redução do oxigênio no solo. Além disso, os efeitos negativos da salinização são mais presentes em áreas que não possuam drenagem e, principalmente, no sistema de irrigação por sulcos e inundação. Cavalcante, citado por Silva Filho (2000, p.114), afirma que em áreas irrigadas, qualquer que seja a qualidade da água e o método de irrigação adotado, há o risco de se potencializar a salinização e a alcalinização das terras.

Se ocorrer irrigação com águas salinas sem a precaução necessária e em terrenos com drenagem deficiente, corre-se o risco de acumular de 10 a 20 toneladas de sais por hectare/ano, esterilizando o solo de maneira irreversível (Klar, 2000, p. 70).

Nas regiões semi-áridas do Brasil, o problema assume certa significância com salinização por carbonato de sódio, mas no Centro-Oeste (e no Mato Grosso, em particular) são pouco observados. Existem manchas de solos salinos na Bacia do Paraguai, presentes em pontos do Pantanal que não são utilizados para cultivos, sendo assim, oferecem poucos riscos na indução de um processo freqüente em áreas irrigadas.

Nas áreas na borda do Pantanal, sob os pivôs, a impermeabilidade não é fato comum. Primeiro, porque os latossolos são solos bem drenados, constituindo o maior grupo de solos onde se pratica a agricultura intensiva; segundo, porque os produtores que utilizam a irrigação por pivôs são os mais capacitados técnica e economicamente, tendo conhecimento, entre outros, de que o solo compactado pode promover a salinização. Estão munidos de corpo técnico gabaritado, fazem o devido preparo do solo e os tratamentos culturais necessários. Assim, parece que, até o momento, a área irrigada não sofre ações que prejudiquem as características do solo.

O processo por microaspersão permite a acumulação de sais nas proximidades do bico aspersor, que pode ser lavado pela água da chuva e transportar os sais minerais acumulados para a zona radicular (Klar, 2000, p.66).

A irrigação permite numa operação efetuar um conjunto de atividades. Uma delas é a quimigação, que possibilita irrigar e ao mesmo tempo aplicar produtos químicos pelo mesmo sistema.

Entretanto, a distribuição de qualquer sistema de aspersão vai depender, sobretudo, da influência da parte aérea da planta. Para Conte e Leopoldo, citados por Mundim & Follegatti (1997, p.295), “as perdas de água por interceptação pelas superfícies vegetadas devem ser consideradas no caso de culturas anuais irrigadas por aspersão, uma vez que elas interferem no coeficiente de uniformidade e eficiência da irrigação, alterando-os em função do desenvolvimento da cultura”. Nos cultivos anuais, a interceptação da precipitação vai depender da idade da cultura e do tipo desta.

Quando a quimigação busca atingir o solo, a análise dos aspectos da cultura é fundamental. O estágio de desenvolvimento do conjunto das plantas pode favorecer ou mesmo prejudicar a aplicação, e provocar mudanças na distribuição espacial da precipitação. Em gramíneas, o formato das folhas implica na redução da água percolada, em virtude da geometria das folhas em relação ao caule, o que favorece a retenção da água, como por exemplo, ocorre na cana e no milho.

No planejamento do sistema de irrigação por aspersão, os fatores que dificultam a uniformização na distribuição da água devem ser cuidadosamente estudados, em especial, se houver aplicação de produtos químicos. O excesso de água na área limítrofe ao colmo, direciona o produto até a raiz, facilitando a lixiviação do composto aplicado, com perdas econômicas e ambientais. Mundim & Folegatti (1997, p.304) recomendam que, se o objetivo é aplicar químicos na área próxima do colmo para o cultivo de gramíneas, deve-se reduzir a intensidade da aplicação. Se o objetivo é atingir o centro da entrelinha⁶⁷, deve-se aumentar a intensidade do fluxo, para compensar as perdas por retenção nas folhas e, posterior, deslocamento pelo colmo.

Os solos dos chapadões do Centro-Oeste apresentam excelentes condições físicas para a agricultura, embora com baixa fertilidade. Esses solos, a maioria representados pelos latossolos, possuem boa permeabilidade, ausência de pedregosidade e manto intemperizado espesso, favorecendo o desenvolvimento agrícola mas, por outro lado,

⁶⁷ Superfície entre duas linhas de cultivo.

estas características também contribuem para a degradação do ambiente, porque favorece a lixiviação de micronutrientes e de substâncias aplicadas na superfície.

Experimento conduzido por Vieira et al (2000, p.150) demonstrou que em projetos de irrigação superdimensionados ou com manejo impróprio, a “utilização de inseticidas tanto de tratamento de semente como aqueles aplicados via fertirrigação, nestas condições, pode representar um sério risco de contaminação do lençol freático quando o solo não apresentar condições satisfatórias de adsorção ou mesmo quando o pesticida utilizado for de grande solubilidade em água”. Os riscos estão sempre presentes restando aos produtores conhecer detalhadamente a operação dos equipamentos, e treinar a mão-de-obra para evitar ou minimizar os impactos.

Hoje um número considerável dos pivôs centrais é utilizado sobre sistema de plantio direto, implicando em maior consumo de herbicidas. Para Caetano e outros (1995, p.129), o efeito da adsorção desse agroquímico nas camadas do solo vai depender de suas propriedades físico-químicas⁶⁸. A adsorção sofrerá influência do tipo de estrutura e composição do solo, pois a presença em maior escala de argila e de matéria orgânica favorecem a adsorção.

No “sistema por pivô a mecanização e o uso intensivo de agroquímicos podem potencializar os impactos adversos na qualidade e na disponibilidade dos recursos hídricos” (Ferreira et al, 1996, p.468). Entre os efeitos do uso inadequado desse sistema de irrigação, estão alterações nos ciclos hidrológico, dos nutrientes principais e do carbono, bem como o deslocamento de partículas de solo e componentes químicos dissolvidos para os sistemas aquáticos.

Além dos problemas acima, a energia elétrica também constitui-se num entrave. É a principal força utilizada para a operação dos equipamentos, necessitando de uma demanda crescente de energia requerendo, portanto, pesados investimentos em fontes geradoras e na distribuição. A ampliação do sistema de aspersão foi possível, nos idos da década de 80, porque o Estado investiu na extensão das redes elétricas para as regiões produtoras, o que foi acompanhado de financiamento para montar sistemas de irrigação.

⁶⁸ A adsorção é o processo pelo qual uma substância adere à superfície da argila.

Para cumprir o giro completo, um pivô leva em média 21 horas. A tarifa especial de energia cobre uma parcela do tempo de uso do equipamento (Santo, 2001, p.59). O consumo de um pivô para 60 hectares equivale a 79 Kw por hora/hectare. O dispêndio de energia é acentuado, chegando a representar em determinadas lavouras, como no milho, 22% do custo variável do cultivo.

O manejo adequado da água é importante porque a planta deve receber a quantidade de água certa, evitando-se desta maneira o consumo excessivo de água e desperdício de energia. A capacidade de infiltração da água no solo, a necessidade de cada cultura e o desenvolvimento do seu sistema radicular são variáveis importantes no manejo da irrigação (Mantovani, 1998, p.63).

Há que se ressaltar a maior demanda de água para irrigação no período de estiagem, quando a umidade do solo é reduzida, a distância do lençol freático da superfície é ligeiramente modificada e os cursos d'água diminuem seu volume. É justamente neste período que a necessidade da água para irrigação aumenta, na mesma proporção dos conflitos de uso.

No ano atípico de 2001, foram observadas dificuldades na operação de sistemas de irrigação por aspersão em alguns locais do Mato Grosso, devido à restrição do consumo de energia e ao prolongamento da estiagem do ano anterior, quando o total precipitado ficou aquém da série normal. Logo, alguns pivôs apresentaram dificuldades na suplementação de água.

A irrigação, quando realizada corretamente, permite ampliar a área cultivada, aumentar a produção e melhorar a renda nas propriedades. Contudo, a inobservância de certas normas, principalmente de cuidados com o ambiente pode transformar o "maior capital" do produtor - a terra - em um espaço inerte e sem vida.

6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a ênfase na descrição de processos ecológicos ameaçados pela agricultura intensiva na Bacia do Alto Paraguai e da análise qualitativa e quantitativa dos principais agentes causadores, recomendam-se algumas ações a serem implementadas ou, pelo menos, a serem refletidas por toda sociedade, especialmente pelas instâncias tomadoras de decisões:

- assegurar através de políticas públicas eficazes e eficientes, a conservação e ou preservação de habitats mais frágeis, e ainda, de partes de “chapadões” que representam expressiva biodiversidade do Cerrado;
- o uso integrado de pastagens nativas com espécies cultivadas e/ou outras fontes de suplementação alimentar reduz a necessidade de fogo na pastagem primitiva;
- a utilização da Educação Ambiental no entendimento dos motivos da não queimada ou para queimada controlada, além de extencionistas que auxiliem, especialmente os pequenos produtores a procurar novas formas de manejo que evitem a erosão e o uso inadequado dos pesticidas;
- investigar novas técnicas em que seja evitado o excesso na utilização dos pesticidas, notadamente os herbicidas. Além disso, deve se atentar sobre o iminente perigo que a mistura dos princípios ativos dos agrotóxicos causam visando a potencialização de seus efeitos;
- novas pesquisas e trabalho de monitoramento dos efeitos dos agroquímicos pelo poder público em pontos importantes da bacia, posto que a escassez de estudos realizados no Brasil dificulta a compreensão destes efeitos em nosso contexto. A maioria das pesquisas é feita nos EUA;
- pesquisa de culturas para rotação no Cerrado, principalmente em áreas que se cultiva a soja, como objetivo de manter o solo protegido em sua integridade além da manutenção de seus nutrientes e de sua microbiota;
- incentivar a formação de grupos gestores de bacia para estabelecer parâmetros de retirada de água para a agricultura ou outras atividades;
- investigar e mitigar (Governo, ONGs) os impactos indiretos das hidrovias – motivo de muito cuidado e preocupação na conservação dos habitats do Pantanal;
- devido a um aumento esperado na área irrigada dentro desta bacia há necessidade de políticas que restrinjam o uso de água para tal finalidade por microbacia, com o devido monitoramento;
- algumas áreas de preservação permanente, como as áreas de veredas, deveriam ser revistas pela legislação com vistas a aumentar o perímetro a ser preservado devido a sua importância ecológica dentro do Cerrado, sobretudo pela sua abundância de água. Na literatura utilizada neste estudo há a sugestão de 850 metros a partir do canal principal.

- criação de novas unidades de conservação para preservação de áreas localizadas na área do planalto dentro desta bacia;
- utilização de áreas naturais já convertidas para o uso agrícola e não utilizadas ou sub-utilizadas ao invés de abertura de novas áreas de Cerrado;
- a utilização de áreas extremamente arenosas para o plantio, em especial de soja, é uma preocupação, pois os nutrientes lixiviam-se muito rapidamente podendo atingir os lençóis freáticos e provocar um desequilíbrio químico nestas águas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- ABREU, Lucimar Santiago. Impactos Sociais & Ambientais na Agricultura: uma abordagem histórica de um estudo de caso. Brasília: Embrapa- SPI ,1994.
- ALENCAR , J. A. , LIMA,M.F.,CARVALHO,G.A . , OLIVEIRA, C.M. Descarte de Embalagens de Agrotóxicos. Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, v. 8 , jan./dez.,1998, p. 9 –26.
- ALVES, B.V. Validação de método para determinação de resíduos de pesticidas organoclorados em sedimentos de rio: ensaios preliminares em pontos da bacia do rio Cuiabá. Cuiabá (MT), 1998, 1 v. , Dissertação de Mestrado. Química , UFMT.
- ANA- Agência Nacional das Águas - Regiões Hidrográficas do Brasil / Recursos Hídricos e Aspectos Prioritários. Disponível em www.ana.gov.br
- ANDEF – Federação Nacional de Defesa Vegetal. Banco de dados sobre embalagens de agrotóxicos. Disponível em:
<<http://www.andef.com.br/dentro.bragricul.htm>> . Acesso em 27/05/02.
- BIN. Ações Prioritárias para Conservação do Cerrado e Pantanal. Disponível em:
<http://www.binbr.org.br/workshop/Cerrado/br/mamiferos> (08/04/02).
- CAETANO, L. C. C. & COSTA, L. M. & FREITAS, S. P. & SANTOS, A. M. B. & FONTES, L. E. F. Adsorção e Lixiviação do Herbicida Napropamida em Dois Latossolos. Ciência e Prática. Lavras:UFL, vol.19, n.2, 1995, p.129-134.
- CARVALHO, D. F. & PRUSKI, F. F& SOARES, A. A. Influência da Área Adequadamente Irrigada por Sulco nas Eficiências de Aplicação e Armazenamento para um Solo Aluvial Eutrófico. Ciência e Agrotecnologia. Lavras:UFL, vol.19, n. 4,1995, p.429-435.
- CASTRO, J. P.C.As Veredas e a Sua Proteção Jurídica. Fundação JP- análise e Conjuntura. BeloHorizonte: Séc. do Estado de Planejamento e Coordenação Gen: ral, v.10,n.5, mai/jun 1980.

- CONCEIÇÃO, C.A. Espécies Vegetais Ameaçadas em Mato Grosso do Sul. Revista Científica Cultural.Campo Gande:UFMS, v.2 N.1, set/nov , 1987.
- CRUZ, O. C & FARIA, M. A. Distribuição Horizontal do Inseticida Chlorpyrifos Aplicado via Pivô Central em Cultura de Milho e sua Retenção no Dossel das Plantas. Ciência e Agrotecnologia, LAVRAS:UFL, vol. 21, suplemento,1997, p.61-62.
- DEPARTAMENTO DE ESTUDOS E PESQUISAS. Diagnóstico e Prioridades de Pesquisa em Agricultura Irrigada: Região Centro-Oeste. Brasília: Embrapa, 1987.
- DORES, E. G. C., DE-LAMINICA-FREIRE, E. Contaminação do ambiente aquático por pesticidas. Estudo de Caso: Águas usadas para consumo humano em Primavera do leste, Mato Grosso – Análise Preliminar. Revista Química Nova. V. 24, n. 1, 2001, p 27-36.
- DORES, Eliana Freire G.C, DE- LAMONICA-FREIRE, Ermelinda M. Contaminação do ambiente Aquático por pesticidas: vias de contaminação e dinâmica dos pesticidas no ambiente aquático. Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente (CEPPA). Curitiba: Universidade Federal do Paraná, v.9, jan/dez, 1999.
- DORES E. et al. Dispersion of DDT in a heavily contaminated soil in Cuiabá (MT) – Brazil. SETAC Europe 12th Annual Meeting. Viena, 12-16/05/2002.
- EDAMOLI, J. Diagnóstico do Pantanal: características ecológicas e problemas ambientais. Brasília:PNMA,1995
- EDWARDS, C.A. Environmental Pollution by Pesticides. London , New York: Plenium Press. 1973.
- FAMATO – Federação da Agricultura e Pecuária do Estado do Mato Grosso: Banco de Dados. Disponível em : <<http://www.famato.org.br>>. Acesso em 29/05/02.
- FAY, E., SILVA, C., MELO, I. Degradação Abiótica de Xenobióticos. In: MELO, I.S., AZEVEDO, J. L.(editores). Microbiologia Ambiental. Jaguariúna (SP): Embrapa-CNPMA,1997, p.125 – 140.

FEMA – Fundação Estadual do Meio Ambiente. Dados sobre legislação estadual de agroquímicos. Disponível em: <http://www.fema.mt.gov.br>. Acesso em 28/05/02.

FEMAP, Análise da Qualidade da Água da Bacia do Alto Paraguai. Campo Grande (MS): Secretária de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul /IMAP, 1999.

FERREIRA, João Carlos Vicente. Mato Grosso e seus municípios. Cuiabá: Secretaria de Educação, 2001.

FERREIRA, C. J. A. & LUCHIARI JÚNIOR, A. & TOLEDO, L.G. & LUIZ, A.J. B. & ROCHA, J. & LELIS, L. L. Influência dos Sistemas Agrícolas Irrigados por Aspersão sobre a Qualidade dos Recursos Hídricos. Anais do XI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. Campinas: Unicamp, 1996. p.467-479.

FRIGHETTO, R.T.S. Impacto Ambiental Decorrentes do Uso de pesticidas Agrícolas. In: MELO, I.S., AZEVEDO, J. L. (editores). Microbiologia Ambiental. Jaguariúna: Embrapa – CNPMA, 1997, p. 415 – 438.

GALDINO, S. et al. Perdas de Solo na Bacia do Alto Taquari em 1994. In: Anais do Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-Econômicos do Pantanal, 3. Corumbá (MS): Embrapa Pantanal, 2000.

GARCEZ, L. N. & ALVAREZ, G.A. Hidrologia. São Paulo: Edgard Blücher, 1988.

GARRIDO, M. A.T & SILVA, A. M & FARIA, M. A & LIMA, L. A. Estudo da Infiltração e Avanço de Água em Sulcos de Irrigação sob Diferentes Regimes de Fluxo e Vazões. Ciência e Prática. Lavras: ESAL, vol.18, n. 2, 1994, p 200-208.

GENÉSIO, M.R. & PETRY, M. T. & CARLESSO, R. Disponibilidade Eficiência e Racionalidade na Utilização dos Recursos Hídricos. Ciência e Ambiente. Santa Maria: UFSM, vol. 1, n. 1, 1990, p. 91- 102.

GLIESSMAN, S.R. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. 2ed. Porto Alegre: Universidade/UFRGS, 2001.

GOMES, M. A. .F.; SOUZA, M.D.;BOEIRA, R.C.TOLED0,L.G. Nutrientes Vegetais no Meio Ambiente: ciclos biogeoquímicos, fertilizantes e corretivos. Jaguariúna: Embrapa meio ambiente, 2000.

GUERRA, A. J.T.;CUNHA,S.B. Geomorfologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

IBGE. Disponível em:

<<http://www.ibge.gov.br/ibge/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil/>>

KITAMURA,P.C. Agricultura e Desenvolvimento Sustentável: uma agenda para discussão. Ciência e Ambiente. Santa Maria(RS): UFSM; Ijuí: UNIJUÍ,1991.

KLAR, A. E. Critérios para a Escolha do Método de Irrigação. Irriga. Botucatu: FCA/UNESP, vol. 5, n. 1, 2000, p. 52-82.

LAABS,V., AMELUNG W., PINTO, A., ALTSTAEDT, A ., ZECH, W. leaching and degradadtion of corn and soybean pesticides in an Oxisol of the Brazilian Cerrados. Journal Chemosphere, 2000, p 1-9.

LIMA, M. Aparecida & VALARINI, P. Desenvolvimento de Modelo Conceitual Metodológico de Análise de Impacto Ambiental em Áreas de Agricultura Irrigada. Anais do XI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. Campinas: Unicamp, 1996, p.427-445.

LOBATO, E.;RICHEY,K. D. Manejo do Solo Visando a Melhorar o Aproveitamento da Água. Simpósio sobre o Cerrado: uso e manejo, 5. Brasília-DF:Editerra,1979.

MAFRA, N.M.C. Erosão e planificação do uso do solo. In: GUERRA, SILVA e BOTELHO. Erosão e Conservação dos Solos. Rio de Janeiro:Bertrand Brasil, 1999.

MANTOVANI, E. C. Gerenciamento e Manejo da Irrigação. Brasília: ABEAS; Viçosa:UFU - Departamento de Engenharia Agrícola, 1998.

- MATOS, L.M., SILVA, E.F. Influência das propriedades de solos e de pesticidas no potencial de contaminação de solos e águas subterrâneas. Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, v. 9, jan./dez.,1999, p.103 -124.
- MAZINE, M. R.R. Aspectos do Agrotóxico na Saúde Humana. Cuiabá (MT), 1997, 1 v. Monografia.Pós Graduação lato sensu em Avaliação de Impacto Saúde e Ambiente - Instituto de Saúde Coletiva / UFMT.
- MINISTÉRIO DO INTERIOR: Departamento Nacional de Obras e Saneamento. Estudos Hidrológicos da Bacia do Alto Paraguai. Brasília: MINTER, vol. 1, 1974.
- MMA. Primeiro Relatório Nacional para Convenção sobre Biodiversidade Biológica. Brasília: Ministério Do Meio Ambiente, 1998, cap. V.
- MMA/PNUD. Agricultura sustentável. Subsídios à Elaboração da Agenda 21 Brasileira. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Programa das Nações Unidas par o Desenvolvimento, 2000.
- MONTEIRO, R.T.R. Degradação dos Pesticidas. In: MELO, I.S., AZEVEDO, J. L.(editores). Microbiologia Ambiental. Jaguariúna: Embrapa – CNPMA, 1997, p. 107-124.
- MUNDIM, R. M. & FOLEGATTI, M. V. Distribuição da Água Aplicada por Aspersão Convencional sob a Cultura do Milho. Ciência e Prática. LAVRAS: UFL, vol. 21, n. 3,1997, p. 294-312.
- OLIVEIRA H. et al. Análise da Expansão da fronteira agrícola na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Taquari utilizando sistema de informações geográficas. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste , 2000.
- OLIVEIRA, M. A. G., DORES, E.F.G.C. Níveis de Praguicidas Organoclorados no Leite Materno de uma População de Cuiabá. Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, v. 8 , jan./dez.,1998, p.77-90.

- PADOVANI, C. R. Sistema de Suporte a Decisão para o Monitoramento de Impactos Ambientais de Atividades Agropecuárias na Bacia do Alto Taquari: instrumento de Gestão Ambiental para municípios de Alto Taquari , Pantanal Matogrossense – Relatório do ano 2000. Embrapa Pantanal:Corumbá,2000.
- PINHEIRO, S., NARS, N. Y., LUZ, D. Agricultura Ecológica e a Máfia dos Agrotóxicos no Brasil. Rio de Janeiro: Edição dos Autores, 1998.
- PRIMAVESI, A. Manejo Ecológico do Solo: a agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 1979.
- PROGRAMA NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. PCBAP – Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai / Projeto Pantanal Brasília: PNMA, v.3,1997.
- RIEDER, A., DORES, E.F.G.C., HIGA, N., MORAES, M.P.L. 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. Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, v. 10 , jan./dez.,2000, p.87-112.
- RODRIGUES, B.N., ALMEIDA, F.S. Guia de Herbicidas. 3 ed. Londrina(PR): Edição dos Autores, 1995. Agronômica Ceres, 1988.
- SANTO, B. R. E. Os Caminhos da Agricultura Brasileira. São Paulo: Evoluir, 2001.
- SECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS. Política Nacional de Irrigação e Drenagem. Brasília: MMA, 1998.
- SETTI, A.A. & LIMA, J.E. F.W. & CHAVES, A.G.M. & PEREIRA, I.C. Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica. 2001.
- SILVA FILHO, S.B. & CAVALCANTE, L.F. & OLIVEIRA, F.A. & LIMA, E.M. & COSTA,J.R.M. Monitoramento da Qualidade da Água e Acúmulo de Sais no Solo pela Irrigação. Irriga. Botucatu: FCA/UNESP. v.5, n.2, 2000, p. 112-125.

- SILVA, J. S. V et al. Levantamento do desmatamento no Pantanal brasileiro até 1990/91. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v.33, número especial, p. 1739-1745, out,1998.
- SILVA, J. S.; ABDON,M.M. Dinâmica Espaço Temporal do Desmatamento do Pantanal Brasileiro. In: Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio Econômicos do Pantanal. Corumbá: EMBRAPA Pantanal, 2000.
- SILVEIRA E. A. Caracterização Ecológica de um Campo de Murundus no Planalto dos Parecis, Município de Lucas do Rio Verde. Dissertação de Mestrado. Cuiabá(MT): Universidade Federal de Mato Grosso/ Instituto de Biociências/Programa de Pós Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade,1998.
- SILVEIRA, P. Marques & COBUCCI, T. & RIOS, G. Pereira & STONE, L. Fernando & SILVA, O. Fátima. Sistemas Agrícolas Irrigados nos Cerrados. Santos Antônio de Goiás: Embrapa – CNPAF, 1999.
- SOARES, J. L. Dicionário Etimológico e Circunstanciado de Biologia. São Paulo: Scipione, 1993.
- VENEZIANI et al. mapa de Classes de Erodibilidade de parte da região do Rio Taquari baseado em imagens TM-Landsat. In: Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília: EMBRAPA, v.33, n.especial, out 1998, p.1747-1754.
- VIEIRA, L.M., GALDINO, S. , PADOVANI, C.R., NUNES, V.S. Risco de contaminação do Pantanal por biocidas empregados na agropecuária da Bacia do Alto Taquari, MS, Brasil. In: SIMPÓSIO DE TOXICOLOGIA, 15 – 18 mar. Revista Brasileira de Toxicologia, v.12, n.1, 1999.
- VIEIRA, S.R. P. Resíduos de pesticidas organoclorados em tomate (*Lycopersicon esculentum*) comercializado em Cuiabá - MT. Cuiabá(MT), 1998, 1v., Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) UFMT.
- VIEIRA,E.O. & RAMOS, M.M. & CRUZ, I. & PRATES, H.T. & MARTINEZ, M.A. Movimentação de Inseticidas de Tratamentos de Sementes no Solo sob

Efeitos da Irrigação. Engenharia na Agricultura. Viçosa: UFV/AEAGRE-MG, v.8, n.3, 2000, p. 141-157.

WITHERS, B & VIPOND, S. Irrigação: projeto e prática. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda/EPU, 1977.

WWF-Brasil. www.wwf.org.br

ZULAUF. W.E. O Meio Ambiente e o Futuro. Estudos Avançados. São Paulo: USP, v.14, N.39; mai/ago 2000.

ANEXO A

Classificação dos inseticidas quanto à toxicidade

Substancia química	DL ₅₀ Oral (mg/Kg)	Dose letal provável para o homem adulto
Extremamente tóxico	5	algumas gotas
Altamente tóxico	5 – 50	algumas gotas a 1 colher (chá)
Medianamente tóxico	50 – 500	1 colher (chá) a 2 colheres (sopa)
Pouco tóxico	500 – 5.000	2 colheres (sopa) a 2 copos
Levemente tóxico	5.000	2 copos a 1 litro

Fonte: Adaptado de Gallo, 1988, p.310

ANEXO B

Lista de Fungicidas (grupo químico e principio ativo) mais utilizados para as culturas de soja, milho, algodão, arroz e feijão na área da BAP.

Grupo químico	Principio ativo
Benzimidazol	Carbedazin
Estrobirulinas	Azoxtstrobin
Ditiocarbanoato	mancozeb
Benzotiazol	tricyclazole

ANEXO C

Tabela com a lista dos herbicidas mais utilizados nas culturas de soja, algodão, milho, arroz e feijão na região do Cerrado

Produto (princípio ativo)	Caract. Gerais (grupo químico e categoria de uso)	Adsorção e lixiviação	degradação	Fotodecomp. e volatilização	Persistência* no solo	Toxicidade à vida silvestre	Classe toxicológica
Glyphosato	Derivado da glicina, pós-emergente não seletivo, utilizado em plantio direto.	Alta adsorção, baixa lixiviação	Atividade microbiana com t ½ 28 dias.	insignificante	30 a 90 dias	Tóxico às aves (codornas) e mamíferos. (cachorro) Não é tóxico aos peixes e abelhas	Classe IV
Paraquat	Derivado dos bipyridílios, pós-emergente com absorção instantânea pelas plantas, plantio direto.	Completa adsorção ao entrar em contato com o solo. Lixiviação nula	Muito lenta por via microbiana	Só é sensível à fotólise nos tecidos mortos das plantas	Longa, mas sem deslocamento para regiões vizinhas	Mamíferos (cachorro); Aves (galinhas); peixes (Rasbora heteromorfa)	Classe I
Chlorimuron-Ethyl	Derivado das sulfoniluréias, utilizada para controle de plantas daninhas com folhas largas ⁶⁹ nas culturas de soja. Pós-emergente	Moderadas. Maior mobilidade em solos arenosos	Inicialmente hidrólise química seguida de ação microbiana	insignificante	T1/2 de 7,5 semanas. Baixa em solos arenosos e climas quentes.	Aves (pato); peixes (trutas); abelhas	Classe III
Imazethapyr	Derivado das imidazolinonas, pós-emergência precoce de ervas daninhas no cultivo de soja.	Pouco adsorvido pelos colóides do solo. Baixa lixiviação	Lenta, por via microbiana (aeróbia)	baixas	Não disponível	Mamíferos (ratos e coelhos)	Classe IV
Lactofen	Derivado de difenil-éteres, controla o surgimento de ervas de folhas largas anuais; pré e pós-emergente	Fortemente adsorvido pelos colóides do solo; resistente à lixiviação	Principalmente microbiana	Pouco volátil	4 a 6 semanas quando aplicado em pré-emergência	Toxicidade aguda a ratos e coelhos	Classe I
Haloxypop-methyl	Derivado do grupo dos oxi-fenoxi-propinatos; pós-emergente para controle de gramíneas	Em solos leves, em condições de alta pluviosidade, pode haver	É hidrolizado a ácido haloxypop, que é a forma ativa do produto	Meia vida fotolítica é de 13,4 dias	O haloxypop na forma ácida apresenta t1/2 de 55 dias em	É baixa para aves (codornas) e alta para peixes (trutas)	Classe I

⁶⁹ São ditas plantas de folhas largas as dicotiledôneas. As de folhas estreitas são as monocotiledôneas, como as gramíneas.

	na cultura de soja.	lixiviação do produto			média		
Alachlor	Derivado das acetanilidas; utilizado para combater ervas de folhas largas e algumas gramíneas; pré-emergência.	Pouco lixiviável	Principalmente microbiana	insignificante	6 a 10 semanas, variando de acordo com o tipo de solo e condições climáticas. Não se desloca para regiões vizinhas	Aves (trutas). Não tóxico às abelhas	Classe I
Clomazone	Derivado das isoxazolidinonas; controla gramíneas anuais e perenes; pré-emergência em relação às ervas daninhas.	Adsorvido pelos colóides do solo e baixa a moderada lixiviação em terrenos mais arenosos e pobres em matéria orgânica	Microbiana em condições aeróbicas e anaeróbicas. Também ocorre degradação química	mínimas	T1/2 de 15 a 40 dias	Aves (pato bravo); peixes (truta); abelhas (sem informação)	Classe II
Diuron	Derivado da uréia; utilizado em pré e pós-emergência; geralmente é misturado com outros herbicidas residuais.	É pouco lixiviável em solos argilosos, entretanto é bastante em solos arenosos podendo atingir as raízes das plantas cultivadas	Principalmente microbiana	Sensível à fotodecomposição e moderadamente à volatilização	4 a 8 meses. Doses muito altas podem manifestar sintomas de fitotoxicidade por vários anos	Aves (cordoniz japonesa), peixe (truta) e não tóxico às abelhas	Classe II
Atrazine	Derivado das triazinas; herbicida seletivo pré e pós-emergente.	Adsorvido com eficiência proporcionalmente ao teor de M.O. Pouco lixiviável. Não encontrado abaixo de 30 metros de profundidade	Primordialmente microbiana, mas também química e física	Sensível à fotólise e pouco volátil	De 5 a 7 meses. Como esterilizante do solo a persistência ultrapassa 12 meses	Aves (codorna) Peixes (truta) Abelhas (não tóxico)	Classe III
Bentazon	Derivado das tiodiazinas; pós-emergente para ervas de folhas largas anuais.	Bem adsorvido. A lixiviação é reduzida pela alta adsorção e também pela rápida degradabilidade	Essencialmente microbiana	Não sensível	Baixa, de 2 a 5 semanas. Depois de 41 dias de aplicação de 4l/ha, não se detecta resíduos	Aves (pato bravo) Peixes (truta) Abelhas (não tóxico)	Classe II

		do produto			no solo		
Trifluralin	Derivado das dinitroanilinas ⁷⁰ ; controle de gramíneas anuais e perenes e algumas ervas de folhas largas; pré-emergente.	Fortemente adsorvido em solos ricos em M.O. Lixiviação e movimento lateral reduzido, porém existente	Por via química, microbiana, principalmente, em condições anaeróbias e por fotólise	Bastante sensível à fotólise, sendo necessária a incorporação no solo para que não haja grandes perdas do produto	Persistência média, sendo que depois de 180 dias ainda foi encontrado 1,8ppm de resíduo no solo. Deslocamento lateral	Aves (galinhas) – pouco tóxico Peixes (truta) - tóxico Abelhas (não tóxico)	Classe II
2,4 - D⁷¹	Derivado dos fenoxiacéticos. É um herbicida sistêmico, controla ervas de folhas largas, anuais e algumas perenes; utilizado em pré-plantio incorporado e pré ou pós-emergência.	Adsorção mais forte em solos argilosos e ricos em M.O. as aminas presentes são mais solúveis e lixiviáveis enquanto que os ésteres menos solúveis e móveis	Degradação microbiana com formação de ácido succínico e ácido acético	Pouco sensível. As perdas por volatilização são maiores nas formações ésteres do que amina.	Em solos Argilosos e clima quente a atividade residual não excede 4 semanas. Em solos secos e frios a decomposição é bem mais reduzida.	Aves - moderadamente tóxico; Peixes - tóxico Abelhas - não tóxico	Classe I

* O tempo de permanência no solo está muito relacionado com a quantidade de matéria orgânica e conseqüente atividade microbiana

⁷⁰ Dentro deste grupo químico também se destaca o princípio ativo Pendimethalin, um herbicida pré-emergente cujo nome comercial é *Herbadox* e persistência no solo de 3 a 6 meses, sendo pouco lixiviável.

⁷¹ A maior crítica que este defensivo vem sofrendo é pela sua alta toxicidade, principalmente para animais homeotérmicos, entre eles, o ser humano.

ANEXO D

Toxicidade de alguns herbicidas e inseticidas utilizados no Canadá e Estados Unidos com certa frequência.

Toxicidade oral Aguda LD ₅₀ (mg Kg ⁻¹)	Herbicidas*	Inseticidas*
Toxicidade a aves		
Praticamente não tóxico (>2000)	Atrazina , butilate, 2,4 D , metil-diclofop, EPTC, glifosato , metalaclor , triallate , trifuralina	Carbaril , hexa cloreto de benzeno (lindane)
Levemente tóxico (500 – 2000)	Alaclor , MCPA**	<i>Malathion</i>
Moderadamente tóxico (51 a 500)	Cianazina	Metil-azinphos
Altamente tóxico (10 – 50)	Bromoxynil	Clorpirifos , fonofos, terbufos dimethoate
Extremamente tóxico (<10)		<i>Carbofuran</i>
Toxicidade a mamíferos		
Praticamente não tóxico (>2000)	Butylate, EPTC, glifosato , metholaclor , trifuralina	<i>Malathion</i>
Levemente tóxico (500 – 2000)	Alaclor , atrazina , metil-diclofop, MCPA, pendimethalin, triallate	Carbaril, dimethoate
Moderadamente tóxico (51 a 500)	Bromoxynil, cianazina, 2,4 D , difenzoquat	Clorpirifós, cloreto de benzeno (lindane)
Altamente tóxico ((10 – 50)		Metil-azinphos, fonofos
Extremamente tóxico (<10)		Carbofuran , terbufos

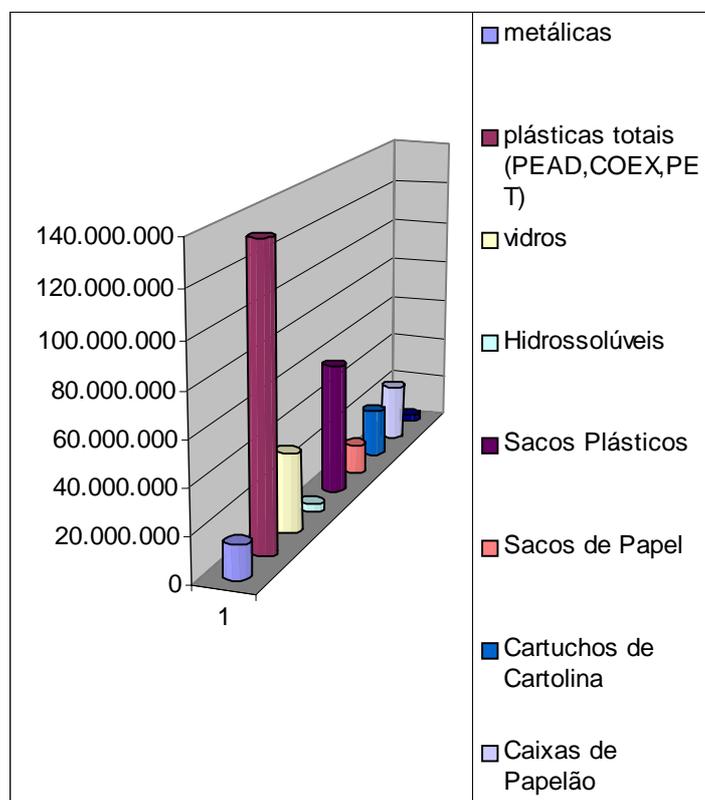
Fonte: Freemark & Boutin, 1995 em Frighetto, 1997, p.427.

MCPA = ácido (4 –cloro-2-metilfenoxi) acético; EPTC = etil dipropiltiocarbamato; 2,4-D = ácido (2,4- diclorofenóxi).

*os que estiverem em negrito é porque são usados também na BAP, conforme a pesquisa identificou.

ANEXO E

Levantamento de embalagens de Defensivos Agrícolas no período de 1987 a 1997 com distinção entre os diversos tipos



Fonte: (ANDEF, 2002)

OBS.: As embalagens hidrossolúveis só possuem dados de 1997 provavelmente por ser um tipo de material relativamente novo no mercado.

ANEXO F

Principais compostos ativos com alto potencial de contaminação de águas superficiais utilizados em Primavera do Leste (MT) em 1997.

Alto Potencial de contaminação de águas superficiais	
Dissolvidos em água	Associados ao sedimento em suspensão
<ul style="list-style-type: none">• clorpirifós etil• lambda cialotrina• metomil• Mancozeb• Triadimefon• Atrazina• Metribuzina• Simazina• Flumestsulan• Fomesafen• Glifosato• Imazetapir• Imazaquim• Metaclor• Clorimuron etil	<ul style="list-style-type: none">• clorpirifós etil• Endosulfan• Lambda cialotrina• Mancozeb• Trifuralina• Glifosato

Fonte: Dores e Freire (2001, p.35)

ANEXO G

**Quantidade de Estabelecimentos Agropecuários com Irrigação
na Bacia do Rio Paraguai no Mato Grosso - 1995/1996.**

Municípios Integrantes da Bacia Pantaneira	Quantidade de Propriedades
TOTAL DE PROPRIEDADES IRRIGADAS NO MATO GROSSO	1.047
Microrregião do Alto Pantanal	52
Barão de Melgaço	02
Cáceres	30
Poconé	20
Microrregião do Alto Paraguai	10
Alto Paraguai	01
Arenápolis	08
Nova Marilândia	01
Microrregião de Cuiabá	110
Chapada dos Guimarães	33
Cuiabá	09
Nossa Senhora do Livramento	14
Santo Antônio do Leverger	28
Várzea Grande	26
Microrregião de Rosário Oeste	22
Acorizal	12
Jangada	09
Rosário Oeste	10
Microrregião de Parecis	08
Diamantino	08
Microrregião de Alto Araguaia	07
Alto Araguaia	01
Alto Garças	05
Alto Taquari	01
Microrregião de Primavera do Leste	35
Campo Verde	35
Microrregião de Rondonópolis	120
Dom Aquino	09

Itiquira	04
Jaciara	37
Juscimeira	08
Pedra Preta	08
Rondonópolis	56
São José do Povo	02
São Pedro da Cipa	06
Microrregião de Tesouro	21
Guiratinga	06
Poxoréo	13
Tesouro	02
Microrregião de Jaurú	80
Araputanga	01
Figueirópolis do Oeste	02
Glória do Oeste	01
Indiavaí	01
Jauru	04
Lambari do Oeste	11
Mirassol do Oeste	30
Porto Esperidião	01
Rio Branco	04
São José dos Quatro Marcos	25
Microrregião de Tangará da Serra	90
Barra do Bugres	07
Denise	10
Nova Olímpia	04
Porto Estrela	03
Tangará da Serra	66
Total de Propriedades Irrigadas na Bacia	574

Fonte: Censo Agropecuário, FIBGE, 1995/1996.

ANEXO H

Quantidade de Estabelecimentos Agropecuários com Irrigação na Bacia do Paraguai no Mato Grosso do Sul – 1995/96.

Municípios Integrantes da Bacia Pantaneira	Quantidade de Propriedades.
Total de Propriedades Irrigadas em Mato Grosso do Sul	1.430
Microrregião do Alto Taquari	39
Camapuã*	09
Coxim	04
Pedro Gomes	04
Rio Verde de MS	08
São Gabriel do Oeste	13
Sonora	01
Microrregião de Campo Grande	329
Bandeirantes*	13
Campo Grande*	140
Corguinho	04
Jaraguari*	88
Rio Negro	10
Rochedo*	05
Sidrolândia*	26
Terenos	43
Microrregião de Cassilândia	07
Costa Rica *	07
Microrregião de Aquidauana	19
Anastácio	02
Aquidauana	05
Dois Irmãos do Buriti	04
Miranda	08
Microrregião do Baixo Pantanal	21
Corumbá	13
Ladário	06
Porto Murtinho	02
Microrregião do Bodoquena	43
Bela Vista	05
Bodoquena	03
Bonito	12
Guia Lopes da Laguna	09
Jardim	09
Nioaque	05

