



**“DIAGNÓSTICO DO USO DE AGROQUÍMICOS NAS SUB-
BACIAS HIDROGRÁFICAS A MONTANTE DO PARQUE
ESTADUAL DO CANTÃO E SEU ENTORNO”**

RELATÓRIO FINAL

PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE CONSULTORIA TÉCNICA À
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E MEIO AMBIENTE-SEPLAN
GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS

CAMPO
Cia de Promoção Agrícola-CPA

BRASÍLIA
2002

INSTITUIÇÃO RESPONSÁVEL:

CAMPO – Cia de Promoção Agrícola – CPA

EQUIPE TÉCNICA:

Coordenador Geral

Álvaro Luiz Orioli, CAMPO
Eng. Agrônomo, CREA-GO 1682-GO

Coordenador Técnico

Marcelo Fragomeni Simon, CAMPO
Biólogo, Msc. Ecologia, CRBio-4 30637/4-D

Rita de Cássia Cerqueira Conde, CAMPO
Eng. Agrônoma, Msc. Ecologia, CREA-DF 9352-D

Consultores e Técnicos

Carlos Eduardo Borges Pereira, Companhia de Saneamento do DF (CAESB)
Químico, CRQ 12100085 – 12^a. região

Fernando Luis do Rêgo Monteiro Starling, Universidade Católica de Brasília
Biólogo, PhD. em Ecologia Aquática Aplicada e Aquicultura Ambiental

Roberto José de Carvalho Pereira, Universidade de Brasília
Eng. Agrônomo, PhD. em Fitotecnia

Edmar Virgílio de Paiva, CAMPO
Eng. Agrônomo, CREA-GO 3268-D

Antônio João de Oliveira, CAMPO
Técnico Agrícola

Túlio Leão Alvarenga, CAMPO
Eng. Agrônomo, CREA-DF 9736-D

Valber Silva Vieira, CAMPO
Apoio Técnico

Equipe Técnica de Apoio da SEPLAN e NATURATINS

Mauro Seródio Silva Araújo – Gerente do Contrato – SEPLAN – Palmas

Karina Maria Amaral Maciel – Eng. Ambiental – CMA/NATURATINS – Palmas

Pedro Rodrigues de Oliveira – Eng. Ambiental – CMA/NATURATINS – Palmas

Osmar Barbosa Júnior – Chefe da Agência Regional do NATURATINS – Lagoa da Confusão

Iradi Lateri – Fiscal – NATURATINS – Formoso do Araguaia

Marcos Wellington Ribeiro – Fiscal – NATURATINS – Lagoa da Confusão

Rômulo Rogério Jacome Mascarenhas – Eng. Ambiental – Gerente substituto do PEC – Caseara

Paulo César Monteiro Gama – Fiscal – NATURATINS – Caseara

José Bosco Luz – Fiscal – NATURATINS – Caseara

Ricardo Borges Fernão – Biólogo/Consultor – Caseara

FOTOS DA CAPA: Sentido horário: 1.Colheita de soja no Projeto Formoso (safra 2001); 2.Canal de irrigação e lavoura (Projeto Formoso); 3.Jacaré-tinga (COBRAPE); 4.Lagoa da Confusão; 5.Bando de biguás (Lagoão, Formoso do Araguaia); 6.Pesca de Tucunaré (Lagoa da Confusão); 7. Escada de Peixe (rio Urubu); 8. Análise da água na represa Taboca (Formoso do Araguaia).

CAMPO - Cia de Promoção Agrícola - CPA

Diagnóstico do Uso de Agroquímicos nas Sub-bacias Hidrográficas a Montante do Parque Estadual do Cantão. CAMPO - Cia de Promoção Agrícola – CPA. Brasília, 2002. 233p.

1. Monitoramento ambiental – Parque Estadual do Cantão, Tocantins. 2. Uso de agroquímicos. I. CAMPO. II. Título.

CAMPO - Cia de Promoção Agrícola – CPA
SEPN 516 – Bloco A – 4º andar
Brasília-DF, Brasil CEP: 70.770-521

Telefone: (061) 273-7141
Fax: (061) 273-4505
Email: campocpa@terra.com.br
Home-page <http://www.campocpa.com.br>

CONTEÚDO

CONTEÚDO	i
SUMÁRIO	i
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
ÍNDICE DE TABELAS	iv
ÍNDICE DE FOTOS	vi

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	1
1.1	OBJETIVO	2
1.2	SUMÁRIO EXECUTIVO	3
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1	ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO DOS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS CONTINENTAIS	10
2.1.1	Caracterização geral dos ambientes de água doce	10
2.1.2	Impactos antrópicos e poluição de ecossistemas aquáticos continentais	13
2.1.3	Modificações dos ecossistemas aquáticos pelo enriquecimento em nutrientes: o fenômeno da eutrofização e suas consequências	15
2.1.4	Principais parâmetros de qualidade da água e suas aplicações	16
2.1.5	Impactos do lançamento de substâncias tóxicas aos ecossistemas aquáticos	20
2.2	LEGISLAÇÃO APLICADA AOS RECURSOS HÍDRICOS	22
2.2.1	Índice de Qualidade da Água	23
2.3	CARACTERIZAÇÃO DOS AGROTÓXICOS	29
2.3.1	Introdução	29
2.3.2	Pesticidas	30
2.3.3	Desenvolvimento e regulamentação de pesticidas	32
2.4	IMPACTOS DE FERTILIZANTES SOBRE OS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS	33
2.5	IMPACTOS DE PESTICIDAS SOBRE OS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS	36
2.5.1	Uso das propriedades físico-químicas na avaliação do potencial de dano ambiental	37
2.5.2	Revisão da literatura	39
2.5.3	Transporte à longa distância mediado pelo ar e água, e bioacumulação	51
2.6	IMPACTOS DE METAIS PESADOS SOBRE OS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS	53
2.6.1	Cobre	54
2.6.2	Chumbo	55
2.6.3	Zinco	55
2.6.4	Cádmio	56
2.6.5	Mercúrio	56
2.6.6	Bioacumulação do Mercúrio	58

3	DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	61
4	LEVANTAMENTO DO USO DE AGROQUÍMICOS	74
4.1	CONFECÇÃO DE MAPAS	75
4.2	ASPECTOS GERAIS DAS PROPRIEDADES	76
4.2.1	Água consumida	76
4.2.2	Saneamento básico	79
4.2.3	Alimentos locais mais consumidos	80
4.2.4	Doenças	80
4.3	INFORMAÇÕES GERAIS DAS PROPRIEDADES	81
4.4	USO DE AGROQUÍMICOS	85
4.5	SISTEMAS DE PRODUÇÃO	87
4.5.1	Sistema de produção: arroz irrigado	87
4.5.2	Sistema de produção: soja irrigada	96
5	DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE AMBIENTAL	103
5.1	DETERMINAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM	103
5.2	AMBIENTES E ORGANISMOS MONITORADOS	104
5.3	DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS ANALISADAS	104
5.4	METODOLOGIAS DE COLETA E PRESERVAÇÃO DE AMOSTRAS	110
5.5	METODOLOGIAS DE ANÁLISE	118
5.5.1	Parâmetros físico químicos e biológicos da água	118
5.5.2	Bentos	118
5.5.3	Metais	119
5.5.4	Pesticidas	119
5.6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	122
5.6.1	Limnologia e qualidade da água	148
5.6.2	Pesticidas	151
5.6.3	Metais Pesados	158
5.6.4	Índice de Qualidade da Água	160
5.6.5	Conclusões e Recomendações	166
6	BIBLIOGRAFIA	169
7	LEGISLAÇÃO	176
7.1	RESOLUÇÃO CONAMA Nº 20, 18 DE JUNHO DE 1986	176
7.2	LEGISLAÇÃO SOBRE USO DE AGROTÓXICOS E DESCARTE DE EMBALAGENS	188
7.3	LEGISLAÇÃO SOBRE EMPREGO DE ADITIVOS EM ALIMENTOS	230

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Localização da área de estudo. _____	Erro! Indicador não definido.
Figura 3.2. Sub-bacias hidrográficas a montante do Parque Estadual do Cantão. _____	Erro! Indicador não definido.
Figura 4.1. Imagem de satélite com a localização das propriedades visitadas na área de estudo. _____	Erro! Indicador não definido.
Figura 4.2. Origem da água que abastece as residências. _____	76
Figura 4.3. Tratamento recebido pela água consumida. _____	79
Figura 4.4. Destino dado aos dejetos da residência. _____	79
Figura 4.5. Destino dado ao lixo. _____	80
Figura 4.6. Tratamento recebido pelas embalagens vazias de pesticidas. _____	86
Figura 4.7. Forma de descarte das embalagens de pesticidas. _____	86
Figura 5.1. Classificação dos pontos de coleta conforme o Índice de Qualidade da Água (IVA). _____	Erro! Indicador não definido.
Figura 5.2. Classificação dos rios conforme o Índice de Qualidade da Água (IVA). _____	Erro! Indicador não definido.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1. Classificação das águas doces em função dos usos preponderantes: ___	23
Tabela 2.2. Parâmetros utilizados nos diferentes índices de qualidade de água: ___	25
Tabela 2.3. Níveis de Classificação da água pelo IPMCA: _____	28
Tabela 2.4. Classificação do estado trófico segundo o índice de Carlson, modificado:	28
Tabela 2.5. Classificação da qualidade da água pelo IVA: _____	29
Tabela 2.6. Sumário de medidas disponíveis de controle de pragas ou pestes: ___	31
Tabela 2.7. Características gerais de alguns pesticidas: _____	41
Tabela 2.8. Efeito de herbicidas sobre a fauna do solo: _____	43
Tabela 2.9. Toxicidade aguda e crônica de alguns herbicidas a pássaros: _____	47
Tabela 2.10. Toxicidade de herbicidas para a vida silvestre: _____	50
Tabela 2.11. Resíduos de inseticidas organoclorados em amostras de barro no fundo do Lago Paranoá (Brasília, DF) e em peixes: _____	50
Tabela 2.12. CL ₅₀ de alguns herbicidas (ppm), para 10 dias, em <i>Clorococcun</i> : _____	51
Tabela 2.13. Pressão de vapor de alguns herbicidas: _____	52
Tabela 2.14. Escoamento superficial de alguns herbicidas em solo siltico-argiloso: _	52
Tabela 2.15. Fatores de biomagnificação de DDT em invertebrados aquáticos: ___	53
Tabela 3.1. Principais espécies de vertebrados observadas nos projetos agrícolas da área de estudo: _____	65
Tabela 4.1. Identificação e informações gerais das propriedades entrevistadas: _____	78
Tabela 4.2. Área amostrada para cada tipo de uso e área total plantada (em hectares) para os municípios da região de acordo com o IBGE (safra 1999/2000). O percentual amostrado corresponde à relação entre área amostrada e área de produção fornecida pelo IBGE: _____	82
Tabela 4.3. Informações gerais sobre os herbicidas utilizados na região: _____	88
Tabela 4.4. Informações gerais sobre os inseticidas utilizados na região: _____	89
Tabela 4.5. Informações gerais sobre os fungicidas utilizados na região: _____	90
Tabela 4.6. Total amostrado e uso médio por hectare de insumos utilizados no cultivo do arroz irrigado por safra. Os valores para os municípios e total da região foram extrapolados de acordo com a área plantada (IBGE/2000). Em negrito, produtos não recomendados. Unidades em quilos ou doses (inoculantes): _____	91
Tabela 4.7. Total amostrado e uso médio por hectare de insumos utilizados no cultivo da soja irrigada por safra. Os valores para os municípios e total da região foram extrapolados de acordo com a área plantada (IBGE). Unidades em quilos ou doses (inoculantes): _____	92
Tabela 5.1. Relação das variáveis limnológicas monitoradas: _____	106
Tabela 5.2. Grupo de variáveis analisadas por ponto de amostragem: _____	107
Tabela 5.3. Variáveis a serem analisadas por tipo de ambiente monitorado: _____	109
Tabela 5.4. Resumo das análises realizadas: _____	110

Tabela 5.6. Lista de pesticidas analisados nas amostras e limites de detecção: ____	121
Tabela 5.7. Localização e condição do tempo nos pontos de coleta: _____	123
Tabela 5.8. Parâmetros físico-químicos obtidos em campo nos pontos de coleta: _	125
Tabela 5.9. Local de coleta e peso (g) das amostras de peixe utilizadas na análise de metais e pesticidas: _____	127
Tabela 5.10. Resultado da análise físico-química (parâmetros 1) e clorofila-a nos pontos de amostragem: _____	129
Tabela 5.11. Resultado da análise físico-química (parâmetros 2) nos pontos de amostragem: _____	130
Tabela 5.12. Análise qualitativa do fitoplâncton nas estações de coleta. Abundância (+ raro; ++ freqüente; +++ abundante): _____	131
Tabela 5.13. Análise qualitativa do zooplâncton nas estações de coleta. Abundância (+ raro; ++ freqüente; +++ abundante): _____	132
Tabela 5.14. Número de indivíduos bentônicos encontrados por estação de coleta. Nas demais estações de coleta não foi registrado nenhum organismo bentônico: ____	133
Tabela 5.15. Resultado da análise de metais em água: _____	134
Tabela 5.16. Resultado da análise de metais e parâmetros físico-químicos em sedimento: _____	135
Tabela 5.17. Resultado da análise de metais em peixe: _____	136
Tabela 5.18. Níveis de Zinco (Zn) e Mercúrio (Hg) em espécies de peixes: _____	159
Tabela 5.19. Parâmetros utilizados no cálculo do IPCMA (Índice de Parâmetros Mínimos para Proteção das Comunidades Aquáticas): _____	161
Tabela 5.20. Níveis de classificação da água de acordo com o IVA: _____	161
Tabela 5.21. Classificação do IVA (Índice de Proteção da Vida Aquática) para os pontos amostrados: _____	162

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 2.1: Embalagens de agrotóxicos depositadas de forma inadequada na beira de canal de irrigação. Projeto Rio Formoso, Formoso do Araguaia (TO), julho de 2001.	48
Foto 2.2: Lavagem irregular de equipamentos utilizados na aplicação de agrotóxicos. Projeto Rio Formoso, Formoso do Araguaia (TO), julho de 2001.	49
Foto 3.1. Paisagem típica de cerrado na região de Formoso do Araguaia.	66
Foto 3.2. Fisionomia dos campos de murunduns, frequentes na ilha do Bananal.	66
Foto 3.3. Mata de galeria ao longo do rio Urubu, sub-bacia do rio Formoso (Lagoa da Confusão).	67
Foto 3.4. Típica área antropizada no Projeto Formoso (Formoso do Araguaia).	67
Foto 3.5. Entrada do rio do Côco no Lago Caboclo (Parque Estadual do Cantão).	68
Foto 3.6. Capivara em projeto de irrigação, COBRAPE (Lagoa da Confusão).	68
Foto 3.7. Bando de garças-brancas-grandes e colhereiro (centro) em área em pousio, fazenda Harpa (Dueré).	69
Foto 3.8. Fêmea de cervo-do-pantanal em área em pousio, fazenda Harpa (Dueré).	69
Foto 3.9. Casal de inhumas em área em pousio, fazenda Harpa (Dueré).	70
Foto 3.10. Bando de paturis em canal de irrigação no Projeto Formoso (Formoso do Araguaia).	70
Foto 3.11. Cabeças-secas em plantação de soja no Projeto Formoso (Formoso do Araguaia).	71
Foto 3.12. Ema em plantação de soja no Projeto Formoso (Formoso do Araguaia).	71
Foto 3.13. Pirarara capturada no rio Formoso (Formoso do Araguaia).	72
Foto 3.14. Exemplares de peixes da região coletados para análises (Formoso do Araguaia).	72
Foto 3.15. Revoada de pássaros no Projeto Formoso (Formoso do Araguaia).	73
Foto 3.16. Espécie de molusco bivalve frequentemente encontrada nas margens do rio Javaés (Formoso do Araguaia).	73
Foto 4.1. Entrevista na fazenda Terra Negra (Lagoa da Confusão).	83
Foto 4.2. Cultivo de soja na COOPERFORMOSO (Formoso do Araguaia).	83
Foto 4.3. Colheita de feijão na fazenda Barreira da Cruz (Lagoa da Confusão).	84
Foto 4.4. Cultivo de melancia na fazenda Luíza (Lagoa da Confusão).	84
Foto 4.5. Cultivo de algodão (esquerda) e soja (direita) na COBRAPE (Lagoa da Confusão).	85
Foto 4.6. Preparo do solo para cultivo de arroz na Agropecuária São Francisco de Assis (Formoso do Araguaia).	99
Foto 4.7. Pulverização aérea sobre lavoura de soja, Projeto Formoso (Formoso do Araguaia).	99
Foto 4.8. Captação de água do rio Javaés na fazenda Barreira da Cruz (Lagoa da Confusão).	100

Foto 4.9. Sistema de canais de irrigação no Projeto Formoso (Formoso do Araguaia).	100
Foto 4.10. Colheita da soja na COOPERFORMOSO (Formoso do Araguaia).	101
Foto 5.1. Coleta de amostra de água no fundo da lagoa Taboca utilizando garrafa de Van Dorn (Formoso do Araguaia).	112
Foto 5.2. Coleta de amostra de sedimento no fundo da lagoa Taboca utilizando draga de fundo (Formoso do Araguaia).	112
Foto 5.3. Coleta de plâncton com rede no Lagoão (Formoso do Araguaia).	113
Foto 5.4. Coleta de peixes com rede no Lagoão (Formoso do Araguaia).	113
Foto 5.5. Agência Regional da NATURATINS em Formoso do Araguaia, onde funcionou laboratório de apoio.	114
Foto 5.6. Agência Regional da NATURATINS em Caseara, onde funcionou laboratório de apoio.	114
Foto 5.7. Frascos para coleta de amostras de água para análise físico-química.	115
Foto 5.8. Equipamentos utilizados para filtragem de amostras de água.	115
Foto 5.9. Trabalho de laboratório realizado na Agência Regional da NATURATINS em Formoso do Araguaia.	116
Foto 5.10. Exemplos de peixes coletados para análise de pesticidas e metais (Formoso do Araguaia).	116
Foto 5.11. Peixe sendo dissecado para separação de amostras de músculo e vísceras para posterior análise.	117
Foto 5.12. Exemplar de jaraqui (peixe detritívoro) sendo pesado.	117
Foto 5.13. Coleta de água na lagoa Taboca, ponto LT-1b (Formoso do Araguaia).	137
Foto 5.14. Coleta de água no rio Formoso, ponto FM-1 (Formoso do Araguaia).	137
Foto 5.15. Coleta de dados no rio Formoso, ponto FM-2 (Formoso do Araguaia).	138
Foto 5.16. Vista geral do ponto FM-2, rio Formoso (Formoso do Araguaia).	138
Foto 5.17. Coleta de água no rio Formoso, ponto FM-5 (Lagoa da Confusão).	139
Foto 5.18. Coleta de dados no rio Javaés, ponto JV-2 (Porto Piauí, Formoso do Araguaia).	139
Foto 5.19. Coleta de dados físico-químicos de água retirada de um poço no Projeto Formoso, ponto PÇ-2 (Formoso do Araguaia).	140
Foto 5.21. Coleta de peixes com tarrafa em dreno no Projeto Formoso, (Formoso do Araguaia).	141
Foto 5.22. Coleta de dados físico-químicos em dreno no Projeto Formoso, ponto DR-1 (Formoso do Araguaia).	141
Foto 5.23. Vista geral do rio Riozinho, ponto RZ (Pium).	142
Foto 5.24. Vista geral do rio Araguaia em Santa Izabel do Morro, ponto AR-1 (Formoso do Araguaia).	142
Foto 5.25. Local de coleta na Lagoa da Confusão, ponto LCONF (Lagoa da Confusão).	143

Foto 5.26. Coleta de plâncton no lago Zé Izidoro, ponto LGZI, faz. Imperador (Lagoa da Confusão). _____	143
Foto 5.27. Vista geral do rio Javaés, ponto JV-4, faz. Imperador (Lagoa da Confusão). _____	144
Foto 5.28. Vista geral do rio Javaés na altura da confluência com o rio Riozinho, no ponto JV-5 (Pium). _____	144
Foto 5.29. Margem do rio Riozinho próxima ao ponto RZ (Pium). _____	145
Foto 5.30. Vista geral do rio do Côco, ponto RC-1 (Pium). _____	145
Foto 5.31. Vista geral do Lago Volta Grande no Parque Estadual do Cantão, ponto LVG (Pium). _____	146
Foto 5.32. Margem do rio Javaezinho próximo ao Lago Volta Grande no Parque Estadual do Cantão (Pium). _____	146
Foto 5.33. Encontro entre os rios Javaés e Javaezinho no Parque Estadual do Cantão (Pium). _____	147
Foto 5.34. Pôr-do-sol no rio Araguaia, 10 km a jusante do ponto AR-3, Parque Estadual do Cantão (Pium). _____	147

1 APRESENTAÇÃO

O presente trabalho faz parte das atividades referentes ao Serviço de Consultoria para Realização do Diagnóstico do Uso de Agroquímicos nas Sub-bacias Hidrográficas a Montante do Parque Estadual do Cantão e seu Entorno, realizado pela Companhia de Promoção Agrícola – CPA/CAMPO, contratada pela Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente do Governo do Estado do Tocantins através de recursos do Convênio ATN/JF – 6187 – BR/TO/BID, celebrado entre o Estado do Tocantins e o Banco Interamericano de Desenvolvimento com contrapartida do Tesouro Estadual.

O relatório final é composto por uma revisão bibliográfica sobre o impacto de agroquímicos em ecossistemas aquáticos (item nº 2), uma breve descrição da área de estudo (item nº 3), levantamento do uso de agroquímicos (item nº 4), e culmina com o diagnóstico da qualidade ambiental na região (item nº 6). No item nº 7 é apresentada a legislação que serviu de referência para a avaliação da qualidade ambiental e do uso de agroquímicos. O Anexo 1 aborda a metodologia e os resultados do geoprocessamento e sensoriamento remoto. Em anexo são apresentados mapas temáticos e imagens de satélite em escala de 1:400.000 (tamanho A0).

Além do relatório final, são apresentados os laudos das análises feitas em laboratório (em outro volume) e uma fita de vídeo VHS com imagens das campanhas de campo. O produto em formato digital (CD) contém o relatório final, um banco de dados no formato Access com todos os dados coletados, os laudos das análises, fotos das viagens de campo e um arquivo no formato ArcView com mapas temáticos e imagens de satélite.

De acordo com recomendação apontada pelo Plano de Manejo do Parque Estadual do Cantão (SEPLAN, 2001), uma das ameaças à conservação a longo prazo dos seus ecossistemas seria a contaminação das águas provocada pela atividade agrícola realizada a montante. Nesse contexto, o monitoramento dessas áreas que poderiam estar contribuindo para a contaminação do Parque Estadual do Cantão (PEC) foi considerado uma atividade prioritária, o que desencadeou a realização desse projeto. Os principais objetivos do trabalho são abordados a seguir.

1.1 OBJETIVO

O objetivo principal deste trabalho foi elaborar um diagnóstico sobre o uso de agroquímicos nas sub-bacias hidrográficas a montante do Parque Estadual do Cantão e seu entorno.

Como objetivos secundários destacam-se:

- Revisão bibliográfica sobre o uso e impactos de agroquímicos no meio ambiente, com ênfase nos ecossistemas aquáticos
- Estimativa do uso de agroquímicos na área de estudo por meio de entrevistas com produtores da região e dados secundários
- Conscientização dos produtores locais sobre a correta destinação das embalagens de pesticidas
- Diagnóstico da contaminação e poluição produzidas pelo uso de agroquímicos nas bacias estudadas
- Determinação de pontos de controle ambiental que poderão ser monitorados periodicamente e a longo prazo
- Realização de um prognóstico com relação a possíveis impactos ambientais derivados de atividades agrícolas na região e no PEC
- Aperfeiçoamento e capacitação de técnicos do Estado através do acompanhamento dos trabalhos de campo

A fim de cumprir os objetivos listados acima, o projeto foi dividido em quatro etapas que estão apresentadas a seguir:

- Revisão bibliográfica sobre o uso e impactos de agroquímicos no meio ambiente
- Levantamento de dados sobre produção agrícola e utilização de agroquímicos nas propriedades localizadas na região de influência do projeto
- Coleta de amostras de água, sedimento e peixe, para análises físico-químicas, biológicas, de pesticidas e metais pesados
- Análise das amostras coletadas em laboratórios especializados
- Preparação do relatório final contendo revisão bibliográfica, resultados do trabalho de campo e análises de laboratório, além de prognósticos e recomendações, objetivando uma maior preservação ambiental

1.2 SUMÁRIO EXECUTIVO

Uso de agroquímicos e Sistemas de Produção

1. Das atividades econômicas desenvolvidas na área de estudo, a agricultura é a que tem maior nível de tecnificação, utilizando a irrigação na maioria das culturas. Estudos anteriores apontaram essa atividade como uma ameaça a longo prazo à conservação do Parque Estadual do Cantão devido à possível contaminação por agroquímicos. No levantamento das áreas agrícolas foram visitadas diversas propriedades que representam 36.404 ha de área cultivada, sendo a maioria cultivada com arroz irrigado (24.047 ha) e soja irrigada (9.815 ha), e o restante com abóbora, algodão, feijão irrigado, girassol, melancia irrigada, milho irrigado, milho, sorgo irrigado e tomate. O índice médio de amostragem foi de 58,7% tendo contemplado 73,7% e 58,3% das áreas cultivadas com soja e arroz respectivamente, considerando os dados de produção agrícola (safra 1999/2000) obtidos no IBGE.

2. Das Bacias Hidrográficas estudadas, as dos rios Formoso, Pium e Javaés são as que concentram efetivamente a atividade agrícola. Na bacia do rio do Côco, onde predomina o cultivo de subsistência, o nível de atividade agrícola é muito baixo, de modo que esta não foi considerada no levantamento do uso de agroquímicos.

3. A atividade agrícola da região é dividida em duas etapas em função do clima. No período das águas (outubro a abril) é cultivado o arroz (Sistema de irrigação por inundação), e no período da seca (maio a setembro) o cultivo predominante é a soja (Sistema de sub-irrigação). No período da seca, além da soja são cultivadas outras culturas, sendo as de maior importância a melancia, abóbora e na atual safra o feijão.

4. Para a obtenção do volume de agroquímicos utilizados, foram considerados os consumos médios dos levantamentos de campo, e feita uma estimativa levando-se em consideração as áreas plantadas de cada município. Estima-se que as culturas de arroz e soja consomem anualmente 29.948 toneladas de fertilizantes, 224.000 litros de herbicidas, 83.415 kg de fungicidas e 51.021 litros de inseticidas.

5. Na totalidade das propriedades visitadas há uso de agroquímicos na condução das culturas, sendo que o grau de uso de controle biológico no controle de pragas é baixo (8,4%), predominando a prática da agricultura convencional. A maioria dos produtores entrevistados (87,5%) afirma fazer uso do receituário agrônomo e realizar a tríplice lavagem das embalagens de pesticidas (79,2%). Cerca de metade dos produtores entregam as embalagens utilizadas nas Cooperativas.

6. Embora exista um alto índice de utilização do receituário agrônômico, a maioria dos inseticidas usados no combate às pragas são do grupo piretróides sintéticos, que em relação à periculosidade ambiental são considerados como Medianamente a Extremamente Perigosos, por serem tóxicos para abelhas e peixes. Alguns não são recomendados para a cultura do arroz irrigado, como por exemplo, o Decis, que apesar de pouco utilizado, é extremamente tóxico. Outro grupo de inseticidas muito usado é o dos organofosforados, que são considerados Altamente Perigosos ao meio ambiente, com classificação toxicológica entre I e II. Segundo valores apurados em campo, esse grupo responde a 87,5% e 67,9% do volume de inseticidas utilizados nas lavouras de arroz e soja respectivamente, sendo que o Nuvacron, um dos mais usados, também não é recomendado para cultura do arroz.

7. Os herbicidas usados são de grupos distintos, mas alguns se destacam pelo seu grau de periculosidade, como é o caso de acifluorfen/bentazon que é altamente móvel no meio ambiente, possui alto potencial de deslocamento no solo e lençol freático, além de altamente tóxico para organismos aquáticos e persistente no ambiente. Não obstante, é amplamente utilizado na área de estudo e representa 29,5% do volume total de herbicidas usados na cultura da soja.

8. Os fungicidas utilizados podem ser divididos em dois grupos de acordo com a finalidade de uso: tratamento de sementes e tratamento foliar. Na cultura da soja, a utilização é somente no tratamento de sementes, como proteção a doenças veiculadas por sementes ou existentes no solo. Já na cultura do arroz, os fungicidas são empregados nas duas modalidades de uso. O volume de fungicidas utilizados no tratamento de sementes é baixo em relação aos demais agroquímicos, equivalendo a 1,4% e 6,3% do total utilizado nas culturas do arroz e soja respectivamente. Embora o volume de fungicidas utilizados seja relativamente baixo, destaca-se na cultura do arroz o uso de vários produtos não recomendados para essa cultura.

9. Com relação aos agroquímicos, recomenda-se uma ação imediata de conscientização dos produtores para utilização preferencial do controle biológico e de produtos com menor periculosidade ambiental, principalmente na cultura do arroz onde as aplicações aéreas de pesticidas são um risco ao meio ambiente devido à deriva do produto provocada pelo vento. Também é altamente recomendado o Manejo Integrado de Pragas e Plantas Daninhas, que com o monitoramento das pragas reduz significativamente o uso de pesticidas.

Saneamento básico e saúde

1. A maioria (60,9%) da água que abastece as propriedades rurais entrevistadas vem de cisternas, seguida de 30,4% de poços semi-artesianos e 8,7% dos rios. Em 39,1% dos casos a água para abastecimento não é tratada, em 52,2% é filtrada e em 8,7% dos casos a água é clorada.

2. O sistema de fossa seca é usado em 69,6% das propriedades como destino final dos dejetos, seguido por fossa séptica (13,0%) e buraco (4,3%). O maior parte do lixo produzido nas propriedades é jogado em buracos e/ou queimado, sendo que raramente são levados para as lixeiras da cidade. A maioria das propriedades foi borrifada pela saúde pública nos últimos anos.

3. Dentre os alimentos mais consumidos produzidos na propriedade destaca-se o arroz (95,7% dos casos), peixe (47,8%), carne (39,1%), feijão (34,8%) e ovo (17,4%). Além desses, foram citados abóbora, melancia, mandioca, frango, milho, tomate e outros. O peixe mais consumido foi o piau, mencionado em 56,5% dos casos, além do tucunaré (34,8%), pacu (26,1%), pintado e piranha (8,7%), e pirarucu e traíra (4,3%).

4. A infecção intestinal foi citada em 29,1% dos casos como doença que já ocorreu na propriedade, seguida de verminose (26,1%), alergia e dor de cabeça relacionada a aplicação de pesticidas (21,7%), além de outras doenças. A malária aparece como uma doença importante na região, com 8 casos registrados em 5 propriedades. Acidentes ou contaminações relacionados a aplicação de pesticidas foram relatados em 18,7% dos casos.

Limnologia/Qualidade da Água

1. No presente estudo, a ampla cobertura de amostragem seqüencial ao longo de gradientes longitudinais nos principais recursos hídricos das sub-bacias dos rios Araguaia, Formoso, Javaés e do Côco, possibilitou investigar o potencial de contaminação dos principais cursos d'água e ambientes lânticos que drenam para o Parque Estadual do Cantão frente às atividades agrícolas nela desenvolvidas.

2. De uma forma geral, no período estudado (outubro/2001), de transição estiagem/chuva, todos os recursos hídricos superficiais da região apresentaram uma baixa transparência da água, com valores em torno de 0,5 metro nos rios, e alcançando transparência máxima de 1 metro nos ecossistemas lacustres do Parque Estadual do Cantão.

3. Ao longo de seus cursos, os rios da região caracterizaram-se por serem ecossistemas bem oxigenados, com pH ligeiramente ácido a neutro, reduzida turbidez,

e com riqueza iônica de baixa a moderada. Os baixos teores de nutrientes se refletiram em níveis reduzidos de biomassa fitoplanctônica, com predomínio de organismos pertencentes aos grupos Clorofita (algas verdes) e Crisofita (diatomáceas).

4. Já os ecossistemas lênticos apresentaram características limnológicas bastante variáveis em função principalmente da sua localização. Enquanto as lagoas e drenos próximos aos grandes projetos agrícolas foram ambientes geralmente pouco transparentes, com tendências a elevadas turbidez, riqueza iônica e maiores níveis de nutrientes (especialmente nitrogênio), as lagoas localizadas no Parque Estadual do Cantão estiveram entre os ambientes com melhor qualidade da água, apresentando os menores valores de turbidez, riqueza iônica e teores nutricionais, e os maiores valores de transparência da água. Conforme esperado pelo maior tempo de residência da água nos ecossistemas lacustres, houve, de uma forma geral, uma maior abundância relativa de determinados gêneros fitoplanctônicos (principalmente Desmidiáceas) nas lagoas em relação aos rios da região. Os organismos zooplanctônicos e bentônicos registrados na área pertenceram predominantemente a gêneros cosmopolitas de ampla distribuição geográfica em zonas tropicais.

5. No âmbito do Projeto Formoso, os canais principal e secundário e os drenos do efluente agrícola não apresentaram qualidade da água muito deteriorada. Já no corpo receptor e de acumulação de toda a drenagem do Projeto Formoso, o Lagoão, foram constatados os maiores teores relativos de nutrientes (especialmente amônia), acompanhados de elevações nos valores de clorofila-a, condutividade e turbidez, porém, ainda sem colocar em risco a sua biota aquática.

6. Conseqüentemente, ao longo do curso do Rio Formoso, fez-se possível observar um enriquecimento iônico acentuado associado à presença do projeto agrícola, muito embora tenha sido constatado um progressivo restabelecimento dos valores normais deste parâmetro a partir do ponto de amostragem à jusante do Projeto Formoso.

7. A amostragem ao longo do rio Javaés, desde os pontos a montante da confluência do Rio Formoso, passando pela área de drenagem do Projeto Javaés, até alcançar as áreas de jusante mais próximas ao Parque Estadual do Cantão, demonstrou não ter havido influências antrópicas apreciáveis sobre a qualidade da água deste curso d'água. Assim, os parâmetros mais indicativos do processo de eutrofização, isto é, os nutrientes (fósforo e nitrogênio) e a biomassa do fitoplâncton (clorofila-a), não apresentaram elevações nítidas em resposta a presença dos projetos

de irrigação. Ao contrário, constatou-se um gradiente longitudinal de redução dos valores da nascente para a foz.

8. Por outro lado, no que se refere aos corpos d'água que recebem diretamente a drenagem do Projeto Javaés, constatou-se que alguns deles já apresentam sinais de enriquecimento nutricional. Este é o caso do Lago do Côco e do ecossistema lacustre formado pelos lagos Zé Isidoro e Zé Idalino, todos receptores naturais da drenagem deste projeto agrícola.

9. Ao longo do seu perfil longitudinal, o rio Araguaia caracterizou-se por apresentar uma transparência da água relativamente baixa em função da presença de sólidos em suspensão, conferindo uma certa turbidez às suas águas. Os níveis de pH e oxigênio dissolvido se mostraram bastante satisfatórios e também pouco variaram ao longo do curso do rio amostrado. Em contraste, um enriquecimento nutricional para fósforo total relativamente elevado (mais de 100%) foi verificado após o recebimento da drenagem do rio Javaés. Apesar desta fertilização ter se refletido em elevações da biomassa de algas planctônicas (clorofila-a), as quais triplicaram a sua abundância ao longo do curso do rio, tanto os valores de fósforo total quanto os de clorofila-a são ainda bastante reduzidos e pouco preocupantes. No entanto, as análises destes parâmetros no gradiente longitudinal do rio evidenciam a resposta de enriquecimento nutricional ainda que bastante moderada.

10. No tocante aos recursos hídricos do Parque Estadual do Cantão, o rio do Côco, localizado na sua área limítrofe, drena uma área de pouca influência agrícola e apresenta excelente qualidade da água. Similarmente, as lagoas localizadas nesta área de proteção ambiental representam ambientes lacustres com ótimo padrão de qualidade da água, conforme evidenciado por reduzidas concentrações de nutrientes e clorofila-a, e níveis de transparência da água relativamente mais elevados que em outros sistemas lênticos da região.

Metais Pesados

1. Em relação aos metais pesados, pôde-se observar que de maneira geral, os drenos, os poços subterrâneos e as lagoas receptoras de drenagem dos projetos Formoso e Javaés não apresentaram níveis de concentração de metais que violassem os limites máximos permitidos pela Resolução nº 20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Somente em uma amostra no dreno DR-01 do projeto Formoso ocorreu um nível de concentração de zinco de 1,23 mg/l, que é cerca de sete vezes

maior que o recomendado para esse metal, que é de 0,18 mg/l. Essa contaminação é condizente e esperada devido à função hidráulica do dreno.

2. Quanto aos sedimentos, seguindo os padrões máximos admissíveis adotados no estado do Paraná, que foi baseado na legislação espanhola, não foram identificados quaisquer resultados superiores aos recomendados para solos e sedimentos. Os valores mais elevados de cobre, zinco e mercúrio foram observados em amostras de sedimento do lagoão, sem, no entanto, violar os padrões recomendados. Essas observações corroboram os demais resultados de qualidade da água desse ponto, já que essa lagoa é o principal receptor da drenagem do Projeto Formoso.

3. Em relação aos peixes, adotou-se como referencial legal o Decreto nº 55.871 de 25 de junho de 1975 do Ministério da Saúde que regulamenta o controle de aditivos incidentais em alimentos. Os resultados apresentados permitiram evidenciar que ocorreram violações do padrão máximo permitido para os metais zinco e mercúrio nas vísceras de peixes carnívoros e dentritívoros do rio Javaés, rio Riozinho, lagoa Zé Idalino, e em duas lagoas do P.E. do Cantão: o Lago Paredão e o Lago Volta Grande.

4. Os níveis de metais pesados identificados nas amostras de água, sedimentos e peixes, apesar de ainda não apresentarem riscos significativos ao meio ambiente e à saúde humana, já podem ser considerados preocupantes devido ao seu elevado potencial de biomagnificação. As principais fontes desses metais são os insumos agrícolas, tanto fertilizantes químicos quanto pesticidas, e principalmente fungicidas, que possuem metais pesados em suas formulações.

5. A detecção desses metais confirma a importância da ictiofauna como um excelente indicador biológico para o monitoramento da qualidade da água e reflete que a influência dos projetos de irrigação já começa a ser sentida no Parque Estadual do Cantão, apesar desses níveis elevados de metais terem aparecido somente nas vísceras desses animais.

Pesticidas

1. Os resultados das análises de resíduos de pesticidas realizados na água, peixes e sedimentos, em amostras coletadas em toda a região, mostraram que os limites de detecção não foram atingidos em nenhum caso.

2. A ausência da detecção de resíduos de pesticidas nas amostras não significa, no entanto, que a expansão da agricultura nos principais projetos de irrigação e áreas adjacentes não venha provocar num futuro próximo, o aparecimento de níveis

apreciáveis de resíduos de pesticidas em águas, sedimentos e em animais do Parque Estadual o Cantão.

3. Mesmo não tendo sido identificada contaminação por pesticidas na região, o aparecimento de metais pesados em peixes e a maior disponibilidade de nutrientes na água e em sedimentos, principalmente nos ambientes aquáticos adjacentes aos grandes projetos de irrigação, evidenciam a tendência de comprometimento ambiental futuro devido aos resíduos das atividades agrícolas em toda a região.

4. Dessa forma é importante e imprescindível um monitoramento periódico da qualidade ambiental da região, associado ainda a programas de educação ambiental principalmente nas áreas dos projetos de irrigação dos rios Formoso e Javaés.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A presente Revisão Bibliográfica objetivou reunir informações de literatura para compor uma síntese do conhecimento científico acerca dos usos e impactos dos agroquímicos (fertilizantes, pesticidas e metais pesados) sobre o meio ambiente, em especial os ecossistemas aquáticos.

Com vistas a facilitar a familiarização do leitor com os temas a serem abordados, o documento inicia com uma abordagem geral do funcionamento dos ecossistemas aquáticos como pano de fundo para a compreensão dos impactos desencadeados pelos poluentes.

Em seguida é feita uma caracterização dos parâmetros limnológicos mais estreitamente relacionados com as alterações de qualidade ambiental, e uma revisão da legislação e emprego de índices de avaliação da qualidade da água.

Os produtos agroquímicos, categorizados como fertilizantes, pesticidas e metais pesados (subprodutos de pesticidas) foram objeto de revisão quanto ao seu uso e impactos no meio ambiente. Ao longo da descrição dos produtos e seus efeitos, foram também feitas recomendações de uso e cuidados relativos ao seu manuseio e aplicação disciplinada.

2.1 ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO DOS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS CONTINENTAIS

2.1.1 Caracterização geral dos ambientes de água doce

Os ecossistemas aquáticos continentais ocupam uma porção relativamente pequena da superfície do planeta quando comparados aos habitats marinhos e terrestres. O montante de água doce, incluindo as regiões glaciais árticas e antárticas, perfaz apenas 2,4% da quantidade global de água, sendo que somente 0,0074% deste total está contido nos rios e lagos. Globalmente o balanço de água é dominado pelo fato de que mais água evapora dos oceanos do que retorna via precipitação, fazendo com que a evaporação de água dos oceanos represente o principal regulador do balanço global de água no planeta, perfazendo 86-88% da evaporação total (Jorgensen & Vollenweider, 2000).

Os ambientes aquáticos de água doce podem ser subdivididos em dois grandes grupos, os sistemas de água corrente ou lóticos (ribeirões, córregos, rios e canais) e os sistemas de águas paradas ou lênticos (lagoas, açudes, lagos e represas), podendo estes ser naturais ou criados pelo homem. Independentemente da sua origem, os ecossistemas aquáticos compartilham padrões gerais de funcionamento e inter-relação entre os seus componentes bióticos (organismos vivos) e abióticos (características físicas e químicas).

Os ecossistemas lacustres, por exemplo, se encontram compartimentados de acordo com a profundidade nas seguintes regiões: litorânea, limnética, profunda e interface água-ar. Em cada uma destas regiões, as quais são interatuantes com trocas de matéria e energia, encontram-se estabelecidas comunidades de organismos aquáticos específicas. Assim, enquanto nas áreas rasas (região litorânea) a produtividade primária é em grande parte devida às plantas aquáticas submersas e enraizadas, nas áreas mais profundas (região limnética) as microalgas do fitoplâncton são os maiores responsáveis pela atividade fotossintética e produção de oxigênio. As comunidades de peixes e de organismos bentônicos estabelecidas em zonas rasas e profundas de um lago também são bastante distintas em função de processos metabólicos diferenciados que impõem restrições ambientais tais como o déficit de oxigênio nas maiores profundidades. Similarmente, os ecossistemas lóticos apresentam uma grande diversidade de habitats como resultado da sua morfometria e conseqüentes alterações de velocidade de fluxo, formando ambientes rasos de corredeira e remansos mais profundos. Também neste caso, as comunidades bióticas e os processos abióticos são bem distintos nestas diferentes regiões do ecossistema (Esteves, 1998).

Todo e qualquer ecossistema aquático, seja ele lótico ou lêntico, apresenta como etapas básicas de seu metabolismo a produção, o consumo e a decomposição. Assim, a estrutura e o funcionamento destes sistemas são regidos por estes três processos integrados e interdependentes de transformação da matéria orgânica. Grande parte da energia que chega ao sistema sob a forma de luz e calor é transformada em matéria orgânica que se transfere ao longo da cadeia alimentar e se recicla novamente como nutriente para retroalimentar o processo global de funcionamento do ecossistema (Dodson *et al* 1998).

Nos ecossistemas lênticos, como lagos e represas, pode-se distinguir três diferentes subsistemas, o físico, o químico e o biológico. O subsistema físico diz respeito basicamente aos processos de troca de calor e fluxos de água que afetam

toda a dinâmica das massas d'água, criando gradientes horizontais (longitudinais) e verticais (em profundidades), dependendo das características morfométricas do corpo d'água (forma e volume). O subsistema químico envolve os elementos químicos que ocorrem na água de diversas formas, desde a fração inorgânica dissolvida até aquela ligada a partículas abióticas ou elementos biologicamente ligados. Pode-se distinguir basicamente três grupos: os componentes minerais, os nutrientes e a matéria orgânica. Por último destaca-se o subsistema biológico, representado pelas cadeias alimentares, que incluem os produtores primários como responsáveis pela produção de matéria orgânica a partir de nutrientes inorgânicos (fitoplâncton, perifiton e macrófitas aquáticas), os consumidores primários e secundários e os decompositores, todos esses organismos interagindo entre si através de relações tróficas e com o meio abiótico participando da reciclagem de nutrientes (Straskraba & Tundisi, 1999).

Em adição aos padrões gerais de abundância e distribuição dos componentes abióticos e bióticos de um ecossistema aquático que caracterizam a sua **estrutura**, é de fundamental importância o conhecimento das taxas de processos que regulam o seu funcionamento, e portanto, determinam a **dinâmica** do ecossistema. Do ponto de vista funcional, o ecossistema pode ser analisado em relação aos circuitos energéticos (transferências de energia), ciclos de nutrientes, cadeias alimentares e regulação do metabolismo (Jorgensen & Vollenweider, 2000).

A despeito dos ecossistemas aquáticos possuírem estrutura e funcionamento similares aos ecossistemas terrestres, existe uma profunda diferença no que se refere aos seus produtores primários e suas respectivas taxas de processos metabólicos. Enquanto o tempo de geração e as taxas metabólicas das algas unicelulares dos ambientes aquáticos ocorrem em períodos de horas ou alguns dias, o tempo dos processos de reposição dos vegetais superiores em florestas é medido em anos. Conseqüentemente, apesar da biomassa de produtores primários em ecossistemas terrestres ser 700 vezes maior do que nos sistemas aquáticos, a sua taxa de produção é somente 2,5 vezes maior, significando que a produtividade específica dos ecossistemas aquáticos por unidade de biomassa é muito superior àquela dos ecossistemas terrestres (Jorgensen & Vollenweider, 2000).

O metabolismo interno de um rio ou lago é sobretudo, altamente dependente dos processos ocorrentes ao seu redor, mais precisamente na área da sua **bacia de drenagem**. A bacia de drenagem é a região inteira por onde passa o caminho de drenagem para um corpo d'água ou a área total acima de um dado ponto em um córrego que contribui com água para o fluxo naquele ponto, ou ainda a linha

topográfica divisória a partir da qual cursos d'água fluem em duas diferentes direções (Corn, 1993).

A bacia de drenagem de um dado ecossistema aquático inclui elementos naturais como o clima, a precipitação, vegetação e atividades humanas. Essa bacia de drenagem determina as características da água que flui para os corpos d'água, além de afetar a distribuição desta água ao longo do tempo e a própria qualidade da água dentro do ecossistema de interesse (Straskraba & Tundisi, 1999).

Portanto, qualquer modificação apreciável na região que drena para o corpo d'água é capaz de alterar profundamente o equilíbrio entre produção e consumo de matéria orgânica e, conseqüentemente, o funcionamento geral deste ecossistema. Por esta razão, uma atenção especial deve ser dada para a caracterização e monitoramento das atividades antrópicas potencialmente impactantes desenvolvidas na bacia de drenagem do ecossistema aquático de interesse.

2.1.2 Impactos antrópicos e poluição de ecossistemas aquáticos continentais

Existem várias atividades humanas conhecidamente causadoras de significativa deterioração da qualidade da água, dentre as quais encontra-se o desmatamento, a mineração, a construção de estradas e reservatórios, as descargas de esgotos e outros resíduos, o desenvolvimento urbano, a agricultura e agroindústria, a irrigação, a salinização, a recreação e turismo, a construção de canais e transporte de água, a destruição de charcos e áreas alagáveis ("wetlands"), a introdução de espécies exóticas, a transferência de água levando à redução da água subterrânea e à poluição atmosférica (Mason, 1994).

Descargas de resíduos não tratados provenientes de fontes pontuais e difusas causam várias mudanças na cadeia alimentar de rios, planícies de inundação e áreas alagadas. A descarga de resíduos agroindustriais provenientes de indústrias de processamento de alimento, como por exemplo, fertilizantes, herbicidas e resíduos de atividades agrícolas, afetam sobremaneira a qualidade da água.

As reações dos ecossistemas aquáticos aos distúrbios causados pelo lançamento de poluentes variam de acordo com a intensidade e com o tempo de ação deste estímulo externo. No caso de substâncias orgânicas tóxicas em grandes quantidades sujeitas à decomposição, pode ocorrer desde uma gradual diminuição das flutuações nas concentrações da substância em função das reações de decomposição, sem ocorrer maiores alterações das comunidades biológicas, até a desestabilização permanente da biota aquática em resposta aos pulsos de grande intensidade de aporte

destas substâncias. No caso de algumas substâncias dissolvidas como metais pesados, o ecossistema pode apresentar uma reação química tampão, levando ao seu acúmulo nos sedimentos de fundo (Uhlmann, 1979).

O termo **Poluição** pode ser definido, segundo Holdgate (1979) *apud* Mason (1994) como sendo “a introdução pelo homem no meio ambiente de substâncias ou energia capazes de causar risco à saúde humana, danos aos recursos vivos e sistemas ecológicos, ou interferência nos seus usos legítimos”.

Com base nesta definição bastante ampla, quase tudo produzido pelo homem pode ser considerado em algum momento como um poluente. Assim, substâncias essenciais à vida como por exemplo o cobre e o zinco, podem ser altamente tóxicas quando presentes em grandes quantidades. Cerca de 1500 substâncias são listadas como poluentes em ecossistemas aquáticos, podendo pertencer às seguintes categorias principais: ácidos e álcalis, ânions (sulfetos, etc), detergentes, esgotos domésticos e estrumes de fazendas, resíduos de processamento de alimentos, gases (amônia, cloro, etc), calor, metais (chumbo, cádmio, etc), nutrientes (fosfatos e nitratos), óleos e graxas, resíduos orgânicos tóxicos (formaldeídos e fenóis), patógenos e pesticidas.

Ao nível de comunidade ou ecossistema, geralmente a poluição não causa efeitos irreversíveis, exceto possivelmente no caso de poluição radioativa. Os efeitos da poluição são registrados através da perda de algumas espécies, com possível ganho de outras, geralmente uma redução na diversidade, mas não necessariamente nos números de espécies individuais, e uma mudança no balanço dos processos de predação, competição e reciclagem de matéria.

Existem três importantes taxas de processos no caminho genérico de um poluente, da sua fonte até o alvo: a taxa de emissão a partir da fonte da poluição, a taxa de transporte através do sistema ecológico e a taxa de remoção ou acúmulo deste poluente neste caminho. A taxa de transporte depende da taxa de difusão do poluente, de uma variedade de fatores ambientais e de propriedades do transporte dentro dos organismos nesse trajeto. Já a taxa de remoção ou acumulação irá depender das taxas de diluição ou sedimentação, bem como das transformações químicas e biológicas, o que irá determinar a dosagem que atinge o organismo alvo. Os processos no âmbito do destino do poluente irão transportá-lo até onde ele exerça um efeito ou então excretá-lo.

Os ecossistemas em geral possuem determinadas propriedades que influenciam o efeito e o destino dos poluentes neles lançados. A **degradação** dos ecossistemas

ocorre quando ele deixa de prover os recursos ou serviços esperados pelo homem. A degradação resulta dos impactos humanos como uso de recursos e o lançamento de poluentes. **Resiliência** é a intensidade de determinado impacto que o ecossistema pode suportar até que ele acabe mudando para um outro diferente estágio. A reversão desta mudança de estado envolve uma intervenção substancial ou mudança de política. A resiliência depende do estado de stress do ecossistema já que ela tende a preservar tanto os estados desejáveis quanto os indesejáveis. A resiliência pode ser expressa como a probabilidade de que o ecossistema possa experimentar um dado stress e não mudar de estado. A **sustentabilidade** é a manutenção dos recursos e serviços do ecossistema por extensos períodos de tempo. Em sistemas sustentáveis, o grande esforço é feito no sentido de manter a resiliência do ecossistema. Portanto, os aspectos científicos da sustentabilidade encontram-se centrados na resiliência (Carpenter, 1998).

Outra definição de interesse na avaliação das modificações das propriedades dos ecossistemas como resposta ao lançamento de um poluente, é a definição de **capacidade suporte**. Em sua concepção original, o termo é empregado para designar o tamanho de uma população que um dado ecossistema pode sustentar (Ricklefs, 1998). No entanto, com a ampliação do seu uso, passou a incluir o nível máximo de produção que se espera que um dado ecossistema possa suportar (Beveridge, 1987) ou ainda a capacidade máxima sustentável de carga orgânica que um ecossistema aquático pode absorver e depurar (Teixeira-Pinto & Cavalcanti, 1999). Nesta última aplicação do conceito de capacidade suporte encontra-se inserido, por exemplo, o aporte máximo sustentável de fósforo proveniente de esgotos domésticos que um lago ou reservatório pode receber sem que passe a apresentar sinais de eutrofização. Já no que se refere principalmente a rios, um importante conceito relacionado à carga de poluentes orgânicos é o da **autodepuração**. Define-se como autodepuração a capacidade de eliminação de cargas de poluentes orgânicos por intermédio das atividades de microorganismos. Este processo de degradação de moléculas orgânicas complexas em moléculas inorgânicas requer suficiente concentração de oxigênio e tem como participantes auxiliares a luz solar, a diluição e a sedimentação (Mason, 1994).

2.1.3 Modificações dos ecossistemas aquáticos pelo enriquecimento em nutrientes: o fenômeno da eutrofização e suas consequências

A primeira grande consequência do crescimento populacional humano e acelerado processo de urbanização é o lançamento de esgotos brutos e não

convenientemente tratados em ecossistemas aquáticos. Os principais sintomas da poluição orgânica são o aumento da decomposição de matéria orgânica, elevação dos níveis de contaminação por bactérias patogênicas e a eutrofização (Straskraba & Tundisi, 1999).

A eutrofização pode ser definida como o aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio, nos ecossistemas aquáticos, resultando no aumento das suas produtividades (Esteves, 1998). A produção primária excessiva resultante do enriquecimento em nutrientes pode se manifestar como crescimento exacerbado de plantas aquáticas (macrófitas) ou algas microscópicas (fitoplâncton).

A eutrofização promove profundas modificações ecológicas e afeta decisivamente a qualidade da água. Com a entrada de nutrientes aos sistemas lênticos, quer por fonte pontual (lançamento de esgoto) ou difusa (drenagem de área agrícola), ocorre um imediato aumento da biomassa algal (especialmente cianobactérias), levando à redução da transparência da água, acúmulo de matéria orgânica no sedimento, déficit de oxigênio dissolvido nas camadas mais profundas e mudanças em toda a cadeia alimentar do ecossistema (CRAE, 1992). Em adição ao crescimento excessivo do fitoplâncton com forte tendência à dominância de cianobactérias frequentemente tóxicas, pode ainda ocorrer uma proliferação de macrófitas aquáticas especialmente em ambientes rasos. As mudanças ao longo da cadeia alimentar tendem a favorecer um aumento do número de organismos de espécies mais resistentes às condições de stress ambiental e uma diminuição da biodiversidade. As respostas das comunidades de peixes, como ocupantes de níveis tróficos superiores, ilustram bem esta situação, onde um aumento geral da produtividade pesqueira encontra-se frequentemente associado à mudança em favor de espécies menos nobres e desejáveis. Já nos estágios finais do processo de eutrofização, o agravamento das condições de deterioração da qualidade da água passa a limitar e desfavorecer a produção pesqueira, sendo que mortandades maciças de peixes passam a representar eventos de ocorrência frequente (Barica, 1980).

2.1.4 Principais parâmetros de qualidade da água e suas aplicações

A água possui alta capacidade de solubilizar compostos orgânicos e inorgânicos, o que confere uma grande facilidade para os organismos produtores absorverem nutrientes por toda a superfície do corpo. O baixo teor de sais dissolvidos, típico dos ambientes de água doce, faz com que a grande maioria dos organismos que habitam esses ecossistemas seja hipertônica em relação ao meio, demandando assim

adaptações para a manutenção do equilíbrio osmótico. A alta densidade e viscosidade da água têm grande significado para a locomoção dos organismos no meio aquático. O fato de a água ser 775 vezes mais densa que o ar faz com que os organismos aquáticos apresentem profundas adaptações morfológicas e fisiológicas para reduzir o efeito da resistência do meio à locomoção.

A distribuição desigual da luz, nutrientes, temperatura e gases nos estratos horizontais e verticais dos ambientes aquáticos tem grandes consequências na distribuição dos organismos. A variável limnológica mais simples de ser obtida é a **transparência da água**, a qual é medida por um disco de Secchi e reflete a profundidade de penetração da luz visível dentro do ecossistema aquático. Do ponto de vista ótico, a transparência pode ser considerada o oposto da turbidez, sendo gradualmente reduzida à medida que aumentam as partículas em suspensão na água.

A **turbidez** na água é causada pela presença de materiais em suspensão, tais como argila, sílica, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida e organismos microscópicos. É uma medida de importância estética, sendo notada pelo consumidor em valores acima de 5 unidades de turbidez.

A presença de **sólidos suspensos** na água reflete diretamente os diversos usos da água e do solo desenvolvidas na bacia de drenagem.

Dentre os gases dissolvidos na água, o **oxigênio**, cujas principais fontes são a atmosfera e a fotossíntese, é um dos mais importantes na dinâmica e caracterização dos ecossistemas aquáticos. O oxigênio dissolvido (O.D.) é também um dos parâmetros mais importantes para o controle de poluição da água. Corpos d'água isentos de contaminações apresentam níveis de O.D. que variam de 6 a 10 mg/l em função da altitude local e da temperatura. No entanto, o aporte de matéria orgânica e de nutrientes pode alterar esses níveis, podendo afetar organismos aeróbios aquáticos.

A **Demanda Química de Oxigênio** é uma medida indireta do teor de matéria orgânica presente na água. É uma característica de primordial importância, sendo a causadora do principal problema de poluição das águas: o consumo de oxigênio dissolvido por microorganismos nos seus processos metabólicos de utilização e estabilização da matéria orgânica.

A águas naturais em geral têm **pH** compreendido entre 4,0 e 9,0 e, na maioria das vezes, são ligeiramente alcalinas, devido à presença de carbonatos e bicarbonatos. O pH é uma característica importante dada a sua relação com diversos fatores relacionados à dinâmica interna do corpo d'água ou devido a fatores alóctones.

A **alcalinidade** é uma medida da capacidade da água em resistir a mudanças de pH. Esta capacidade é devida a presença de diversas substâncias, sendo que as mais significativas são o bicarbonato, os silicatos, os fosfatos e os boratos. Em reservatórios, a alcalinidade pode ser devida aos processos metabólicos das algas.

A **condutividade** é uma medida física que representa a propriedade de conduzir corrente elétrica apresentada por um sistema aquoso contendo íons. A condutividade varia com a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas na água, com a temperatura e com a mobilidade dos íons. Sua medição tem ampla utilização no controle da qualidade da água para irrigação, pois indica indiretamente o teor de sais dissolvidos na água.

Todas as águas naturais, em maior ou menor escala, contêm íons resultantes da dissolução de minerais. Os **cloretos** são advindos da dissolução de sais. É uma variável que, associada a outras, serve como indicativa da qualidade da água para fins humanos ou para a irrigação. Em coletores naturais ou em drenos artificiais é indicativa da eficiência da drenagem da área.

Como os sais de cloreto normalmente estão associados aos metais **sódio** e **potássio**, estes também são essenciais na avaliação de sistemas de drenagem. O sódio é também um parâmetro utilizado no cálculo da Razão de Adsorção de Sódio - SAR, importante índice de avaliação da qualidade da água para irrigação.

O **cálcio** e o **magnésio** são as variáveis mais significativas em coleções de água e afetam a capacidade da água na precipitação de sabões. Na agricultura esses elementos estão diretamente relacionados às trocas iônicas que ocorrem no solo, sendo indicativos de processos de salinização. Já o **cloro** é a principal substância utilizada na desinfecção da água, a fim de potabilizá-la. Sua necessidade de monitoramento tem por objetivo avaliar os sistemas de tratamento dos núcleos habitacionais. O **boro** é um elemento que pode ser encontrado no solo e também na água e sua ocorrência está ligada aos depósitos de calmanita. A ingestão em grandes quantidades pode afetar o sistema nervoso central, ocasionando o mal conhecido como borismo. Em pequenas quantidades na água de irrigação, o boro tem grande importância para as plantas. Seu excesso é tóxico, no entanto, para a maioria dos vegetais. Alguns estudos indicam que concentrações de 1 mg/l são prejudiciais para algumas plantas.

Os **sulfatos** encontram-se nas águas como resultado da lixiviação de gesso e outros minerais comuns. Também são produzidos como resultado final da oxidação dos

sulfetos, sulfitos, tiosulfatos e da matéria orgânica. Em áreas irrigadas sua presença na água está relacionada ao uso de insumos agrícolas.

O nitrogênio é um dos elementos mais importantes no metabolismo de ecossistemas aquáticos pois participa na formação de proteínas, um dos componentes básicos da biomassa. A presença da amônia, ou **nitrogênio amoniacal**, na água está relacionada a processos de decomposição da matéria orgânica, ou é devida a aportes de nutrientes nitrogenados na água. Níveis elevados são tóxicos para seres humanos e animais aquáticos, principalmente peixes. No entanto, em reservatórios, atua como fertilizador da água, produzindo efeitos secundários de eutrofização. A presença de **nitrato** na água é proveniente de duas fontes: a primeira e mais comum é a transformação de amônia a nitratos, através de processos de oxidação; a segunda é devida ao enriquecimento da água por insumos agrícolas que contém sais de nitrato. Suas influências na qualidade da água estão associadas a limitações para consumo humano.

O **fósforo** é o principal fator limitante da produtividade dos ecossistemas aquáticos e o elemento responsável pelo processo de eutrofização de suas águas, o que, em escala mais crítica, poderia inviabilizar os seus diversos usos. O fósforo na água apresenta-se principalmente nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico. Os ortofosfatos são diretamente disponíveis para o metabolismo biológico. As principais fontes de fósforo são os esgotos domésticos e industriais ou os insumos agrícolas.

Como resposta imediata do enriquecimento em nutrientes (fósforo e nitrogênio) ocorre o crescimento de algas microscópicas representantes da comunidade fitoplanctônica. A **clorofila-a** é uma variável que mede indiretamente a quantidade de algas presentes na água. Serve como um indicativo da produtividade do sistema, podendo ser associada ao enriquecimento do ambiente por insumos agrícolas. Em sistemas de abastecimento, a presença de determinada alga pode gerar algum nível de toxicidade.

Finalmente, **metais pesados** como mercúrio, cobre, chumbo e cádmio estão presentes em águas naturais em concentrações extremamente baixas. No entanto, sua ocorrência em níveis mais elevados pode estar associada à presença de defensivos agrícolas. Esses elementos são bastante tóxicos e cumulativos biologicamente.

2.1.5 Impactos do lançamento de substâncias tóxicas aos ecossistemas aquáticos

Uma enorme variedade de poluentes afeta corpos d'água que recebem lançamentos de efluentes domésticos, industriais e agrícolas. Os lançamentos de poluentes tóxicos associados à agricultura e silvicultura podem ser indiretos através do escoamento e drenagem de inseticidas e herbicidas aplicados nos ecossistemas terrestres, ou através dos resíduos de pesticidas de containers derramados em córregos e lagoas. Podem ocorrer ainda pelo lançamento direto de produtos químicos tóxicos para o controle de determinados membros das comunidades aquáticas, como é o caso dos herbicidas e inseticidas empregados para controle de plantas aquáticas e larvas de insetos, mas que afetam outros organismos das comunidades aquáticas (Mason, 1994).

A toxicidade dos poluentes varia e pode ser classificada em aguda, quando se refere a uma grande dose do poluente de curta duração, e em crônica, quando a dose é baixa, mas por um longo período de tempo. No primeiro caso o efeito é geralmente letal, ou seja causa a morte por ação direta, e no segundo pode ser tanto letal quanto subletal.

Determinados metais, elementos radioativos, pesticidas, herbicidas e outros compostos liberados no meio ambiente alcançam níveis que ameaçam a saúde humana, a fauna e flora e os processos do ecossistema. Estudos de reciclagem e transformação de contaminantes tóxicos nos ecossistemas são necessários para determinar a velocidade dos processos de captura e degradação destas substâncias pelo ecossistema, onde e quando as suas concentrações se tornam mais elevadas e preocupantes, e que níveis de descarga são toleráveis.

Os princípios básicos da reciclagem de contaminantes tóxicos são os mesmo da reciclagem de nutrientes. No entanto, alguns contaminantes, incluindo elementos metálicos e compostos orgânicos podem se acumular em grandes concentrações nos organismos via **biomagnificação**. Este processo aumenta a concentração do contaminante à medida que ele passa através da cadeia alimentar. Os produtores primários recebem o contaminante através de absorção ativa ou mecanismos químicos passivos. Os herbívoros consomem os produtores e retêm os contaminantes muito mais eficientemente do que eles reteriam carbono ou nutrientes. A cada passo de consumo a concentração do contaminante na biomassa do consumidor é magnificada (Carpenter, 1998).

O Mercúrio é um metal biomagnificado com grande espectro de contaminação de ecossistemas. O mercúrio ocorre naturalmente no seu estado oxidado que não é disponível para os organismos. As suas taxas de liberação para o meio ambiente são bastante aumentadas pela queima de carvão e alguns outros processos industriais nos quais o mercúrio é reduzido à forma elementar ou a compostos reativos como cloreto de mercúrio. Em ambientes anóxicos, um grupo metil é adicionado ao átomo de mercúrio dissolvido para formar o metil mercúrio. O metil mercúrio apresenta mobilidade, é bioquimicamente reativo e biomagnificável. Ele se acumula nos músculos dos peixes e demais representantes da fauna silvestre bem como no homem, em níveis que podem ser tóxicos.

Contaminantes organoclorados são exemplos de compostos orgânicos que são biomagnificados. Apesar de traços de compostos organoclorados existirem naturalmente, a maioria dos contaminantes organoclorados existentes no planeta é oriundo da fabricação industrial humana. Alguns dos compostos organoclorados, incluindo pesticidas como o DDT, lubrificantes como as Bifenilas Policloradas (PCBs) e muitos subprodutos de processos químicos são biomagnificados em depósitos de gorduras, podendo atingir concentrações tóxicas em peixes, mamíferos, aves e no próprio homem. Estes compostos têm taxas de degradação e excreção extremamente baixas nos organismos, e uma taxa de decomposição em detritos igualmente bastante lenta. Doenças como câncer e problemas reprodutivos em seres humanos podem estar associados a efeitos tardios dos organoclorados, os pesticidas de maior persistência no meio ambiente (Nunes & Tajara, 1998).

O ciclo de compostos organoclorados em lagos contaminados é dirigido pela reciclagem do sedimento e as trocas com a atmosfera. Similarmente, os PCBs são degradados muito lentamente e podem permanecer ligados aos sedimentos. A entrada dos PCBs na cadeia alimentar se faz através da sua absorção pelo fitoplâncton, que concentra o PCB numa taxa 100.000 vezes maior do que aquela encontrada na água, devido à alta solubilidade do PCB nos lipídeos do fitoplâncton. As suas concentrações aumentam mais ainda através da transferência para o zooplâncton, peixes forrageiros e piscívoros, sendo que neste último atingem níveis vários milhões de vezes maiores do que aqueles da água. A restrição ao consumo de peixe é feita acima de concentrações de 2 mg/kg.

Existem hoje evidências consideráveis de que alguns metais pesados e organoclorados podem causar danos à saúde humana nos níveis que são encontrados no meio ambiente. Estes são poluentes conservativos, no sentido em que não se

degradam ou se degradam numa escala de tempo muito longa, resultando em adições permanentes aos ecossistemas aquáticos. Eles se acumulam nos organismos e alguns também podem se biomagnificar na cadeia alimentar. A principal rota de absorção para muitos organismos aquáticos é diretamente através da água, sendo que a concentração nos seus tecidos pode refletir a concentração na água. No entanto, no caso dos carnívoros que ocupam o topo da cadeia alimentar, a forma de absorção destas substâncias poluentes é através do seu alimento, o que aumenta muito as chances de haver biomagnificação.

2.2 LEGISLAÇÃO APLICADA AOS RECURSOS HÍDRICOS

Além dos requisitos de qualidade, que traduzem de uma forma generalizada e conceitual a qualidade desejada para a água, há a necessidade de se estabelecer também os padrões de qualidade por um suporte legal. Os padrões devem ser cumpridos, por força da legislação. Da mesma forma que os requisitos, também os padrões são função do uso previsto para a água.

A Resolução CONAMA nº 20, de 18/06/86, dividiu as águas do território nacional em águas doces (salinidade < 0,05%), salobras (salinidade entre 0,05 % e 3 %) e salinas (salinidade > 3%). Em função dos usos previstos, foram criadas nove classes. A **Tabela 2.1** apresenta um resumo dos usos preponderantes das classes relativas à água doce, em que a Classe Especial pressupõe os usos mais nobres, e a Classe 4, os menos nobres.

A cada uma dessas classes corresponde uma determinada qualidade a ser mantida no corpo d'água. Esta qualidade é expressa na forma de padrões, através da referida Resolução CONAMA. Além dos padrões de qualidade dos corpos receptores, a referida Resolução apresenta ainda padrões para o lançamento de efluentes nos corpos d'água, bem como padrões de balneabilidade.

Segundo a legislação federal, as águas superficiais serão consideradas de Classe 2, enquanto não forem efetivadas seus enquadramentos, como é o caso dos cursos d'água da região em estudo.

Assim, em todos os trechos, lagos, canais, deverão ser alcançados e/ou mantidos níveis de qualidade de água que assegurem os usos preponderantes desta classe. São eles:

- ao abastecimento doméstico após tratamento convencional;
- à proteção de comunidades aquáticas;
- à recreação de contato primário;
- à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;
- à criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana.

Desta forma, esses estudos serão conduzidos considerando como arcabouço legal a Resolução CONAMA nº 20, cuja cópia encontra-se no item nº 7. Adicionalmente, para algumas substâncias pesticidas detectadas em campo e não previstas na referida Resolução, considerar-se-á a legislação disponível em outros países, já que pela antigüidade desta lei e pela velocidade do aparecimento de novas substâncias biocidas, já se espera que a Resolução CONAMA nº 20 não contemple todas elas.

Tabela 2.1. Classificação das águas doces em função dos usos preponderantes:

Uso	Classe				
	Especial	1	2	3	4
Abastecimento doméstico	X	X (a)	X (b)	X (b)	
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas	X				
Recreação de contato primário		X	X		
Proteção das comunidades aquáticas		X	X		
Irrigação		X(c)	X(d)	X(e)	
Criação de espécies (aquicultura)		X	X		
Dessedentação de animais				X	
Navegação					X
Harmonia paisagística					X
Usos menos exigentes					X

Notas: (a) após tratamento simples; (b) após tratamento convencional; (c) hortaliças e frutos rentes ao solo; (d) hortaliças e plantas frutíferas; (e) culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras.

Fonte: CONAMA (1986)

2.2.1 Índice de Qualidade da Água

Conforme já descrito, os corpos hídricos brasileiros são classificados segundo seus usos preponderantes, sendo que a Resolução CONAMA nº 20 enquadra as águas em diferentes classes. Na maioria dessas classes um dos usos contemplados é a proteção das comunidades aquáticas.

O conhecimento da quantidade e qualidade dos recursos hídricos é essencial ao seu manejo. Nesse sentido é conveniente a existência de um índice demonstrativo da qualidade das águas que possa servir como informação básica para o público em geral e, também, para o gerenciamento ambiental. Desta forma propõe-se a utilização de um índice de qualidade que dê uma visão gerencial integrada dos recursos hídricos da região em estudo.

Diversos índices de qualidade da água têm sido propostos desde a década de 70, e consideram parâmetros físicos-químicos similares, sendo a principal diferença entre eles a forma estatística de integrar e interpretar essas variáveis, conforme mostrado na **Tabela 2.2**. É importante notar que tais índices não abordam aspectos básicos de Ecotoxicologia Aquática. Nesse sentido, sabe-se hoje que milhares de substâncias potencialmente tóxicas são lançadas no ambiente e a maioria dos índices existentes não contempla sequer as substâncias mais comuns. No trabalho desenvolvido por House & Ellis *apud* Zagatto *et al* (1999), embora tenham sido considerados diferentes grupos de substâncias tóxicas, o resultado do índice não foi satisfatório devido à metodologia de cálculo escolhida, a qual resulta na atenuação/diluição dos valores das variáveis, quando interpretadas conjuntamente.

A **Tabela 2.2** apresenta, de forma resumida, os principais índices desenvolvidos e utilizados para a caracterização da qualidade da água.

O método mais utilizado no Brasil desde 1977 é o da CETESB, que adota um índice para avaliar a qualidade das águas brutas para fins de abastecimento público (IQA), adaptado da National Sanitation Foundation dos EUA (CETESB, 1993), no qual nove parâmetros foram utilizados (oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes fecais, nitrogênio total, fósforo total, temperatura, turbidez, resíduo total e pH). O IQA adotado estabeleceu cinco categorias de qualidade de água, que permitem classificá-las em: Excelente, Boa, Aceitável, Ruim e Péssima, para tratamento convencional. Apesar da proteção das comunidades aquáticas ser um dos usos previstos na legislação vigente, o IQA não foi criado com esta finalidade. Portanto, tal índice apresenta limitações ao não contemplar a presença de substâncias tóxicas para organismos aquáticos. Além disso, os limites estabelecidos para os nutrientes, no IQA, não avaliam adequadamente o processo de eutrofização.

Tabela 2.2. Parâmetros utilizados nos diferentes índices de qualidade de água:

Parâmetros	Fonte
pH, OD, condutividade, coliformes, cloretos, alcalinidade, substâncias extraídas com clorofórmio.	Horton (1965)
pH, OD, coliformes fecais, DBO, nitrato, fosfato, temperatura, turbidez, sólidos totais.	Brown <i>et al</i> (1970)
pH, OD, carbono orgânico dissolvido, sólidos em suspensão, amônia, nitrato, cloreto, ferro, manganês, surfactantes.	Prati <i>et al</i> (1971)
OD, DBO, N-amoniaco, sólidos em suspensão.	Ross (1977)
pH, OD, N-amoniaco, N-total, coliformes, fosfato, sólidos em suspensão, condutividade, temperatura	Bolton <i>et al</i> (1978)
pH, OD, DBO, N- amoniaco, nitrato, coliformes, cloretos, sólidos em suspensão, metais, temperatura, hidrocarbonetos, pesticidas, fenóis, cianetos.	House & Ellis (1987)
pH, OD, DBO, turbidez, temperatura, amônia, coliformes.	Smith (1989)
pH, OD, DBO, temperatura, amônia, nitrato, sólidos em suspensão, cloretos.	Tyson & House (1989)
pH, OD, DBO, sólidos em suspensão, turbidez, temperatura, coliformes.	Smith (1990)
pH, OD, DBO, coliformes, N-amoniaco, P- total, resíduo total, turbidez, temperatura.	CETESB (1993)

Fonte: Zagatto *et al* (1999)

Em 1995, no XXVI Congresso da Sociedade Internacional de Limnologia foi apresentada uma proposta de um novo índice de qualidade de água (IPCA), com o objetivo de estabelecer uma classificação de qualidade da água para proteção das comunidades aquáticas (Zagatto *et al*, 1998). Nesse índice, além das análises químicas convencionais, foi incluído o resultado do teste de toxicidade crônica com o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*, o qual pode detectar a presença, ausência, interações e a biodisponibilidade de substâncias em concentrações capazes de causar efeito tóxico sobre a reprodução e/ou sobrevivência dos organismos. Assim, a análise conjunta dos parâmetros físicos-químicos e ecotoxicológicos permite a determinação de um Índice que avalia a qualidade das águas com vistas à Proteção das Comunidades Aquáticas (IPCA).

Posteriormente esse índice foi modificado passando a incluir a avaliação da eutrofização, através da análise de clorofila-a, passando a ser denominado IPMCA (Índice de Parâmetros Mínimos para a Proteção das Comunidades Aquáticas). Este índice está sendo aplicado no Estado de São Paulo pela CETESB, o qual será adaptado e aplicado nos estudos em desenvolvimento.

Assim, seguindo a metodologia desenvolvida por Zagatto *et al* (1998), modificada por Zagatto *et al* (1999), e adaptada especificamente para o presente estudo, a

interpretação conjunta dos resultados das análises físico-químicas, metais pesados e pesticidas, dos testes de toxicidade e das análises de clorofila, permitirá estabelecer diferentes classes de qualidade de água, expressas através do IVA (índice de Proteção da Vida Aquática) que é composto dos seguintes índices:

a) Índice de Parâmetros Mínimos para Proteção das Comunidades Aquáticas (IPMCA):

Este índice é composto por dois grupos de parâmetros: grupo de substâncias tóxicas (cobre, zinco, chumbo, mercúrio, cádmio e pesticidas em água/sedimento) e grupo de parâmetros essenciais (análise de oxigênio dissolvido, pH e de toxicidade).

Para cada parâmetro analisado foram estabelecidos três diferentes níveis, para os quais foram feitas as ponderações numéricas de 1, 2, e 3.

Os níveis de ponderações 1 correspondem aos padrões de qualidade de água estabelecidos pela legislação CONAMA nº 20. Já os níveis relativos às ponderações 2 e 3 foram obtidos das legislações americana (EPA, 1991 *apud* Zagatto *et al*, 1999) e francesa (Code Permanent: Environnement et Nuisances, 1986), as quais estabelecem limites máximos permissíveis de substâncias químicas na água, para evitar efeitos crônicos e agudos à biota aquática.

Em termos ambientais, essas ponderações têm o seguinte significado:

Ponderação 1: Águas com características necessárias para manter a sobrevivência e a reprodução dos organismos aquáticos.

Ponderação 2: Águas com características necessárias para a sobrevivência dos organismos aquáticos, porém a reprodução pode ser afetada a longo prazo.

Ponderação 3: Águas com características que podem comprometer a sobrevivência dos organismos.

Neste IPMCA o peso maior é dado aos parâmetros essenciais, pois o pH e OD são considerados fatores determinantes à manutenção da vida aquática e podem ser facilmente alterados com a introdução de poluentes na água. O parâmetro toxicidade, resultado do teste crônico com *Ceriodaphnia dubia*, também é um parâmetro essencial, pois detecta a presença de substâncias químicas disponíveis na amostra e que podem ou não estar contempladas no grupo de substâncias analisadas quimicamente.

Dadas as ponderações para os parâmetros em uma amostra de água, o IPMCA é calculado da seguinte forma:

$IPMCA = PE \times ST$, onde:

PE = valor da maior ponderação do grupo dos parâmetros essenciais;

ST = valor médio das três maiores ponderações do grupo de substâncias tóxicas.

Utilizando essa metodologia, os valores do IPMCA podem variar de 1 a 9. Para efeito de classificação das águas o IPMCA é subdividido em quatro níveis, como seguem (ver **Tabela 2.3**):

Valor do IPCA = 1 (qualidade de água Boa): Todos os parâmetros essenciais devem ter, no máximo, ponderação 1. Para o grupo de substâncias tóxicas, admite-se que apenas um dos parâmetros tenha a ponderação 2, ou seja, ultrapasse os padrões da qualidade da água. Esse critério foi adotado considerando-se que, mesmo que uma das substâncias tóxicas esteja acima do padrão da qualidade da água, ela não está disponível para causar efeitos adversos aos organismos aquáticos, visto que o teste de toxicidade (grupo de parâmetros essenciais) não evidencia qualquer tipo de efeito tóxico.

Valor de IPCA = 2 (qualidade de água Regular): Admite-se que um dos três parâmetros essenciais tenha ponderação de, no máximo, 2 desde que a média das ponderações do grupo de substâncias tóxicas seja 1. No caso de ponderação 2 para a média do grupo de substâncias tóxicas, os parâmetros essenciais devem ter ponderação 1.

Valor de IPCA = 3 e 4 (qualidade de água Ruim): Quando qualquer um dos parâmetros essenciais atingir a ponderação 3, desde que o grupo de substâncias tóxicas apresente ponderação 1; ou ponderação 2 para esse grupo e valor médio 2 para o grupo de substâncias tóxicas; ou ponderação 1 para o grupo de parâmetros essenciais e valor 3 para o grupo de substância tóxicas.

Valor de IPCA > 6 (qualidade de água Péssima): Quando um dos três parâmetros tiver ponderação de, no máximo 2, e que a média das ponderações do grupo de substâncias tóxicas seja de no mínimo 3 ou, 3 para o grupo dos essenciais e média igual ou maior do que 2 para o grupo de substâncias tóxicas.

Tabela 2.3. Níveis de Classificação da água pelo IPMCA:

IPMCA	Classificação da água
1	Boa
2	Regular
3 e 4	Ruim
> 6	Péssima

b) Índice do Estado Trófico (IET)

O IET tem por finalidade classificar os corpos d'água em diferentes graus de trofia ou seja, avaliar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes.

O Índice de Estado Trófico utilizado foi o de Carlson modificado por Toledo (1990) que, baseando-se em dados de diferentes reservatórios do Estado de São Paulo, fez alguns ajustes na fórmula original, com o intuito de caracterizar o estado trófico de águas utilizando os parâmetros transparência, fósforo total, ortofosfato e clorofila-a.

O IET a ser utilizado no cálculo do IVA será composto apenas pelo índice do estado trófico de fósforo total (IET_p) e o índice do estado de clorofila-a (IET_{ci}).

De acordo com os diferentes valores de IET as águas podem ser classificadas em: oligotrófica, mesotrófica, eutrófica e hipereutrófica, para os quais são dados valores de classes de IET de 1 a 4 respectivamente.

A **Tabela 2.4**, a seguir, apresenta a classificação do estado trófico segundo o índice de Carlson, modificado.

Tabela 2.4. Classificação do estado trófico segundo o índice de Carlson, modificado:

Critério	Estado trófico	Classes do IET
$IET \leq 44$	Oligotrófico	1
$44 < IET \leq 44$	Mesotrófico	2
$54 < IET \leq 74$	Eutrófico	3
$IET > 74$	Hipereutrófico	4

Cálculo do IVA (Índice para proteção da vida aquática)

O IPMCA e o IET irão compor, portanto, o IVA, que deve ser calculado segundo a equação:

$$IVA = (IPMCA \times 1,2) + IET$$

Assim, em função dos valores obtidos para o IVA, a qualidade das águas poderá ser dividida em cinco classes, descritas na **Tabela 2.5** a seguir:

Tabela 2.5. Classificação da qualidade da água pelo IVA:

Valores do IVA	Qualidade da água
2,2	Ótima
3,2	Boa
$3,4 \leq IVA \leq 4,4$	Regular
$4,6 \leq IVA \leq 6,8$	Ruim
$IVA > 7,6$	Péssima

No presente estudo a qualidade de águas da área estudada será indicada por classes de qualidade, sendo representadas através de cores, sendo: ótima = azul; boa = verde; regular = amarelo; ruim = vermelho e péssima = preto.

2.3 CARACTERIZAÇÃO DOS AGROTÓXICOS

2.3.1 Introdução

De acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), são consideradas pragas ou pestes, de um modo geral, os animais, plantas ou patógenos que causam dano ou incômodo aos seres humanos e seus animais, lavouras ou bens (FAO, 1985). Neste trabalho são considerados apenas as pragas ou pestes que afetam a agricultura e florestas, ou seja, insetos, plantas daninhas e patógenos.

Insetos: Embora existam aproximadamente um milhão de espécies conhecidas no mundo, somente cerca de 50% se alimentam de plantas. Destes, entre 150 e 200 espécies freqüentemente causam sérios danos às culturas. A maioria dos insetos é benéfica aos seres humanos.

Plantas daninhas: As plantas, de uma maneira geral, são consideradas daninhas quando: (a) interferem com o uso da terra e recursos aquáticos; (b) se desenvolvem onde são desejadas outras plantas; (c) reduzem a produtividade e a qualidade das culturas; (d) são tóxicas aos animais das fazendas; e (e) abrigam insetos daninhos, roedores nocivos e doenças de plantas.

Patógenos: Patógenos vegetais são microorganismos que vivem e causam doenças nas plantas hospedeiras. Os três maiores grupos de patógenos vegetais são as viroses, bactérias e fungos. Os nematóides podem ser também classificados como patógenos.

Perdas de colheitas devidas a pragas ou pestes no Brasil variam de acordo com a cultura, o clima, as práticas culturais e outras variáveis. Em média, os efeitos combinados das pragas causam entre 30 e 60% de perdas, podendo chegar até 100% se o ataque de pragas é severo. Portanto, é essencial que as pragas sejam controladas para que os danos às culturas sejam minimizados.

Uma variedade de métodos, incluindo biológico, resistência, cultural, mecânico, físico, regulatório e químico, ou qualquer combinação desses métodos, pode ser usada para controlar pragas ou pestes. Os métodos adotados pelos fazendeiros e outros dependem do custo do controle, tipo de cultura, nível de tecnologia, disponibilidade de pesticidas e condições ambientais. Um sumário das medidas de controle disponíveis é apresentado na **Tabela 2.6**.

2.3.2 Pesticidas

Os pesticidas são substâncias que destroem, repelem ou oferecem proteção contra pragas ou pestes. Os pesticidas incluem inseticidas, acaricidas, fungicidas, herbicidas, nematicidas, dessecantes e fumigantes.

Pesticidas feitos pelo homem a partir de substâncias naturais ou produtos químicos inorgânicos têm sido usados ao longo dos séculos. O desenvolvimento, produção e uso de pesticidas orgânicos começou na década de 1930, com a descoberta das propriedades inseticidas do DDT e herbicidas do 2,4-D, seguido pela descoberta de inseticidas fosforados.

Tabela 2.6. Sumário de medidas disponíveis de controle de pragas ou pestes:

Medidas de controle	Insetos nocivos	Plantas daninhas	Patógenos
A. Controle biológico	Uso de predadores e parasitas disponíveis	Usado contra algumas plantas perenes	Não exeqüível no momento
B. Resistência	Uso moderado	Não disponível	Usado amplamente
C. Métodos culturais	Plantio simultâneo, culturas armadilhas, sanidade	Remoção de plantas daninhas	Plantio simultâneo, culturas armadilhas, sanidade
D. Métodos mecânicos e físicos	Uso de insetos armadilhas, uso de temperaturas extremas e outros	Arranquio a mão, cultivos entre-linhas	Queimadas
E. Controle regulatório	Amplamente utilizado para pragas de produtos armazenados	Não exeqüível	Não exeqüível
F. Métodos químicos	Uso de inseticidas	Uso de herbicidas	Uso de fungicidas
G. Manejo integrado	Amplamente utilizado	Uso moderado	Uso moderado

Muitos benefícios resultaram do uso de pesticidas, incluindo aumento na produtividade e eficiência na produção de alimentos e fibras. Hoje, os pesticidas são uma ferramenta importante na tecnologia agrícola. Pelo menos num futuro previsível, a crescente demanda mundial por alimentos, forragens, fibras e produtos de florestas, além de um alto padrão de vida, saúde pública e conforto humano, não podem ser alcançada sem o uso de pesticidas.

Entretanto, os pesticidas são por natureza tóxicos a uma ou mais formas de vida. A maioria dos pesticidas é, infelizmente, tóxico não somente à praga ou pragas, contra as quais eles são usados, mas também contra outros organismos. Efeitos colaterais indesejáveis provocados pelos pesticidas têm sido registrados nos últimos anos, como

danos a organismos não visados, contaminação ambiental por pesticidas persistentes que tendem a acumular e magnificar biologicamente em cadeias alimentares aquáticas e terrestres. Além disso, um número crescente de pragas, especialmente insetos e ácaros, e mais recentemente plantas daninhas, têm desenvolvido resistência aos pesticidas; e organismos que não eram originalmente de importância econômica têm se tornado um sério problema. Possíveis efeitos de longa exposição a baixos níveis de pesticidas sobre muitas formas de vida, inclusive a humana, têm se tornado também uma preocupação constante.

2.3.3 Desenvolvimento e regulamentação de pesticidas

Muitos produtos químicos são originários do trabalho de síntese nos laboratórios de companhias industriais. Candidatos promissores são selecionados em testes realizados em laboratórios e casas de vegetação, sobre insetos, plantas daninhas, organismos causadores de doenças e outras pragas. Compostos que se mostram promissores nestes testes são levados para o campo, para mais investigação, agora sob reais condições de uso.

Além destes testes de eficácia, o candidato a pesticida deve passar por vários testes químicos, físicos, analíticos, toxicológicos, fisiológicos e econômicos, antes de se tornar um produto comercial. Por meio destes testes são desenvolvidas formulações adequadas, embalagens e métodos de análises de controle de qualidade e para a determinação de resíduos; são determinadas toxicidades crônicas e agudas dos produtos químicos e as necessárias precauções de segurança; e são ainda determinadas a natureza e quantidade de resíduos nas culturas tratadas.

Dentre os testes toxicológicos, são realizados experimentos de toxicidade aguda, utilizando-se várias espécies de organismos. Os testes de toxicidade aguda avaliam o efeito de uma exposição única a doses elevadas de pesticidas que são administrados por via oral (alimentação), inalatória e dérmica. Nesses testes são calculados os valores da Dose Letal (DL_{50}) e Concentração Letal (CL_{50}). Os valores de DL_{50} e CL_{50} são expressos em mg de pesticida por kg de peso de corpo animal (mg/kg), ou por mg de pesticida por litro de ar ou água, no caso do CL_{50} e representam a dose ou concentração de um pesticida produzirá 50% de mortalidade entre as cobaias testadas (peixes, pássaros, ratos e outros). Já os testes de toxicidade crônica são realizados com doses não letais e avaliam em animais (ratos e cães) os efeitos de uma exposição contínua e prolongada a pesticidas que são ingeridos na alimentação. Com base nesses testes é estabelecido o valor do IDA (Ingestão Diária Aceitável), que é

extrapolado para seres humanos considerando a presença de resíduos de pesticidas em uma dieta padrão. O IDA é dado por mg de ingrediente ativo/massa corpórea/dia. Informações mais detalhadas e uma discussão sobre esse tema podem ser obtidos em trabalho recente realizado pela Universidade de Brasília, onde foram avaliados riscos crônicos da ingestão de resíduos de pesticida na dieta brasileira (Caldas & Souza, 2000).

No Brasil, a Lei 7802, de 11 de julho de 1989, regulamentada pelo Decreto nº 98816, de 11 de janeiro de 1990 (Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1998) determina que os pesticidas devem ser registrados de acordo com a lei a fim de que possam ser pesquisados, produzidos, exportados, importados, comercializados ou utilizados. A lei estabelece também normas rígidas para embalagem, rotulagem, transporte, armazenamento, propaganda comercial e destino final de resíduos e embalagens (ver legislação no item nº 7).

Para efeito de registro o interessado deverá fornecer ao órgão federal responsável pelo registro, todas as informações requeridas, de acordo com as diretrizes e exigências dos órgãos federais responsáveis pelos setores de saúde, do meio ambiente e da agricultura. Após a análise das informações enviadas, o registro será concedido se forem atendidas as condições, as exigências e os procedimentos solicitados pelos três setores acima indicados.

Apesar de todos os cuidados, o uso de pesticidas na prática agrícola moderna tem resultado em impactos ambientais ainda não completamente conhecidos. Alguns efeitos nocivos aos ecossistemas têm sido registrado em certas partes do mundo. Cerca de 2,5 milhões de toneladas de pesticidas (herbicidas, fungicidas e inseticidas) são lançados por ano nas áreas agrícolas do mundo (Pesticide News, 1990).

2.4 IMPACTOS DE FERTILIZANTES SOBRE OS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS

As fontes potenciais de nitrogênio e fósforo podem ser naturais, tais como drenagem de pântanos e florestas, erosão do solo, águas pluviais, fixação biológica do nitrogênio e reciclagem dos sedimentos, ou antropogênicas, como por exemplo, a drenagem de áreas agrícolas, pastos, esgotos domésticos e industriais (Jorgensen & Vollenweider, 2000).

Em muitas situações, a atividade agrícola pode ser considerada como uma das principais fontes de fósforo e nitrogênio para ecossistemas. As perdas de nutrientes a

partir de terras cultivadas podem ocorrer principalmente de duas maneiras: por lavagem da parte superior do solo após as primeiras chuvas, e por lavagem e percolação de nutrientes solúveis, principalmente nitrogênio, que atingem o lençol freático. Segundo cálculo para solos europeus, perde-se em áreas agrícolas fertilizadas de 16 a 25% de nitrogênio e 0,7 a 1,4% de fósforo, a maior parte dos quais atinge os corpos d'água lacustres (Esteves, 1998).

Antes mesmo de atingirem os ecossistemas aquáticos, os fertilizantes químicos têm os seus primeiros efeitos ecológicos adversos sobre os solos onde foram aplicados (Bashkin, 1989). Um grande número de estudos realizados principalmente em regiões temperadas, possibilitou verificar que o uso de fertilizantes minerais (PK, NPK, etc) reduz a atividade biológica do solo e a estabilidade de agregados (Kandeler & Eder, 1990), inibe a decomposição de celulose (Beznosikov *et al*, 1990), levando à deterioração da estrutura do solo e à compactação dos horizontes do subsolo (Sapozhnikov, 1995). Mesmo no caso de aplicação de dosagens recomendadas de fertilizantes minerais, pode ocorrer o acúmulo de substâncias tóxicas no sistema radicular da espécie cultivada (Mineyev & Rempe, 1996; Rempe & Kovalenko, 1996), como por exemplo, formas móveis de metais pesados (Nosko, 1996).

Como resultado do processo de infiltração nos solos, os compostos ativos dos fertilizantes minerais, especialmente o nitrato, atingem as águas subterrâneas (Hudak & Blanchard, 1997). Conforme sugerido por Exner & Spalding (1979), cerca de 50% dos compostos nitrogenados dos fertilizantes infiltram para o reservatório de águas subterrâneas. Em áreas agrícolas na Polônia onde foi aplicado NPK numa dosagem de 300 kg/ha, os teores de nitrato no lençol freático atingiram valores de 12,6 mg/l, excedendo assim o limite de água para consumo humano (Margowski & Bartoszewicz, 1977). Já em áreas agrícolas da Grécia, as concentrações de nitrato nas águas superficiais e subterrâneas encontram-se frequentemente acima do limite de 25 mg/l, estabelecido pela Comunidade Européia (Theocharopoulos *et al*, 1993). Na Alemanha, estimou-se que quase 60% do nitrogênio e 47% do fósforo aportado em águas superficiais no ano de 1989, originava-se de fontes não-pontuais, das quais a agricultura contribuía com 80 a 85% do N e P difusos (Werner & Wodsak, 1994). Segundo Frede (1996), cerca de 57% do nitrogênio e 39% do fósforo que entraram em águas da Alemanha em 1994 originaram-se da agricultura.

Os teores naturais de compostos nitrogenados nos ecossistemas aquáticos são geralmente baixos, não ultrapassando 0,2 mg/l para nitrato e amônia. Enquanto aumentos acentuados nas concentrações de amônia caracterizam poluição por esgotos

domésticos, fezes animais e efluentes industriais, as elevações nas concentrações de nitrato encontram-se normalmente associadas à aplicação de fertilizantes minerais na bacia de drenagem (Straskraba & Tundisi, 1999).

Como consequência principal dos compostos nitrogenados e fosfatos provenientes dos fertilizantes minerais atingirem os ecossistemas aquáticos, destaca-se o estímulo imediato ao processo de eutrofização. Conforme já discutido, o enriquecimento acentuado em nutrientes acelera o metabolismo do ecossistema, afetando toda a sua cadeia alimentar e comprometendo a qualidade da água para grande parte dos seus usos previstos (Esteves, 1998).

Além disso, a aplicação excessiva de fertilizantes em países desenvolvidos também leva a um aumento do processo de salinização. Na República Tcheca, por exemplo, a tendência de aumento da concentração de nitrato de origem agrícola é acompanhada por uma elevação permanente nos teores de sais totais, o que altera a densidade da água e subseqüentemente afeta as suas condições de fluxo e mistura em lagos e reservatórios (Straskraba & Tundisi, 1999).

As seguintes práticas agrícolas (“Best Management Practices” – BMP) são recomendadas para a redução da lavagem e carreamento de fertilizantes das áreas agrícolas para os ecossistemas aquáticos (Straskraba & Tundisi, 1999):

- Evitar o uso de fertilizantes e as práticas agrícolas que induzem o processo erosivo numa faixa de proteção ao redor do corpo d’água
- Proteger as florestas e matas do entorno ou criar zonas de proteção com áreas florestadas
- Limitar o uso de fertilizantes nitrogenados a quantidades que não excedam 100 kg/ha/ano
- Distribuir as dosagens de fertilizantes principalmente durante períodos de mais rápido crescimento
- Usar formas de fertilizantes de liberação mais lenta (pellets)
- Minimizar o tempo durante o qual as áreas agrícolas fiquem desvegetadas
- Não aplicar fertilizantes em solos congelados ou desnudos de vegetação

No que se refere especificamente ao acúmulo de nitrato nas águas subterrâneas, as práticas de manejo agrícola recomendadas incluem a irrigação programada, fertilização baseada em testes de solo calibrados, práticas de colheita e taxa de adubação recomendadas (Power & Schepers, 1989).

Além disso, segundo Ryszkowski & Bartoszewicz (1989), barreiras bioquímicas como florestas e áreas vegetadas no entorno de corpos d'água podem reduzir as concentrações de nitrato nas águas subterrâneas por representarem pontos obrigatórios de passagem dos nutrientes resultantes de aplicações de fertilizantes minerais nas áreas adjacentes. No entanto, apesar das zonas vegetadas de entorno dos corpos d'água funcionarem como um sistema tampão de prevenção contra o carreamento excessivo de fertilizantes, uma quantidade apreciável de nutrientes oriundos da aplicação de fertilizantes pode atingir os rios, lagos e represas através de processo de infiltração no solo e drenagem subterrânea (Straskraba & Tundisi, 1999).

Uma tendência futura no esforço para controle do aporte de nitrogênio via fertilizantes é representada pela opção de cultivo de vegetais fixadores de nitrogênio, levando ao uso muito mais controlado de compostos nitrogenados, conforme tem ocorrido em países como o Brasil (Dolbereiner *et al*, 1995).

2.5 IMPACTOS DE PESTICIDAS SOBRE OS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS

A aplicação de pesticidas resulta na liberação no ambiente de moléculas que iniciam uma série de reações químicas e biológicas, cujas repercussões são múltiplas, tanto em qualidade como em quantidade.

O potencial de dano ambiental destas moléculas é uma função de vários fatores, mas fundamentalmente da concentração e da exposição, que dependem das propriedades físico-químicas da molécula.

A concentração e exposição irão, por sua vez, depender de uma série de parâmetros, entre os quais, destacam-se:

- Liberação (“taxa de emissão”) no ambiente
- Mobilidade no ambiente
- Degradação abiótica e biótica
- Potencial de acumulação biótica e abiótica

Outros fatores também devem ser levados em consideração, tais como o modo de liberação no meio, condições geográficas / climáticas / meteorológicas e densidade populacional (micro-organismos, plantas, animais, seres humanos). Contudo, ainda hoje os modelos ambientais não são totalmente disponíveis. Portanto, a estimativa da

maior concentração ambiental tóxica possível deve ser usada para estabelecer limites na avaliação do potencial de dano ambiental de uma molécula.

O dano aos componentes bióticos de um ecossistema pode afetar as funções e a estrutura deste ecossistema. As funções incluem as relações complexas através do qual o ecossistema é mantido. Isto é possível, contudo, somente quando a base material, isto é, a estrutura própria deste sistema ecológico está presente. No funcionamento dos ecossistemas, as relações tróficas envolvendo energia e transferência de nutrientes são de importância fundamental.

Com respeito a isto, deve-se distinguir funcionalmente os organismos, uma vez que os desarranjos ambientais irão se manifestar como mudanças no número, na biomassa, nos nichos ou em ambos ao mesmo tempo. Efeitos biodepressivos (mortalidade, decréscimo no crescimento ou reprodução) e efeitos bioestimulatórios (eutrofização, migração, etc) também podem ser danosos.

A molécula será transportada do receptor (sistema biótico) na água, ar ou solo. Na avaliação dos efeitos potenciais de uma dada molécula, esta distinção assume grande importância ecotoxicológica, porque métodos utilizados para a avaliação do dano ambiental são diferentes. O transporte via cadeia alimentar é considerado separadamente por causa dos fenômenos específicos de biomagnificação e produção de metabólitos mais ou menos tóxicos.

Uma das maiores dificuldades em ecotoxicologia é decidir se uma determinada mudança observada é ecologicamente significativa ou não, e isto pode dificultar as extrapolações. Deve-se considerar a habilidade dos sistemas biológicos de reparação e adaptação a condições adversas. Mudanças ecologicamente irreversíveis são efeitos indesejáveis, enquanto que efeitos reversíveis podem ser tolerados sob certas circunstâncias. Um efeito na estrutura e função ao nível de comunidade pode ser considerado como um efeito indesejável.

2.5.1 Uso das propriedades físico-químicas na avaliação do potencial de dano ambiental

Liberação

A estimativa da taxa de emissão de uma dada molécula pode ser obtida a partir das quantidades comercializadas. É óbvio, entretanto, que o conhecimento das propriedades físico-químicas como estado físico, pressão de vapor, solubilidade em

água, densidade, tamanho de partícula, etc, permite prever os componentes do ecossistema que a substância pode afetar e a forma em que ela pode ser encontrada.

Mobilidade

A mobilidade da molécula no ambiente, vai ser dada pela habilidade desta substância se mover de um ponto a outro, basicamente por difusão, fluxo de massa ou ambos. Ela é determinada pelo comportamento de distribuição entre o ambiente (água, ar e solo) e o transporte dentro de cada compartimento. O conhecimento de parâmetros físico-químicos, tais como curva de pressão de vapor, solubilidade em água, adsorção/desorção, volatilidade a partir da solução aquosa, habilidade de formar complexos, densidade, tamanho das partículas, viscosidade no líquido e tensão superficial de soluções aquosas, permite uma estimativa da distribuição da molécula, entre o ar, água e solo, depois da liberação no meio. Portanto, o conhecimento das propriedades físico-químicas de uma nova molécula é de fundamental importância para a avaliação do seu provável impacto ambiental.

Degradação/Acumulação

O conhecimento da degradação físico-química, bem como do potencial de bioacumulação deve ser considerado juntamente com a estimativa da mobilidade. A taxa de degradação vai nos dar a meia-vida biológica da substância (permanência), parâmetro importante para estimar o potencial de dano ambiental. A qualidade da degradação, ou seja, a natureza da rota metabólica, fornecerá a possibilidade de previsão da produção de metabólitos terminais tóxicos.

As propriedades físico-químicas particularmente importantes, neste caso, são:

- coeficiente de partição n-octanol / água
- hidrossolubilidade
- lipossolubilidade
- grau de pureza da formulação
- espectro adsorção/dessorção
- constante de dissociação em água

Potencial de Periculosidade Ambiental (PPA) de pesticidas

A capacidade de uma dada molécula tornar-se um poluente perigoso para o ambiente foi definido por Weber (1975) como potencial de periculosidade ambiental

(PPA). O PPA é calculado através da multiplicação dos graus de mobilidade (1-3), longevidade (1-4), toxicidade (1-4) e biomagnificação (1-4). O menor valor de PPA será portanto $1 \times 1 \times 1 \times 1 = 1$ que corresponde a uma substância imóvel, rapidamente degradável, não perigosa e não acumulativa. O maior valor de PPA será de $3 \times 4 \times 4 \times 4 = 192$, correspondente ao de uma substância móvel, persistência maior que 18 meses, tóxica e altamente acumulativa. O 2,4-D, por exemplo, tem um PPA igual a 3 (mobilidade=3, longevidade=1, toxicidade=1 e biomagnificação=1), enquanto o paraquat tem um PPA igual a 12 (mobilidade=1, longevidade=4, toxicidade=3 e biomagnificação=1).

De acordo com a Portaria Normativa do IBAMA nº 84, de 15 de outubro de 1996, a classificação dos pesticidas quanto ao PPA baseia-se nos parâmetros bioacumulação, persistência, transporte, toxicidade a diversos organismos, potencial mutagênico, teratogênico e carcinogênico, obedecendo a seguinte graduação:

Classe I – Produto Altamente Perigoso

Classe II – Produto Muito Perigoso

Classe III – Produto Perigoso

Classe IV – Produto Pouco Perigoso

2.5.2 Revisão da literatura

Persistência no solo

Em geral, os pesticidas, nas doses de uso, não persistem no solo por um período maior que o ciclo da cultura para as quais são recomendados. A persistência de alguns pesticidas é apresentada na **Tabela 2.7**.

Estudo realizado na Itália revelou que quando foram utilizados os itens propriedades físico-químicas e persistência para indicar perigo ambiental de pesticidas no solo, dois produtos que estão sendo utilizados na região do Projeto Rio Formoso, o bentazon e o paraquat, foram considerados potencialmente perigosos, pela combinação de longa persistência no solo, alta solubilidade em água e baixa pressão de vapor (Halfon *et al*, 1996).

Em outro estudo recente realizado em Primavera do Leste (MT), diversos pesticidas utilizados na região foram classificados como de grande potencial de

contaminação do ambiente aquático, devido a sua grande mobilidade e persistência no ambiente (Dores & Lamonica-Freire, 2001).

Os pesticidas podem ser agrupados em não persistentes, moderadamente persistentes e persistentes. O tempo de persistência é o período necessário para um pesticida perder sua atividade, sob condições ambientais e quantidades normais aplicadas. Os pesticidas não persistentes estão caracterizados por perdurarem de 1 a 12 semanas; os moderadamente persistentes de 3 a 18 meses e os persistentes acima de 18 meses. Estes últimos incluem alguns virtualmente permanentes, porque não sofrem degradação.

Como exemplo de cada categoria, temos como importantes entre os **não persistentes**, os compostos organofosforados e os carbamatos. A maioria dos outros pesticidas (inclusive os herbicidas em geral) é considerada **moderadamente persistente** embora quase todos os organoclorados e os inorgânicos entrem no grupo dos **persistentes**. O grupo dos produtos permanentes inclui elementos tóxicos como o mercúrio, chumbo e arsenicais inorgânicos.

Tabela 2.7. Características gerais de alguns pesticidas:

Herbicida	Persistência no solo (dias)	Sorção no solo (K_{oc}) (ml/g)	Solubilidade em água (ppm)*	Pressão de vapor (mm Hg)
2,4-D	30	210	600	$5,5 \times 10^{-7}$
Acifluorfen	15-60	113-34	250 000	$7,6 \times 10^{-8}$
Azinphos-methyl	-	-	33	-
Bentazon	15-35	34	2 300 000	$<0,1 \times 10^{-7}$
BHC, dieldrin	1 100	-	-	-
Bispyribac	60	-	6 750	$1,0 \times 10^{-7}$
BPMC	10	-	P.A.	-
Carbaryl	3-5	-	120	-
Carbofuran	30-60	-	700	-
Chlorpyrifos	60	-	I.	-
Clethodim	2-3	-	5 520	$1,5 \times 10^{-6}$
Clordane	1 800	-	-	-
Cypermethrin	30-60	-	0,01-0,2	-
DDT	1 500	-	P.I.	-
Diazinon	80	-	P.I.	-
Disulfoton	30	-	-	-
Diuron	120-240	480	42	$6,9 \times 10^{-8}$
Heptacloro, aldrin	700	-	-	-
Imazamox	15	-	4 413	$<1,0 \times 10^{-7}$
Malation	10	-	145	-
Methamidophos	7-21	-	A.S.	-
Metsulfuron	30-120	35	9 500	$2,5 \times 10^{-12}$
Monocrotophos	10-20	-	M	-
Oxadiazon	60-180	3 200	0,7	$7,8 \times 10^{-7}$
Oxasulfuron	-	-	-	-
Oxyfluorfen	180	100 000	$<0,1$	$2,0 \times 10^{-6}$
Paraquat	-	1 000 000	Totalmente	$<10^{-5}$
Paration	10	-	55-60	-
Pendimethalin	90-180	17 200	0,3	$3,0 \times 10^{-5}$
Permethrin	30-60	-	I.	-
Phorate	15	-	P.S.	-
Phosphomidon	2	-	M	-
Propanil	3	149	500	$4,0 \times 10^{-5}$
Propanil / triclopir	20-45	20	430	126×10^{-6}
Quizalofop	1	0,4	510	$8,3 \times 10^{-10}$
Sethoxydin	4-11	100	4 700	$<10^{-6}$
Triazophos	14-35	-	33	-
Tridemorph	20-28	-	M	-
Trifluralin	180	7 000	0,3	$1,1 \times 10^{-4}$

* M= miscível em água; P.I.= praticamente insolúvel em água; I. Insolúvel em água; P.S.= pouco solúvel em água e A.S.= altamente solúvel em água

Fonte: Rodrigues & Almeida (1998) e Wauchope *et al* (1992)

Efeitos em invertebrados do solo

A avaliação da influência dos pesticidas na fauna do solo e sua função no ecossistema requerem o conhecimento da biologia destes organismos. O grupo de invertebrados presentes no solo é altamente heterogêneo. Podem ser classificados de acordo com o tamanho em: microfauna (< 0.2 mm), mesofauna (0.2 – 4mm) e macrofauna (> 4mm). Os artrópodos podem ser divididos em microartrópodos (< 2mm), mesoartrópodos (2 – 4mm) e macroartrópodos (> 4mm).

O grau de exposição destes organismos depende do modo como eles entram em contato com o pesticida aplicado. Este contato pode ser efetuado de três maneiras: contato direto com a superfície do corpo, ingestão e, para os pesticidas voláteis, difusão via tegumento ou órgãos respiratórios.

Existem diferenças acentuadas no grau de exposição, em função do nicho ecológico da espécie, do hábito alimentar e da mobilidade no solo. Um exemplo disto é a minhoca *Allobophora caliginosa* que em experimentos de campo com DNOC teve uma alta mortalidade na primavera, enquanto que no verão, esta mortalidade foi nula, porque a espécie entra em diapausa.

O contato, nem sempre significa penetração, uma vez que a absorção vai depender das características do produto e do tegumento do animal. As minhocas diminuem a penetração via excreção copiosa de um muco que evita o contato com a cutícula.

Os pesticidas podem afetar a atividade e o número destes animais no solo. No que diz respeito a atividade, temos o efeito no comportamento, longevidade, reprodução e alimentação. O efeito de alguns grupos de herbicidas sobre a fauna do solo é apresentado na **Tabela 2.8**.

O fungicida mancozeb, mesmo na dose 10 vezes maior que a recomendada, não provocou efeitos agudos ou de longo prazo nos números absolutos de ciliados, testáceos, rotíferos e nematódios do solo. As espécies de ciliados decresceram um dia após o tratamento com a dose normal, mas logo se recuperaram. Houve decréscimo dos testáceos aos 15 dias após o tratamento, com a dose maior, e aos 40 dias com a dose menor. Os testáceos foram mais resistentes do que os ciliados (Petz & Foissner, 1989).

Tabela 2.8. Efeito de herbicidas sobre a fauna do solo:

Grupo de herbicida	Fauna	Nível de dose hg ou l/ha	Efeito observado
1. Clorofenoxiacéticos	Microfauna	2 – 11,7	Aumento em doses menores e diminuição em doses maiores
	Mesofauna	1,5 – 125	Nenhum efeito nas doses menores e decréscimo nas doses superiores a 40
	Macrofauna	1,1 - 125	Nenhum efeito ou aumento ao nível da dose 1-30, pequena diminuição a 30-125
2. Carbamatos e Triazinas	Microfauna	5 – 1000 ppm	Diminuição para os carbamatos
	Mesofauna	2 – 9	Nenhum efeito para as triazinas
	Macrofauna	1 – 36	Nenhum efeito ou leve diminuição nas doses menores e diminuição com doses altas
3. Fenóis	Microfauna	4 – 11,2	Diminuição
	Mesofauna	3 – 600	Diminuição
	Macrofauna	1 – 6	Nenhum efeito ou pequena diminuição
4. Bipiridilos	Microfauna	1 – 6	Nenhum efeito
	Mesofauna	1 – 11	Nenhum efeito ou aumento
	Macrofauna	1 – 13	Nenhum efeito

Adaptado de Audus (1976)

Efeito sobre os microorganismos

Estima-se que existem 4,5 ton/ha de fungos e bactérias nos 15 cm superiores do solo. Estes, juntamente com os artrópodos, perfazem 95% de todas as espécies e 98% da biomassa (excluindo plantas vasculares). Os microorganismos são essenciais no funcionamento do ecossistema porque decompõem a matéria orgânica, permitindo que os componentes químicos vitais sejam reciclados. Igualmente importante é a habilidade de fixar nitrogênio, fazendo-o disponível às plantas (Brock & Madigan, 1988).

O pesticida thiram reduziu em 36% o número de propágulos de fungos no solo. Os efeitos do thiram foram persistentes: o número de fungos não recuperou totalmente durante o período de amostragem (12 meses) (Kuthubutheen & Pugh, 1979). Os fungos *Cladosporium cladosporioides*, *Mortierella minutíssima*, *Thichocladium asperum*, *Trichoderma hamatum* e *Zygorhynchus moerelli* foram geralmente tolerantes ao fungicida thiram, enquanto *Botryotricum piluliferum*, *Gliocladium roseum*, *Humicola*

fusco-atra, *Sepedonium chrysospermum* e *Trichoderma viride* foram geralmente intolerantes, mas rapidamente recolonizaram os solos tratados (Kuthubutheen & Pugh, 1979). *Rhizobium japonicum* foi altamente susceptível aos fungicidas thiram e chlorothalonil (Tu, 1980).

A mistura de fungicidas prochloraz/carbendazim (Sportak Alpha) a 1,5 kg/ha, em experimento de laboratório, induziu somente pequenos efeitos na atividade microbiana do solo (Schuster & Schroder, 1990). Os pesticidas podem afetar a biomassa, a composição e a atividade microbiana nos solos, com reflexos sobre sua fertilidade ainda não bem definidos.

Herbicidas do grupo das uréias (diuron, por exemplo), provocam diminuição no número de algas e actinomicetos, mas nenhum efeito sobre fungos. Normalmente, para a maioria dos herbicidas, nas doses de campo, não são observados efeitos sobre a estrutura e a atividade da biocenose dos solos. Porém o 2,4-D, aplicado a 5 e 10 mg/g de solo reduziu a atividade das enzimas fosfatase e urease após a primeira semana da aplicação (Tu, 1981).

Efeito na vida silvestre

Os pesticidas são aplicados de várias maneiras, via diversos métodos de liberação, em florestas, pastagens, habitats aquáticos, lavouras, margens de estradas, em aceiros e jardins. Seu uso bastante disseminado faz com que seja inevitável o contato de resíduos de pesticidas com algumas formas de vida silvestre.

A contaminação de animais silvestres por pesticidas pode resultar de exposição **aguda** ou **crônica**. Além disso, os pesticidas podem causar impacto na vida silvestre por meio de **exposição secundária** ou através de **efeitos indiretos** ao animal ou ao seu habitat.

Envenenamento agudo

Exposição curta a alguns pesticidas podem matar ou provocar doenças nos animais silvestres. Exemplos de envenenamento agudo em animais silvestres incluem a morte de peixes causadas por resíduos de pesticidas levados aos lagos, ribeirões ou rios pelo escoamento superficial (“run-off”) ou deriva de pulverizações, e morte de pássaros causadas pelo consumo de vegetação ou insetos tratados com pesticidas, ou pelo consumo de grãos, iscas ou sementes tratadas com pesticidas. Estes tipos de envenenamentos geralmente podem ser verificados pela análise de tecidos de animais afetados, com relação ao pesticida suspeito ou pela investigação de impactos sobre os

processos bioquímicos (por exemplo, níveis de colinesterase no sangue e tecido cerebral). Em geral, envenenamento agudo à vida silvestre ocorre em tempo relativamente curto, por impactos em áreas geográficas muito localizadas e é ligada a um único pesticida.

Envenenamento crônico

A exposição de animais silvestres a níveis de pesticidas não imediatamente letais por um período de tempo mais longo, pode resultar em envenenamento crônico. O exemplo mais conhecido de um efeito crônico sobre animais silvestres é aquele do inseticida organoclorado DDT (via metabólito DDE) sobre a reprodução de certos pássaros. DDT e outros pesticidas organoclorados tais como dieldrin, endrin e chlordane têm sido implicados na mortalidade de pássaros, resultantes de exposição crônica. A redução do uso destes compostos nos Estados Unidos, na década de 1970 e no início da década de 1980, resultou em um decréscimo de resíduos de organoclorados na maioria das áreas antes atingidas, resultando num grande aumento na reprodução dos pássaros.

Envenenamento secundário

Os pesticidas podem causar impactos na vida silvestre através de envenenamento secundário quando um animal consome presas que contêm resíduos de pesticidas. Exemplos de envenenamento secundário são: (1) pássaros que se tornam doentes após se alimentar de animais mortos, ou prestes a morrer por exposição aguda a pesticidas, e (2) o acúmulo e movimento de produtos químicos persistentes na cadeia alimentar da vida silvestre.

Investigação de efeitos de pesticidas na vida silvestre

Nem todos os pesticidas têm efeitos deletérios sobre toda vida silvestre, nem os resíduos de pesticidas necessariamente conduzem a conseqüências sérias sobre a vida silvestre. O impacto potencial deve ser avaliado considerando simultaneamente a disponibilidade do pesticida ou seus produtos de degradação, as propriedades toxicológicas do pesticida e as características ecológicas da exposição.

O grau de impacto direto que um pesticida tem sobre a vida silvestre é determinado pela sensibilidade das espécies ao produto químico e o grau pela qual as espécies são expostas. As seguintes questões ajudam a resumir a complexidade que

biologistas e toxicologistas enfrentam quando tentam avaliar os efeitos dos pesticidas sobre a vida silvestre (Stinson & Bromley, 1991):

- Em que nível um resíduo de pesticida ou seu produto de degradação (metabólito) é introduzido em um habitat silvestre através de aplicação direta ou via transporte de resíduos no ar, água, alimento ou solo?
- Quanto tempo o pesticida permanece no ambiente?
- O animal ou planta é exposto ao pesticida por mecanismos tais como contato dermal, inalação ou consumo de alimento ou água contaminada?
- O pesticida é capaz de produzir efeitos bioquímicos, doenças ou morte através de uma única ou múltipla exposição?

Pássaros

Pássaros silvestres são também afetados por pesticidas. Efeitos danosos sobre a vida silvestre incluem a morte por exposição direta aos pesticidas ou envenenamento secundário por: 1) consumo de presa contaminada; 2) taxas reduzidas de sobrevivência, crescimento e reprodução, por exposição a doses subletais; e 3) redução do habitat através da eliminação de fontes de alimentação e refúgios (McEwen & Stephenson, 1979). Nos Estados Unidos, uma área de aproximadamente 160 milhões de hectares por ano recebe pesticidas, com uma média de 3 kg/ha (Pimentel *et al*, 1991).

Uma estimativa precisa do efeito de pesticida sobre pássaros é difícil de determinar, porque estes animais ficam freqüentemente escondidos e camuflados, são altamente móveis e vivem em densos capinzais, arbustos e árvores. Estudos de campo sobre os efeitos de pesticidas em pássaros freqüentemente levam a obter baixas estimativas de mortalidade de pássaros (Mineau & Collins, 1988). As carcaças dos pássaros desaparecem rapidamente devido aos predadores e estudos de campo raramente levam em consideração os pássaros que morrem distantes das áreas tratadas. Apesar disso, muitas mortes de pássaros causadas por pesticidas têm sido relatadas. Por exemplo, White *et al* (1982) relatou que 1200 gansos-do-canadá foram mortos em um campo de trigo pulverizado com uma mistura 2:1 de paration e metil paration na dose de 0,8 kg/ha. Carbofuran aplicado em alfafa matou mais de 5000 patos e gansos em cinco incidentes e 1400 patos em um único incidente quando aplicado em hortaliças (Flickinger *et al*, 1991). Estima-se que o carbofuran mata 1 a 2 milhões de pássaros cada ano nos Estados Unidos (EPA, 1989). Um outro pesticida,

diazinon, aplicado em três campos de golfe matou 700 gansos (Stone & Grandoni, 1985).

Freqüentemente a formulação de um pesticida influencia sua toxicidade a vida silvestre. Por exemplo, sementes tratadas com inseticidas em pó e inseticidas granulados, incluindo carbofuran, fensulfothion, fonofos e phorate são particularmente tóxicos a pássaros quando consumidos. Estima-se que de 0,2 a 1,5 pássaros/ha são mortos no Canadá por estas sementes tratadas e por inseticidas granulados, enquanto nos Estados Unidos as estimativas variam de 0,3 a 8,9 pássaros/ha mortos por ano pelos pesticidas (Mineau, 1988).

Os pesticidas também afetam adversamente o potencial reprodutivo de muitos pássaros e mamíferos. A exposição de pássaros, especialmente pássaros predadores, a inseticidas clorados causam falha reprodutiva, alguma vezes atribuídas à redução de espessura da casca dos ovos (Stickel *et al*, 1984). A maioria das populações afetadas se recuperaram após a proibição do uso de DDT nos Estados Unidos. No entanto, DDT e seu metabólito DDE continuam um problema. O DDT continua a ser usado em alguns países em desenvolvimento, os quais têm áreas de reprodução para numerosas espécies de pássaros migratórios (Stickel *et al* 1984).

Os herbicidas em particular apresentam baixa toxicidade a pássaros, com pequena possibilidade de efeito direto. Nas **Tabelas 2.9** e **2.10**, pode-se observar a toxicidade de alguns herbicidas para pássaros e outros animais.

Tabela 2.9. Toxicidade aguda e crônica de alguns herbicidas a pássaros:

Produto	Espécie				
	Mallard		Phesant		Coturnix
	(mg/kg)	(ppm)	(mg/kg)	(ppm)	ppm
2,4-D	2000	5000	472	5000	5000
Diuron	2000	5000	-	5000	5000
Trifluralin	2000	-	200	-	-

Fonte: House *et al* (1967); USDA (1960); Pimentel (1971)

Peixes

Os pesticidas são levados aos ecossistemas aquáticos por lavagem ou erosão do solo. Aproximadamente 18 ton/ha/ano de solo são lavados e/ou levados pelo vento de lavouras tratadas com pesticidas para locais adjacentes, incluindo ribeirões e lagos

(USDA, 1989). Os pesticidas também derivam para ribeirões e lagos, contaminando-os (Clarck 1989). Alguns pesticidas solúveis são facilmente lixiviados para ribeirões e lagos (Nielsen & Lee, 1987).

A condenável prática de lavar equipamentos de aplicação ou semeadeiras contaminadas, ou mesmo jogar resto de pesticidas em córregos, lagos, rios e outras coleções de água é um modo de contaminação direta e criminosa contra o meio ambiente e a população em geral.

Na região do Projeto Rio Formoso foram detectados alguns procedimentos irregulares de lavagem de equipamentos e depósitos inadequados para embalagens de agrotóxicos (**FOTOS 2.1 e 2.2**).



Foto 2.1: Embalagens de agrotóxicos depositadas de forma inadequada na beira de canal de irrigação. Projeto Rio Formoso, Formoso do Araguaia (TO), julho de 2001.



Foto 2.2: Lavagem irregular de equipamentos utilizados na aplicação de agrotóxicos. Projeto Rio Formoso, Formoso do Araguaia (TO), julho de 2001.

Uma vez nos ambientes aquáticos, os pesticidas causam danos aos peixes de diversas maneiras. Altas concentrações de pesticidas em água matam os peixes diretamente; doses baixas matam peixes altamente susceptíveis, enquanto alimentos essenciais aos peixes, tais como insetos e outros invertebrados, são eliminados.

A maioria dos herbicidas interfere com processos bioquímicos importantes na planta, porém de pouca significância para os animais. Eles são, com exceção de trifluralina, muito menos tóxicos que os inseticidas para os peixes e artrópodos aquáticos. Alabaster (1969), testando uma série de herbicidas quanto à toxicidade a peixes expressa em concentração média letal, encontrou que a maioria dos herbicidas é pouco tóxica a peixes (**Tabela 2.11**).

Em Brasília, Dianese *et al* (1976) coletaram amostras em todo o lago Paranoá e verificaram que houve acúmulo de resíduos de aldrin e dieldrin no barro do fundo do lago. Nos peixes foram determinados resíduos de isômeros de DDT, constatando que houve biomagnificação dos organoclorados em peixes (**Tabela 2.11**).

Em ambiente aquático, a solubilidade reduzida dos organoclorados em água faz com que sejam adsorvidos em plantas, animais e material floculado e, finalmente, nos sedimentos. Os organismos aquáticos obtêm alta concentração na dieta de detritos, e os peixes acumulam estes resíduos através da alimentação e da água.

Tabela 2.10. Toxicidade de herbicidas para a vida silvestre:

Herbicidas	Ave DL ₅₀ ou CL ₅₀	Peixe CL ₅₀	Abelha CL ₅₀ (mg/abelha)
Acifluorfen / bentazon	2824 mg/kg	17 mg/l	-
Bentazon	2000 mg/kg	190 mg/kg	-
Bispyribac	-	-	-
Clethodim	> 6000 ppm	67 mg/kg	100
2,4-D	Mod. tóxico	Tóxico	Não tóxico
Diuron	> 5000 mg/kg	20 mg/kg	Não tóxico
Imazamox	1846 mg/kg	190 mg/kg	25
Metsulfuron	> 2150 mg/kg	150 ppm	-
Oxadiazon	1000 mg/kg	9 mg/l	Tóxico
Oxasulfuron	-	-	-
Oxifluorfen	Tóxico	Tóxico	-
Paraquat	362 mg/kg	36 mg/l	-
Paraquat / diuron	-	-	-
Pendimethalin	4187 mg/kg	0,2 mg/l	50
Propanil	-	13 mg/l	-
Propanil / triclopir	1688 mg/kg	148 ppm	-
Quizalofop	1906 mg/kg	3 mg/l	-
Sethoxydim	-	148 mg/l	Não tóxico
Trifluralin	200 mg/kg	0,03 mg/l	Não tóxico

Tabela 2.11. Resíduos de inseticidas organoclorados em amostras de barro no fundo do Lago Paranoá (Brasília, DF) e em peixes:

Inseticida	Barro (ppb)	Tilápia (3 kg de peixe)	Tilápia (2 kg de peixe) (ppm)	Tilápia (0,8 kg de peixe) (ppm)
Aldrim	3,16	-	-	-
P, p'-DDE	-	1,27	0,91	3,03
P, p'-DDT	-	2,06	1,45	0,43
O, p'-DDT	-	0,00	0,20	0,00
Lindane	-	0,00	0,27	0,00
Dieldrin	-	0,46	0,07	0,00

Fonte: Dianese *et al* (1976)

Fitoplancton

O efeito dos herbicidas no fitoplancton é mais acentuado do que em outros organismos aquáticos. A **Tabela 2.12** mostra alguns valores de CL_{50} para *Clorococcun*, onde se observa o efeito diferencial de alguns herbicidas.

Deve-se considerar, em termos práticos, o volume de depuração do herbicida no ecossistema aquático, a sua solubilidade em água e a sua deposição ou não no sedimento como fatores importantes para determinar a possibilidade ou não do herbicida alcançar a concentração letal tóxica ou inibitória da atividade fotossintética.

Tabela 2.12. CL_{50} de alguns herbicidas (ppm), para 10 dias, em *Clorococcun*:

Herbicida	CL_{50} (ppm)
Diuron	0,01
2,4-D	50,00
Trifluralina	2,50
Paraquat	50,00

Fonte: Walsh (1972)

2.5.3 Transporte à longa distância mediado pelo ar e água, e bioacumulação

Transporte à longa distância mediado pelo ar e água

O transporte à longa distância de herbicidas, mediado pelo ar e água, vai depender essencialmente da volatilização dos herbicidas a partir do solo e da entrada em sistemas aquáticos por lixiviação ou escoamento.

No caso da volatilização, o grau alcançado irá depender da pressão de vapor do produto, do método de aplicação, da formulação e das condições ambientais vigentes na aplicação. A **Tabela 2.13** mostra a pressão de vapor de alguns herbicidas.

Tabela 2.13. Pressão de vapor de alguns herbicidas:

Herbicida	Pressão de vapor (mmHg)	Temperatura Média (°C)
2,4-D	$4,0 \times 10^{-1}$	160,0
Trifluralina	$2,0 \times 10^{-4}$	29,5
Diuron	$3,1 \times 10^{-6}$	50,0

O transporte pela água de escoamento pode ser importante, em função do manejo que é dado no solo e do regime de precipitação pluviométrica. O fator mais importante no produto é o seu grau de mobilidade no solo. Os dados são escassos neste sentido (**Tabela 2.14**).

Tabela 2.14. Escoamento superficial de alguns herbicidas em solo siltico-argiloso:

Escoamento	Diuron (Algodão)	Linuron (Soja)	Trifluralin (Soja)
Maxíma concentração em escoamento superficial (ppb)	-	124,0	1,90
Perda máxima por escoamento superficial em % do aplicado	0,12	0,3	0,05

Bioacumulação

Bioacumulação, bioconcentração ou biomagnificação é o aumento ou acumulação de uma molécula identificável em cada passo da cadeia alimentar. Bevenue (1976) definiu bioacumulação como o acúmulo de um pesticida em um organismo vivo.

Basicamente, existem três rotas de transporte biológicos de defensivos, cuja biomagnificação depende essencialmente dos valores do coeficiente da partição. Para os pesticidas, só existem evidências científicas para biomagnificação dos clorados, mercuriais orgânicos e metais pesados.

Johnson *et al* (1971) citados por Bevenue (1976), determinaram os fatores de biomagnificação do DDT em invertebrados de água doce (**Tabela 2.15**). Estes organismos apresentaram uma grande capacidade de concentração do DDT, cujos resíduos devem concentrar-se ainda mais nos seus predadores da cadeia alimentar.

Na maioria destas cadeias alimentares aquáticas os peixes estão no topo, e conseqüentemente, mais sujeitos aos efeitos tóxicos destes produtos.

Tabela 2.15. Fatores de biomagnificação de DDT em invertebrados aquáticos:

Organismo	Fator de biomagnificação
Cladocera	25400 a 114100
Amphipoda	4600 a 20600
Decopoda	880 a 2900
Ephemeroptera	9400 a 32600
Odonata	910 a 3500
Diptera	7800 a 133600

Fonte: Johnson *et al* (1971), citados por Benenue (1976)

2.6 IMPACTOS DE METAIS PESADOS SOBRE OS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS

Diversos estudos têm demonstrado que as concentrações de metais pesados em ambientes aquáticos têm aumentado tanto em águas interiores quanto em águas marinhas, especialmente em áreas costeiras. A presença de metais como o chumbo, o mercúrio, o cobre e o cádmio, tóxicos aos organismos, é geralmente, considerada indesejável (Parsons *et al*, 1977). O cultivo a longo prazo com intenso uso de agroquímicos é freqüentemente associado à contaminação de cursos d'água por metais. Um exemplo de caso de contaminação por metais foi detectado no Brasil, no município de Paty de Alferes (RJ), onde o cultivo intensivo de hortaliças levou à contaminação de rios por metais pesados, com concentrações acima dos níveis estabelecidos para água potável (Ramalho *et al*, 2000).

Certos metais em quantidades-traço fazem parte dos elementos indispensáveis à vida, mas, em taxas elevadas, podem ser prejudiciais (EPA, 1972). Assim como certos metais são necessários aos processos vitais, a maioria dos organismos possui a capacidade de concentrá-los, sendo esta capacidade aumentada por processos alimentares e metabólicos, que podem levar a fatores de concentração muito elevados (Lee, 1980).

Os metais presentes no ambiente aquático, na forma assimilável, geralmente sofrem bioacumulação através da cadeia alimentar e, assim, mesmo em baixas

concentrações na água, podem ser acumulados na magnitude de mais de mil vezes em certos organismos (Lee, 1980).

Um dos principais problemas que os metais apresentam com relação aos seus efeitos nos organismos aquáticos é que, pelo fato de terem a capacidade de formar complexos com as substâncias orgânicas, tendem a ser fixados nos tecidos e serem excretados muito lentamente, ou seja, possuem uma meia vida biológica longa (Waldichuk, 1974 *apud* Lee 1980).

Devido ao fato de as concentrações de metais em águas flutuarem significativamente com o ciclo hidrológico, vazão, e com variações de descargas contendo os mesmos, os seus níveis em organismos – sem levar em conta o mecanismo de concentração – refletem diferenças nos níveis a longo prazo dos metais na água, melhor do que os dados obtidos somente por análises diretas de amostras de água.

Da mesma forma que os organismos, o sedimento aquático é um excelente acumulador e fixador de metais, devendo ser incluído em quaisquer estudos e pesquisas de metais e pesticidas em ambientes aquáticos.

A seguir são apresentadas as principais características e possíveis impactos dos metais a serem analisados no presente estudo.

2.6.1 Cobre

O cobre tem sido usado pelo homem desde os tempos pré-históricos. Atualmente, óxidos e sulfatos de cobre são usados em pesticidas, algicidas e fungicidas. É um metal presente naturalmente sob várias formas em minerais.

É um elemento essencial para as plantas. Sua presença se faz necessária em várias enzimas para a realização de funções vitais, além de exercer grande papel na síntese de clorofila. Também no metabolismo animal, por exemplo, na síntese da hemoglobina, ele é importante. O cobre se introduz no organismo humano através da dieta alimentar, estando presente também tanto em alimentos sólidos quanto líquidos. De 40% a 70% do cobre ingerido por via oral são retidos no organismo, sendo o restante eliminado através da bile, fezes e urina (EPA, 1976).

O limite do CONAMA para água de abastecimento é muito restritivo, apresentando um valor máximo aceitável de 20 ug/l.

Para o sedimento, segundo Bowden (*apud* Boldrini, 1987), o limite máximo recomendado é de 25 ug/g.

2.6.2 Chumbo

O chumbo não possui efeitos benéficos ou nutricionais. É um metal tóxico que tende a se acumular nos tecidos do homem e de outros animais. Sua absorção em organismos ocorre através da ingestão. Devido à atividade humana, a ocorrência de chumbo no ambiente tem aumentado em algumas regiões a níveis que ameaçam a saúde de organismos aquáticos e terrestres, incluindo o próprio homem.

Alguns autores citam como doses letais para peixes concentrações de 0,1 a 0,4 mg/l. Outros, entretanto, demonstram que pelo menos certos peixes suportam em condições experimentais de laboratório até 10 mg/l (Boldrini & Pereira, 1987).

A distribuição do chumbo no ecossistema tem indicado que ele não sofre bioacumulação nos níveis tróficos mais elevados (DeMayo & Davis, 1980).

O limite do CONAMA para água de abastecimento é de 30 ug/l.

Para o sedimento, segundo Bowden (*apud* Boldrini & Pereira, 1987), o limite máximo recomendado é de 40 ug/g.

2.6.3 Zinco

O zinco é um metal traço essencial em pequenas quantidades para mamíferos e peixes (Vladimirov, 1969), mas quantidades maiores são consideradas tóxicas aos peixes e a outros organismos aquáticos.

Estudos realizados em peixes marinhos mostram que esses organismos assimilam rapidamente o zinco, via trato digestivo. Chipman *et al* (1958), *apud* Vladimirov (1969), estudando a absorção e acumulação de zinco radioativo, observaram que altas concentrações de Zn⁶⁵ no sangue, provenientes da alimentação do peixe, são prontamente seguidas por rápida assimilação pelo rim, fígado e outros órgãos internos, sendo que o rim é o órgão de maior acumulação. Uma lenta e contínua acumulação se faz nos ossos e tecidos musculares.

Concentrações tóxicas de compostos de zinco causam mudanças adversas na morfologia e fisiologia do peixe. Concentrações agudamente tóxicas induzem a colapso celular das brânquias e possivelmente, a sua obstrução com muco. Enfraquecimento geral, alterações histológicas, crescimento e maturação retardados também foram observados (EPA, 1976).

A Resolução nº 20 do CONAMA estabeleceu um limite máximo para o zinco de 180 ug/l para a preservação da vida aquática. Já para o sedimento o limite recomendado é de 20 ug/g.

2.6.4 Cádmio

O cádmio é um metal de efeito cumulativo extremamente perigoso, pois quase não é excretado após a sua ingestão, podendo conduzir a efeitos mutagênicos ou teratogênicos (EPA, 1976). Biologicamente é um elemento não essencial, não benéfico e reconhecidamente de alto potencial tóxico. Segundo a EPA, concentrações acima de 10 ug/l são consideradas extremamente prejudiciais ao ambiente aquático, estando presente em 83 % na forma de cloreto de cádmio (+1).

O sedimento age como um reservatório de acumulação para o cádmio. Porém, após uma eventual modificação de sua forma química pelas reações químicas ou bioquímicas, o cádmio pode retornar ao meio. Assim, a biomassa bêntica (micro e macroorganismos) absorve o metal sedimentar e o acumula e, pela cadeia trófica, ele pode ser absorvido e assimilado pelos organismos superiores (Flatau & Aubert, 1979 *apud* Boldrini & Pereira, 1987).

Estudos de laboratório mostram que peixes submetidos a níveis subagudos de cádmio na água apresentam disfunções de vários processos fisiológicos e bioquímicos (Larsson *et al*, 1976 *apud* Boldrini & Pereira, 1987).

Segundo Nilsson (1970) *apud* Boldrini & Pereira (1987), o cádmio tem uma alta afinidade por grupos sulfidrílas, hidroxilas e ligações contendo nitrogênio. Assim, unindo-se a tais grupos em sistemas enzimáticos, pode afetar processos bioquímicos e fisiológicos básicos e produzir distúrbios de funções centrais do organismo, mesmo em concentrações muito baixas.

De acordo com Nakamura (1974) *apud* Boldrini & Pereira (1987), que trabalhou com o peixe marinho *Tribolodon*, o cádmio interfere no crescimento ósseo, provocando deformidades e atraso.

A Resolução nº 20 do CONAMA estabeleceu um limite máximo para o cádmio de 10 ug/l para a preservação da vida aquática.

2.6.5 Mercúrio

A contaminação do mercúrio e os seus efeitos nos ambientes e no homem só se tornaram uma preocupação real depois dos acidentes de Minamata e Niigata no Japão, durante os anos 50-60. Os pescadores de Minamata em 1953, juntamente com outros consumidores de peixes, começaram a padecer de encefalopatia aguda, cujos sintomas e sinais principais eram restrição no campo visual, surdez neurológica, ataxia,

inibição motora, tremores, diminuição da sensibilidade. Somente em 1959 é que Takeuchi, um médico japonês, afirmou que se tratava de um envenenamento provocado pelo metilmercúrio.

O transporte e a distribuição do mercúrio no ambiente podem ocorrer, de uma maneira geral, de duas formas: global e local. O ciclo de alcance global compreende a circulação atmosférica de vapores mercuriais, advindos de fontes terrestres e oceânicas, e o ciclo local depende da metilação do mercúrio inorgânico (OMS, 1978).

Em relação à contaminação local, os problemas mais graves causados por mercúrio acontecem através dos lançamentos clandestinos de efluentes industriais, aplicações de agrotóxicos como componente básico de numerosos fungicidas e herbicidas (Charbonneau *et al*, 1979 *apud* Eysink *et al*, 1988), utilização no tratamento de sementes, mineração, etc.

O uso de compostos mercuriais na agricultura é atualmente proibido, no entanto, em função de usos clandestinos e também devido à sua grande utilização no passado recente, faz-se necessária uma avaliação criteriosa em peixes e também no sedimento.

O mercúrio, quando lançado no ambiente na forma inorgânica, é transformado, através da ação de bactérias, em uma substância altamente perigosa, o metilmercúrio.

Quando presente nos ecossistemas aquáticos e na presença de oxigênio, quase todas as formas de mercúrio – inclusive o metálico – podem sofrer ionização e oxidação para Hg^{+2} . Uma vez ionizado, pode formar uma grande variedade de compostos. Em ambientes anóxicos, por ação de bactérias do gênero *Pseudomonas*, o mercúrio é reduzido (Navarrete, *apud* Eysink *et al*, 1988).

A metilação acontece por duas vias: a anaeróbia e a aeróbia. Na via aeróbia, o mercúrio inorgânico é metilado por compostos de metilcobalamina, produzido por bactérias metanogênicas, em um ambiente moderadamente redutor.

Pela via anaeróbia, pode-se formar o dimetilmercúrio, que é volátil e insolúvel na água, passando então para o meio aéreo; a seguir, com a chuva, volta ao ecossistema aquático. Se este meio for ácido, o dimetilmercúrio se converte em monometilmercúrio e assim completa o ciclo.

Quando o metilmercúrio está livre na água, atravessa facilmente as membranas celulares, incorporando-se rapidamente às cadeias tróficas. Esta facilidade de atravessar as membranas, unida à lipossolubilidade e sua afinidade pelos grupos sulfidrílas das proteínas, faz com que o metilmercúrio se torne muito perigoso para todos os seres vivos (Eysink *et al*, 1988).

Os sedimentos constituem-se no principal ambiente para que ocorra a metilação do mercúrio inorgânico. Por isto, é considerado um meio significativo para a entrada desse metal na cadeia alimentar. A presença de mercúrio no sedimento pode causar mortandade e ocorrências teratogênicas em, por exemplo, ovos de peixes. Segundo estudos de Birge, *apud* DeMayo & Davis (1978) o sedimento contaminado tem se mostrado mais letal para ovos e embriões do que para larvas livres no ambiente.

Em ecossistemas aquáticos, a maior porcentagem de mercúrio total se encontra no sedimento (90% a 99%), 1% a 10% na água, e apenas 1% na biota. A distribuição de metilmercúrio, porém, é totalmente diferente: 90% a 99% se encontra na biota, 1% a 10% no sedimento e apenas 1% na água (Jernelov & Lann, *apud* Eysink *et al*, 1988).

2.6.6 Bioacumulação do Mercúrio

A acumulação de substâncias nocivas nos peixes e outros organismos aquáticos depende de vários fatores, tais como: taxa de oxigênio, velocidade do fluxo, valor de pH, dureza etc. No leito do ambiente aquático, até as algas podem acumular substâncias nocivas, acarretando um incremento ao longo da cadeia alimentar (algas-organismos planctônicos-peixes). Nos peixes, esse processo depende do hábito alimentar.

Através da transformação em metilmercúrio, o metal torna-se lipofílico e pode ser absorvido pelo plâncton (algas e outros microrganismos aquáticos), peixes e moluscos que se alimentam desse plâncton, ocorrendo acúmulo progressivo de metilmercúrio na gordura destes animais (Fellenberg, *apud* Eysink *et al*, 1988). É claro, porém, que a acumulação desse metal depende dos fatores endógenos do próprio peixe e das características do biótipo.

Segundo Reichenbach-Klinke *apud* Boldrini & Pereira (1987), as características físicas do próprio peixe, entre outras, são: seu estado, idade e hábito alimentar. Já os fatores do biótipo, entre outros, são: as características da água, temperatura, corrente, tipo de fundo, nível de oxigênio, a própria contaminação, os organismos da água (presença de bactérias, algas, etc.), e a presença da fauna superior, como a própria fauna piscícola. Ainda segundo o mesmo autor, os fatores endógenos e exógenos determinam a intensidade e a magnitude do fator de bioacumulação do peixe.

Segundo a EPA (1972), a bioacumulação nos peixes depende principalmente da idade, forma de alimentação, estado fisiológico e das condições do próprio ambiente. Os peixes demonstram ter grande capacidade de bioacumulação de mercúrio (Dhew, 1972 *apud* Eysink, 1988) e, segundo Reichenbach-Klinke *apud* Boldrini & Pereira (1987),

peixes de idade mais avançada, por terem vivido mais tempo em determinados ambientes, têm mais chance de registrarem uma bioacumulação mais elevada.

Devido à sua ação, o mercúrio pode trazer trágicas conseqüências. Este é, sem dúvida, um dos metais mais perigosos quando presente no corpo aquático. O fato é que muitas vezes ele não é encontrado em níveis altos nas águas ou no sedimento, mas através de fenômeno de bioacumulação, torna preocupante a sua presença nesses ambientes.

Cohen (1985) definiu a bioacumulação como a transferência de uma determinada substância que se encontra no ambiente para um organismo, e deste para outros, através de cadeia trófica, podendo chegar a níveis bastante elevados.

Os peixes não são capazes de metilar o mercúrio inorgânico (Huckabee, *apud* Rada *et al*, 1986), mas os organismos aquáticos concentram metilmercúrio em seu corpo, tanto através do contato direto com a água quanto através da cadeia alimentar (Johnels; Hanners; Hass & Groot; Miztinen, *apud* EPA, 1972; Phillips & Buchler, *apud* Rada *et al*, 1986), embora se deva considerar que, quando o mercúrio está localizado na parte superficial do sedimento, pode ser absorvido mais facilmente pelo peixe ou por outros organismos aquáticos.

O fato de o mercúrio se encontrar disponível no ambiente, somado à existência de bactérias - que o convertem em formas orgânicas altamente tóxicas de metil ou dimetilmercúrio - torna qualquer forma desse metal potencialmente perigosa (EPA, 1972). A conseqüência desta atividade significativa e não específica das bactérias anaeróbicas bentônicas é que, uma vez poluído o ambiente, inicia-se o ciclo do mercúrio, difícil de se romper. Outro fator agravante é que ele se acumula mais na musculatura dos peixes (exatamente a parte comestível), o que ocorre principalmente na forma de metilmercúrio (a forma mais tóxica), oriundo da diferença de acumulação do inorgânico com o metil (Jensen & Jernelov, *apud* Rada *et al*, 1986). Além do mais, a meia-vida deste metal, no peixe, é de cerca de dois anos. No caso específico dos peixes de água doce, grande parte (cerca de 80%) está sob a forma de monometilmercúrio (Huckabee, *apud* Rada, *et al*, 1986).

Quanto a alterações histopatológicas produzidas nos peixes devido à acumulação de mercúrio, muito pouco estudo é realizado a respeito. Sabe-se que os metais pesados, de uma forma geral, são tóxicos aos peixes. Um dos efeitos é a alteração da função das brânquias e, conseqüentemente, do sistema respiratório (Blevins, *apud* Eysink *et al*, 1988). Adiciona-se a este fator a alteração do comprimento e/ou peso, que podem estar também correlacionados com os níveis de metais.

Alterações no fígado e no intestino foram verificadas no “sapo marinho” *Halobatrachus didactylus* (Gutierrez, *apud* Eysink *et al*, 1988). Alterações nas brânquias, fígado, intestino, rins e sangue foram observados na espécie *Dicentrarchus labrax* (robalo), e efeitos do mercúrio inorgânico e orgânico sobre o fígado, intestino, brânquias, estômago e rins foram observados na espécie *Mugil auratus* (Establier, *apud* Eysink *et al*, 1988).

3 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Parque Estadual do Cantão foi criado em 1998, possui uma área de 88.928 ha e está localizado no sudoeste do estado do Tocantins (município de Pium), a aproximadamente de 9° a 10°S e 50°10'W (**Figura 3.1**). Essa região constitui um ecótono de 3 grandes ecossistemas brasileiros: Pantanal, Amazônia e Cerrado. Ao sul do PEC está situada a Ilha do Bananal, que limitada pelos rios Araguaia e Javaés, é a maior ilha fluvial do mundo, com cerca de 350 km de comprimento e 60 km de largura em média (Resende *et al*, 2001). A ilha do Bananal é dividida em duas unidades: ao norte, o Parque Nacional do Araguaia e ao sul a Terra Indígena Parque do Araguaia. Nesses locais, a vida silvestre é regida pela forte sazonalidade, caracterizada pela dinâmica das cheias e secas anuais.

A área de estudo inclui além do PEC, a região a montante formada pelas bacias dos rios Araguaia, Riozinho, Javaés, Formoso, Pium e Côco (**Figura 3.2**, ver Mapa 1 em anexo). O clima predominante na área de estudo é o úmido do tipo B2rA'a' (clima úmido com pequena ou nula deficiência hídrica). A precipitação média anual varia de 1500 a 2000 mm, com um gradiente crescente no sentido sul-norte. A temperatura média anual fica em torno de 28° C. O relevo é de declividade baixa, geralmente inferior a 5% na ilha do Bananal e inferior a 10% nas demais áreas. O tipo de solo predominante é o Plintossolo, mas solos Concrecionários e Hidromórficos também ocorrem, sendo que esse último tipo é associado a cursos d'água.

Na região do PEC são encontrados vários ecossistemas, como as ilhas do Araguaia, varjão, águas interiores, floresta sazonalmente alagada (igapó), floresta estacional semidecidual (mata de torrão) e áreas degradadas, como consta no Plano de Manejo (SEPLAN, 2001). Na área de estudo como um todo, além desses ecossistemas destaca-se o cerrado (**Foto 3.1**), que é a vegetação predominante. O cerrado pode variar na estrutura e na densidade de árvores, cobrindo extensas áreas, desde terrenos bem drenados até locais sazonalmente inundados como os campos de murunduns na ilha do Bananal (**Foto 3.2**). Ao longo dos maiores cursos d'água cresce a mata de galeria, com árvores de maior porte e menor cobertura de plantas rasteiras que o cerrado (**Foto 3.3**). A maior porção de vegetação nativa preservada da região é encontrada na ilha do Bananal e no PEC (**Foto 3.4**).

Áreas degradadas constituem boa parte da região, principalmente nos grandes projetos agrícolas como o Projeto Rio Formoso (**Foto 3.5**), com cerca de 61.000 ha e o Projeto Javaés, planejado para cerca de 520.000 ha quando totalmente implantado. A

taxa de desmatamento encontrada para a região da ilha do Bananal é de 0,82% ao ano de acordo com levantamento realizado pelo Instituto Ecológica (Resende *et al*, 2001). Atualmente, o que mais pressiona o desmatamento na região é a expansão da agricultura irrigada, como constatado nas viagens de campo. Outra ameaça à região é o projeto de hidrovía no rio Araguaia, cujas atividades de dragagem e correção do curso do rio podem trazer um aumento na quantidade de sedimentos e conseqüentes impactos negativos para o meio ambiente.

A fauna de vertebrados da região é bastante notável, ocorrendo de forma exuberante não só nas áreas preservadas, mas também nos projetos agrícolas. Diversos exemplares foram observados nos projetos de irrigação e pontos de coleta em geral. Dentre os animais de maior abundância, destacam-se os peixes, jacarés, aves aquáticas e grandes mamíferos.

Determinadas espécies de aves como os paturis e marrecas são extremamente abundantes, e em grandes bandos, convivem com os projetos agrícolas implantados na região. Uma lista de algumas espécies da fauna observadas em áreas sob influência de projetos agrícolas é apresentada na **Tabela 3.1**. Dentre esses animais destaca-se o cervo-do-pantanal, mamífero de grande porte ameaçado de extinção e freqüentemente observado na região. Também foram registradas diversas espécies de peixes que ocupam os canais de irrigação e drenos, dentre elas o tucunaré, piranha, bicuda, pintado, piau e jaraqui, que servem de alimento para jacarés e aves. Além dos vertebrados, são extremamente abundantes nos canais de irrigação espécies de moluscos, cujas conchas podem ser vistas na época da seca quando os canais perdem boa parte da água. Esses invertebrados são componentes importantes na dieta de vários animais, principalmente das aves, desempenhando um papel fundamental na cadeia alimentar. As **Fotos 3.6 a 3.16** apresentam alguns elementos da fauna regional.

Maiores informações sobre a região e principalmente sobre o PEC podem ser encontradas no Plano de Manejo do PEC (SEPLAN, 2000).

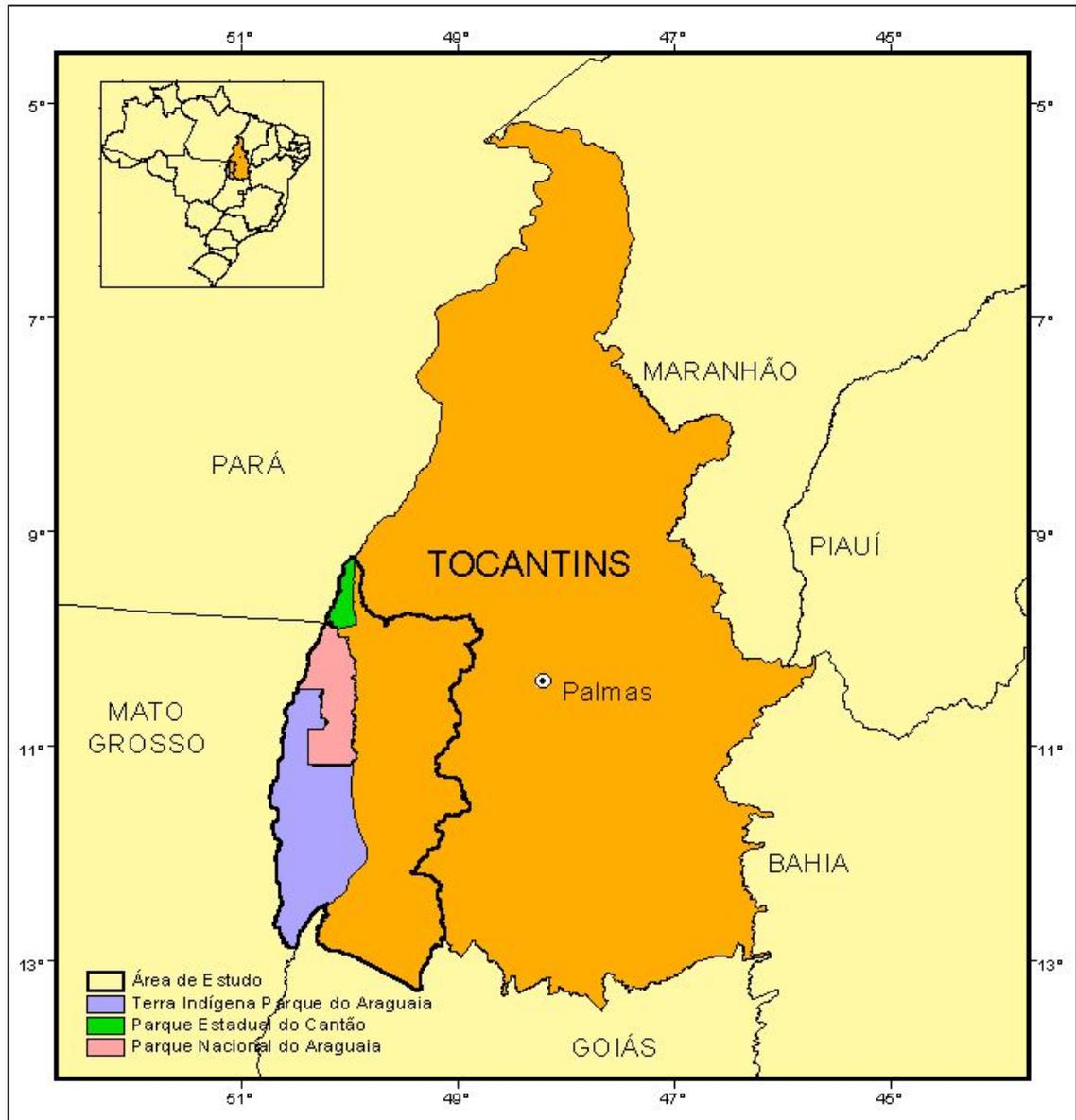


Figura 3.1. Localização da área de estudo.

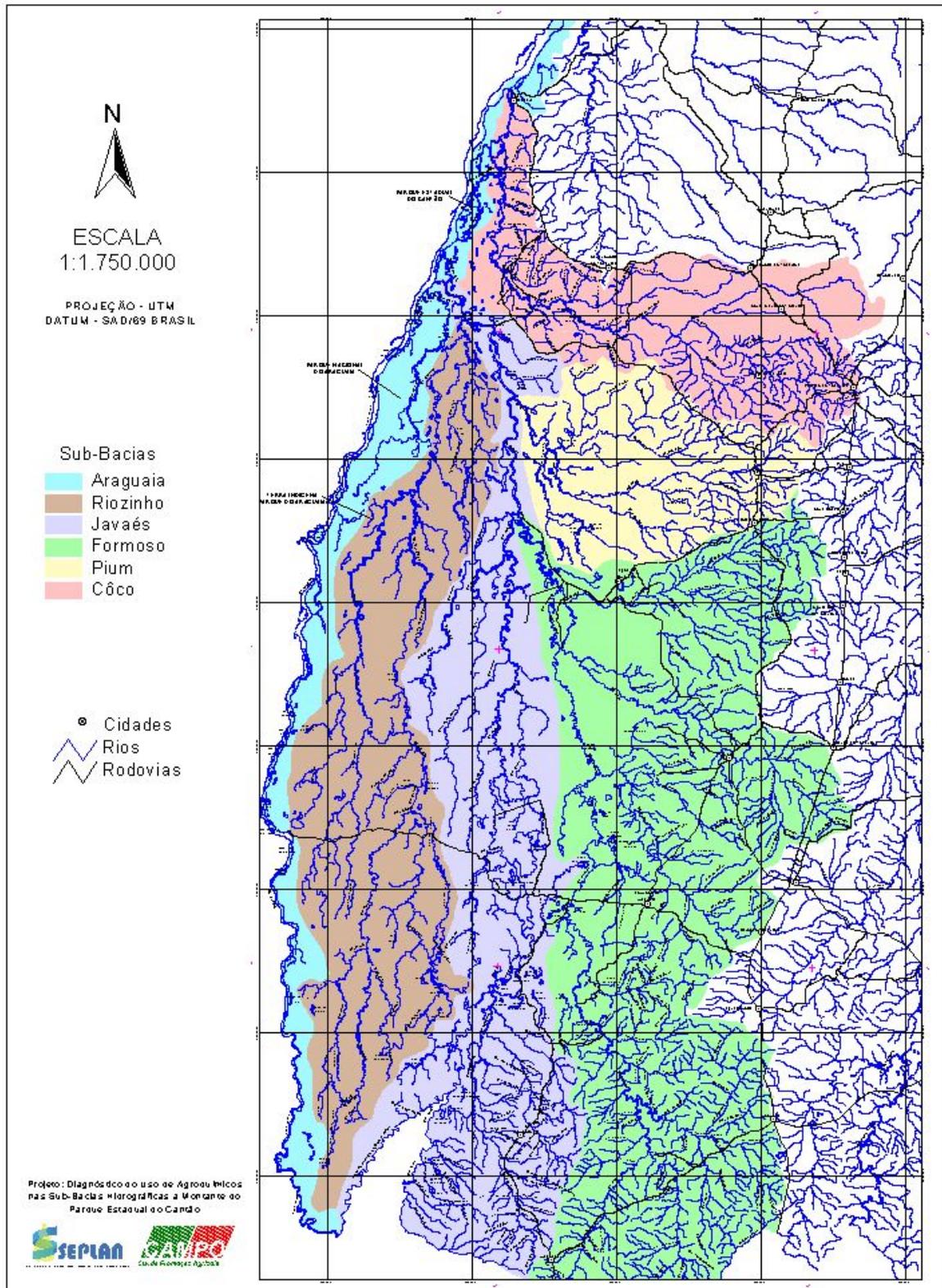


Figura 3.2. Sub-bacias hidrográficas a montante do Parque Estadual do Cantão.

Tabela 3.1. Principais espécies de vertebrados observadas nos projetos agrícolas da área de estudo:

	Espécie (nome comum)	Nome científico	Local
Mamíferos	anta	<i>Tapirus terrestris</i>	Faz. Imperador
	boto-cor-de-rosa	<i>Inia geoffrensis</i>	Lagoão, rio Formoso, rio Riozinho
	capivara	<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	Toda região
	cervo-do-pantanal	<i>Blastocerus dichotomus</i>	Toda região
Aves	biguá	<i>Phalacrocorax brasilians</i>	Toda região
	cabeça-seca	<i>Mycteria americana</i>	Toda região
	carcará	<i>Polyborus plancus</i>	Toda região
	cigana	<i>Opistocerus dichotomus</i>	Lagoão, Projeto Formoso
	colhereiro	<i>Platalea ajaja</i>	Toda região
	curicaca	<i>Theristicus caudatus</i>	Toda região
	ema	<i>Rhea americana</i>	Toda região
	garça-branca-grande	<i>Casmerodius albus</i>	Toda região
	garcinha-branca	<i>Egreta thula</i>	Toda região
	gavião-preto	<i>Buteogallus urubitinga</i>	Lagoão
	Inhuma	<i>Anhima cornuta</i>	Faz. Harpa
	marreca-caneleira	<i>Dendrocygna bicolor</i>	Toda região
	marreca-de-pé-vermelho	<i>Amazonetta brasiliensis</i>	Toda região
	pato-do-mato	<i>Cairina moschata</i>	Projeto Formoso
	paturi	<i>Dendrocygna viduata</i>	Toda região
	saracura	<i>Micropygia schomburgkii</i>	Projeto Formoso
	seriema	<i>Cariama cristata</i>	Projeto Formoso
	socó-boi	<i>Tringoides lineatum</i>	Projeto Formoso
	socó-grande	<i>Ardea cocoi</i>	Projeto Formoso, Lagoão
tuiuiú	<i>Jabiru mycteria</i>	Lagoão	
Répteis	iguana	<i>Iguana iguana</i>	Lagoão, rio Formoso
	jacaré-açu	<i>Melanosuchus niger</i>	Lagoão
	jacaré-tinga	<i>Caiman crocodilus</i>	Canais de irrigação, toda região
	tracajá	<i>Podocnemis unifilis</i>	Canais de irrigação, toda região
Peixes	arraia	<i>Potamotrygon</i> sp.	Canais de irrigação, toda região
	barbado	<i>Pinirampus prinampu</i>	Canais de irrigação, Projeto Formoso
	bicuda	<i>Boulengerella</i> sp.	Canais de irrigação, Projeto Formoso
	corvina	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	Canais de irrigação, Projeto Formoso
	jaraqui	<i>Semaprochilodus brama</i>	Toda região
	pacu	<i>Mylossoma duriventre</i>	Rio Javaés
	piau	<i>Leporinus</i> sp.	Canais de irrigação, Projeto Formoso
	pintado	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	Canais de irrigação, Projeto Formoso
	piranha	<i>Serrasalmus</i> sp.	Canais de irrigação, Projeto Formoso
	piranha-vermelha	<i>Pygocentrus nattereri</i>	Toda região
	pirarara	<i>Phratocephalos hemiolepterus</i>	Lagoão, rio Formoso
	pirarucu	<i>Arapaima gigas</i>	Lagoão
	tucunaré	<i>Cichla</i> sp.	Canais de irrigação, toda região



Foto 3.1. Paisagem típica de cerrado na região de Formoso do Araguaia.



Foto 3.2. Fisionomia dos campos de murunduns, frequentes na ilha do Bananal.



Foto 3.3. Mata de galeria ao longo do rio Urubu, sub-bacia do rio Formoso (Lagoa da Confusão).



Foto 3.4. Típica área antropizada no Projeto Formoso (Formoso) do Araguaia.



Foto 3.5. Entrada do rio do Côco no Lago Caboclo (Parque Estadual do Cantão).



Foto 3.6. Capivara em projeto de irrigação, COBRAPE (Lagoa da Confusão).



Foto 3.7. Bando de garças-brancas-grandes e colhereiro (centro) em área em pousio, fazenda Harpa (Dueré).



Foto 3.8. Fêmea de cervo-do-pantanal em área em pousio, fazenda Harpa (Dueré).



Foto 3.9. Casal de inhumas em área em pousio, fazenda Harpa (Dueré).



Foto 3.10. Bando de paturis em canal de irrigação no Projeto Formoso (Formoso do Araguaia).



Foto 3.11. Cabeças-secas em plantação de soja no Projeto Formoso (Formoso do Araguaia).



Foto 3.12. Ema em plantação de soja no Projeto Formoso (Formoso do Araguaia).



Foto 3.13. Pirarara capturada no rio Formoso (Formoso do Araguaia).



Foto 3.14. Exemplos de peixes da região coletados para análises (Formoso do Araguaia).



Foto 3.15. Revoada de pássaros no Projeto Formoso (Formoso do Araguaia).



Foto 3.16. Espécie de molusco bivalve frequentemente encontrada nas margens do rio Javaés (Formoso do Araguaia).

4 LEVANTAMENTO DO USO DE AGROQUÍMICOS

Nessa etapa do trabalho foram realizadas visitas e entrevistas em propriedades rurais com objetivo de quantificar o uso de agroquímicos, além de caracterizar a propriedade e os sistemas de produção empregados. A partir de observação em imagens de satélite das grandes áreas ocupadas com agricultura nas sub-bacias hidrográficas a montante do Parque Estadual do Cantão e consultas a órgãos técnicos relacionados à produção agrícola e proprietários rurais, foram determinadas as áreas alvo. Considerando a contribuição dos projetos agrícolas existentes na região, no que tange a utilização de agroquímicos nas áreas a montante do PEC, foram consideradas as seguintes sub-bacias hidrográficas:

- Bacia do Rio Pium;
- Bacia do Rio Formoso;
- Bacia do Rio Javaés;
- Bacia do Rio do Côco.

Os aspectos mais relevantes na escolha dos locais pesquisados foram: tamanho da propriedade, prática de agricultura irrigada e ocorrência de atividade produtiva. As sedes das propriedades visitadas foram georeferenciadas utilizando um GPS Garmim Summit.

As informações foram levantadas a partir de um questionário que abordava os seguintes temas: informações gerais da propriedade, uso da terra, sistema de produção e uso de agroquímicos, saneamento básico e saúde, consumo de alimentos, infra-estrutura, dentre outros. Durante as entrevistas (**Foto 4.1**) foram distribuídas cartilhas sobre a Destinação Final de Embalagens Vazias de Agrotóxicos, folhetos da EMBRAPA sobre a economia de inseticidas no controle de percevejos na soja, e cópias da Lei 9.974 e do Decreto nº 3.550, que tratam das alterações recentes da legislação sobre uso de agrotóxicos e descarte de embalagens. As informações obtidas nas entrevistas a partir do questionário aplicado foram inseridas num arquivo de banco de dados Access para posterior análise.

A partir dos dados de produção agrícola de dezembro de 2000 (fechamento da safra 1999/2000) fornecidos pelo IBGE (sede Palmas-TO), e pelo consumo médio por hectare dos agroquímicos levantados, foi feita uma estimativa do consumo de

agroquímicos nos municípios inseridos nas sub-bacias estudadas para as culturas de arroz e soja irrigados.

4.1 CONFECÇÃO DE MAPAS

Para a confecção dos mapas da área de estudo foram utilizados os temas Hidrografia, Bacias Hidrográficas, Sedes Municipais e Rodovias do Atlas do Tocantins elaborado pela Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente do Governo do Estado do Tocantins (SEPLAN, 1999). Os nomes dos rios, córregos e lagos foram acrescentados a partir das informações existentes nas seguintes cartas planialtimétricas de escala 1:250.000:

- Folha SC.22-X-C (MIR 278) – IBGE;
- Folha SC.22-Z-A (MIR 303) – DSG;
- Folha SC.22-Z-B (MIR 304) – DSG;
- Folha SC.22-Z-C (MIR 323) – DSG;
- Folha SC.22-Z-D (MIR 324) – DSG;
- Folha SC.22-X-A (MIR 343) – IBGE;
- Folha SC.22-X-B (MIR 344) – DSG.

Foram utilizadas também as seguintes imagens do satélite LANDSAT-ETM 7:

- 223/67 de 2/07/2001;
- 223/68 de 2/07/2001.

As imagens de satélite foram georeferenciadas, tratadas, unidas em mosaico, recortadas e convertidas para o formato bil no software ENVI. Os dados obtidos durante a etapa de georeferenciamento, entrevistas às propriedades, pontos de coleta de dados, imagens de satélite, além dos temas utilizados do Atlas de Tocantins supracitados, foram unidos em um arquivo para a elaboração dos mapas no software ArcView.

4.2 ASPECTOS GERAIS DAS PROPRIEDADES

A **Tabela 4.1** apresenta as propriedades rurais que foram entrevistadas. A localização de algumas propriedades não foi apresentada, pois a entrevista nesses casos foi realizada fora das propriedades, de modo que as coordenadas não foram tomadas. O nome de certas propriedades foi repetido na **Tabela 4.1** quando ocorria a ocupação por mais de um arrendatário. A **Figura 4.1** (ver Mapa 2 em anexo) apresenta na imagem de satélite da região a localização das propriedades visitadas. Os códigos de propriedade de número 20 e 24 representam diversas propriedades do Projeto Rio Formoso, envolvendo 100% das propriedades da COOPERFORMOSO e aproximadamente 50% da COOPERGRAN. As propriedades denominadas Fazenda Luíza (códigos 4, 7 e 18), Fazenda Santa Edwiges (códigos 8 e 9) e Fazenda Barreira da Cruz (códigos 15 e 16) representam diversas áreas arrendadas.

4.2.1 Água consumida

A cisterna é a principal fonte de abastecimento dos domicílios das propriedades rurais entrevistadas (60,9%), seguida dos poços artesianos (30,4%) e rios (8,7%) (Figura 4.2).

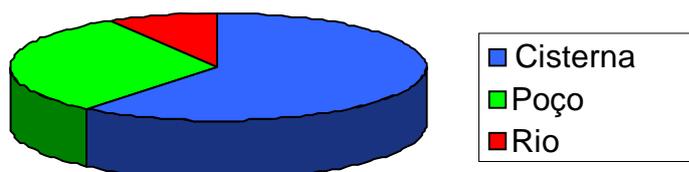


Figura 4.2. Origem da água que abastece as residências.

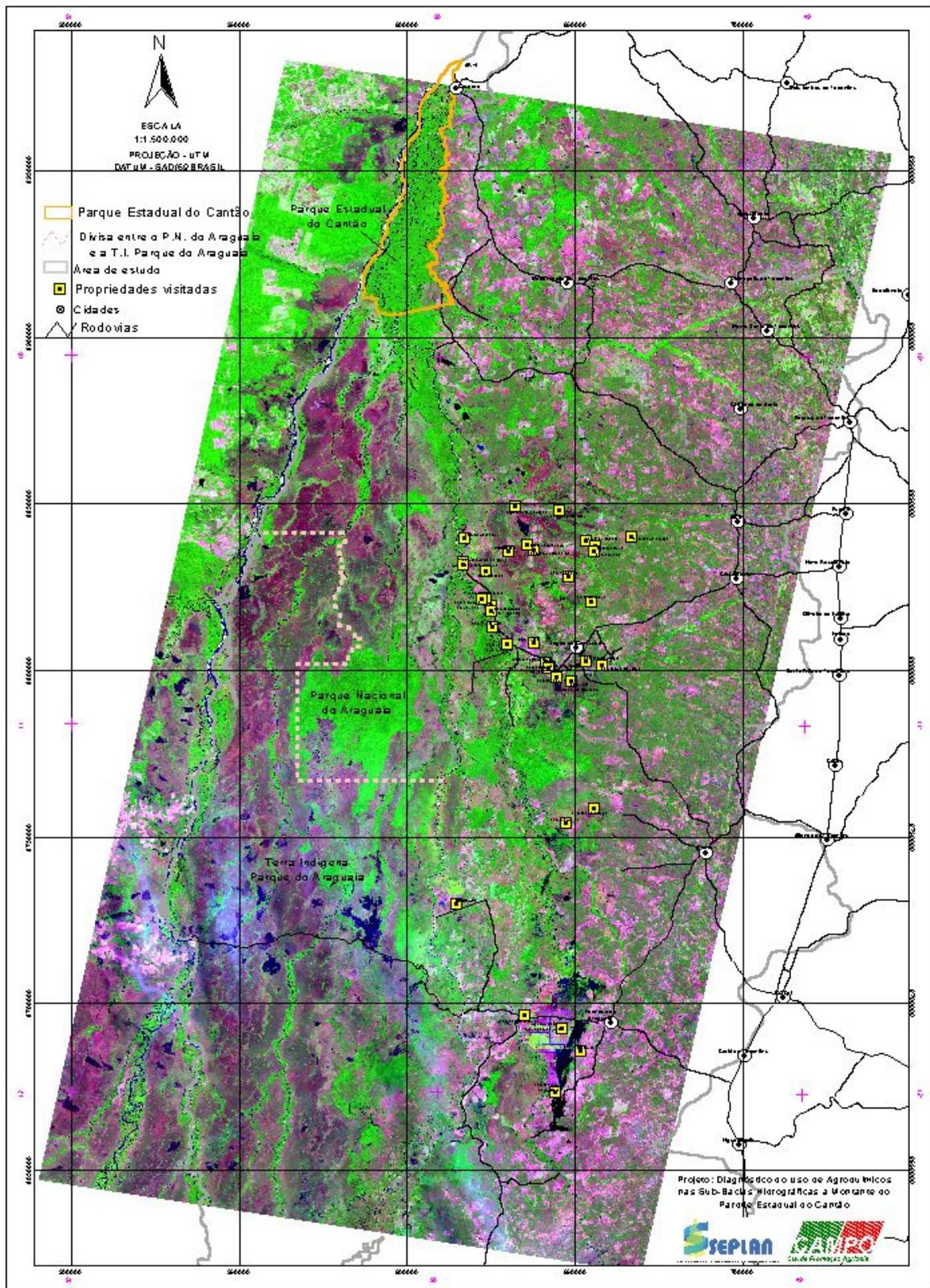


Figura 4.1. Imagem de satélite com a localização das propriedades visitadas na área de estudo.

Tabela 4.1. Identificação e informações gerais das propriedades entrevistadas:

Código	Nome da Propriedade	Lat UTM	Long UTM	Área Total (ha)	Principal Atividade Produtiva
1	Faz. Pau Brasil	8838686	652977	609	arroz irrigado
2	Faz. Santo Antônio	8802186	641036	460	arroz irrigado
3	Faz. Santa Rita	8800968	642542	588	arroz irrigado
4	Faz. Luíza	8808266	637470	600	arroz irrigado
5	Faz. Dois Irmãos	---	---	2.300	arroz irrigado
6	Faz. Estância Recanto Dourado	8796696	648745	580	arroz irrigado
7	Faz. Luíza	8808266	637470	480	arroz irrigado
8	Faz. Santa Edwiges	8849174	631872	580	soja irrigada
9	Faz. Santa Edwiges	8849174	631872	9.000	arroz irrigado
10	Agropecuária São Francisco de Assis	8692512	646127	1.300	arroz irrigado
11	Faz. do Campus da UNITINS	8673346	644033	125	arroz irrigado
12	Faz. Imperador	8839795	616965	10.016	arroz irrigado
13	Companhia Brasileira Agropecuária	8729966	614560	20.445	agricultura irrigada e pecuária
14	Faz. Porto Alegre	8802760	653207	900	arroz irrigado
15	Faz. Barreira da Cruz	8832442	616668	3.000	arroz irrigado
16	Faz. Barreira da Cruz	8832442	616668	3.000	feijão irrigado
17	Faz. Trindade	8819336	624772	2.500	arroz irrigado
18	Faz. Luíza	8808266	637470	430	arroz irrigado
19	Faz. Ponte Alta	8813182	625135	5.000	arroz irrigado
20	Cooperativa COOPERFORMOSO	---	---	12.932	arroz e soja irrigados
21	Agroindustrial de Cereais Verdes Campos	---	---	3.333	arroz e soja irrigados
22	Agropecuária Rio Bonito e Rio Dourado	---	---	600	arroz e soja irrigados
23	Estância Terra Negra	8807768	629752	3.000	arroz irrigado
24	Cooperativa COOPERGRAN	---	---	3.500	arroz e soja irrigados

Do total amostrado, 39,1% dos entrevistados não realizam nenhum tipo de tratamento da água. O principal tratamento é a filtragem, realizada por 52,2% das propriedades entrevistadas. O restante, 8,7%, adiciona cloro à água (**Figura 4.3**).

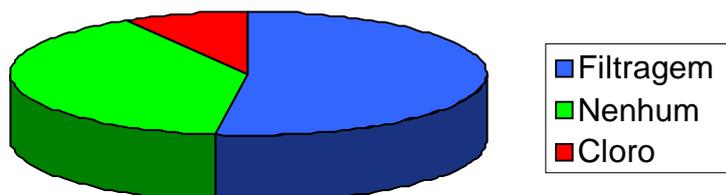


Figura 4.3. Tratamento recebido pela água consumida.

4.2.2 Saneamento básico

A fossa seca é o principal destino dado aos dejetos, sendo o sistema utilizado em 69,6% das residências das propriedades. Outros destinos utilizados são: fossa séptica (13,0%), mato (13,0%) e buraco (4,3%) (**Figura 4.4**).

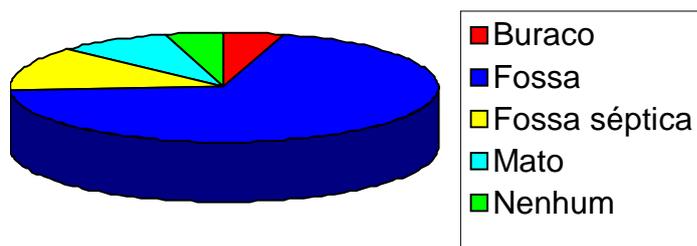


Figura 4.4. Destino dado aos dejetos da residência.

Segundo os entrevistados, em 47,8% das propriedades o lixo produzido é jogado em buracos; em 30,4% queimado e jogado em buracos; em 17,4% queimado e, em 4,3% das propriedades é levado em sacos para as lixeiras da cidade (**Figura 4.5**).

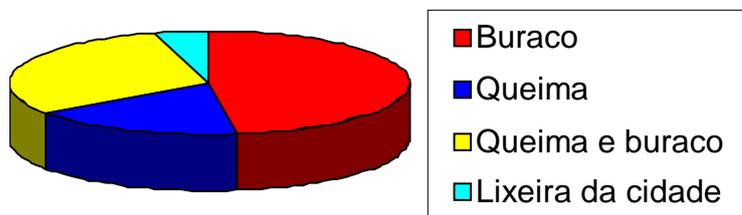


Figura 4.5. Destino dado ao lixo.

Das propriedades entrevistadas, um total de 73,9% já foram borrifadas pela saúde pública alguma vez. Esta prática inibe parcialmente a proliferação de animais (insetos) que possam prejudicar a saúde humana.

4.2.3 Alimentos locais mais consumidos

Dentre os alimentos disponíveis na propriedade o arroz foi o mais consumido, sendo citado por 95,7% das propriedades. Os outros mais consumidos foram: peixe (citado por 47,8% das propriedades), carne (39,1%), feijão (34,8%) e ovo (17,4%). Ainda na lista dos alimentos consumidos foram informados: abóbora, mandioca, frango, melancia, milho, tomate, verdura e frutas. Apenas em uma propriedade o consumo de alimentos produzidos na mesma é inexistente.

Dos peixes mais consumidos o piau foi citado por 56,5% das propriedades entrevistadas, o tucunaré por 34,8%, o pacu por 26,1%, o pintado e a piranha por 8,7% e o pirarucu e a traíra por 4,3%.

4.2.4 Doenças

Dentre as doenças mais comuns e/ou graves que já ocorreram na propriedade, a malária e a infecção intestinal são as mais importantes. A malária foi citada por 43,5% dos entrevistados; infecção intestinal por 29,1%; verminose, por 26,1%; alergia e dor de cabeça relacionada a agroquímicos, por 21,7%; e dengue, disenteria, gripe e hepatite, por 8,7% dos entrevistados. Em 8,7% das propriedades não foi mencionada ocorrência

de doença. No caso da malária, o valor citado se refere a ocorrência na região, e não na propriedade. Foram mencionados casos de malária nas seguintes propriedades: Fazenda Santa Edwiges (4 casos), Fazenda Barreirinha (1 caso), Fazenda Imperador (1 caso fatal), Fazenda Luíza (1 caso) e Fazenda Estância Terra Negra (1 caso).

4.3 INFORMAÇÕES GERAIS DE UTILIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES

Na **Tabela 4.2** são apresentadas as informações de uso do solo nas propriedades entrevistadas e as áreas de produção dos diversos municípios inseridos nas bacias estudadas. A amostragem da pesquisa foi altamente representativa em vista da grande cobertura das principais culturas, entre elas, soja (73,7% da área informada pelo IBGE) e arroz (58,3%) – culturas altamente tecnificadas com alto grau de utilização de agroquímicos.

Em algumas culturas (abacaxi, abóbora, algodão, feijão, girassol, milho e sorgo) o percentual amostrado foi superior a 100%, o que pode ser explicado pela variação temporal entre a pesquisa do IBGE e o presente estudo. O cultivo das principais culturas da época da seca é ilustrado nas **Fotos 4.2 a 4.5**.

Tabela 4.2. Área amostrada para cada tipo de uso e área total plantada (em hectares) para os municípios da região de acordo com o IBGE (safra 1999/2000). O percentual amostrado corresponde à relação entre área amostrada e área de produção fornecida pelo IBGE:

Tipo de uso	Total Amostrado	Lagoa	Formoso	Araguaçu	Chapada de Areia	Dueré	Pium	Sandolândia	Cristalândia	Total da Região	Percentual Amostrado
Abacaxi irrigado	9										>100
Abóbora	350										>100
Algodão irrigado	300										>100
Arroz irrigado	24.047	11.180	25.130			5.600	2.000		800	44.710	53,8
Feijão irrigado	1.145	15								15	>100
Girassol semente	60										>100
Melancia irrigada	360	250	1.655							1.905	18,9
Milheto irrigado	40										>100
Milho	170	800	1.200							2.000	8,5
Soja Irrigada	9.815	950	12.375							13.325	73,7
Sorgo irrigado	83			50						50	>100
Tomate irrigado	25		35							35	71,4
Total	36.404	13.195	40.395	50		5.600	2.000		800	62.040	58,7



Foto 4.1. Entrevista na fazenda Terra Negra (Lagoa da Confusão).



Foto 4.2. Cultivo de soja na COOPERFORMOSO (Formoso do Araguaia).



Foto 4.3. Colheita de feijão na fazenda Barreira da Cruz (Lagoa da Confusão).



Foto 4.4. Cultivo de melancia na fazenda Luíza (Lagoa da Confusão).



Foto 4.5. Cultivo de algodão (esquerda) e soja (direita) na COBRAPE (Lagoa da Confusão).

4.4 USO DE AGROQUÍMICOS

Todas as propriedades visitadas fazem uso de fertilizantes, herbicidas, inseticidas, fungicidas e mecanização agrícola. Com relação à utilização de Sistema de Controle de Pragas e Doenças, a maioria utiliza tratamento exclusivo com agroquímicos.

Algumas propriedades (8,4%) realizam Manejo Integrado de Pragas e Plantas Daninhas. Através da utilização de técnicos treinados (monitor de pragas ou pragueiros), é feito o monitoramento das pragas (amostragem para controle da população) e das plantas daninhas (medição do estágio de desenvolvimento e do índice de incidência). Com a aplicação deste sistema, obtém-se uma economia significativa de determinados insumos de produção como herbicidas e inseticidas.

A manutenção da fauna que atua no controle da população de roedores e insetos (predação) também é considerada em algumas propriedades. A maioria das propriedades entrevistadas (87,5%) faz uso de receituário agrônômico.

Com relação à nova legislação sobre o uso de agrotóxicos e descarte de embalagens (Lei nº 9.974 e Decreto nº 3.550), 62,5% dos entrevistados afirmaram ter conhecimento. Atualmente o tratamento dado às embalagens de agroquímicos nas

propriedades consiste em lavagem tríplice (realizado por 79,2%) e amassamento (4,1%). Em cerca de 16,7% das propriedades não é realizado nenhum tipo de tratamento das embalagens (**Figura 4.6**).

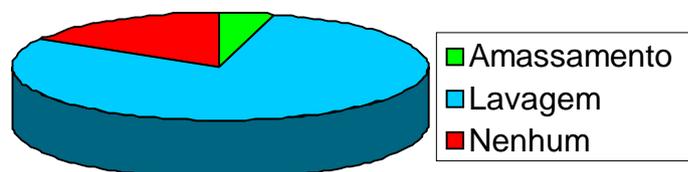


Figura 4.6. Tratamento recebido pelas embalagens vazias de pesticidas.

A respeito do descarte das embalagens, 50% das propriedades entregam as embalagens para as Cooperativas (**Figura 4.7**). Araújo *et al* (2000) estudando o cultivo do tomate em Pernambuco relataram que a maior parte das embalagens de agrotóxicos utilizados era queimada, enterrada ou não tinha um destino previamente estabelecido. A nova legislação sobre o uso de agrotóxicos e descarte de embalagens (Lei nº 9.974 de 6 de junho de 2000) entraria em vigor em 27 de julho de 2000 conforme regulamenta o Decreto nº 3.550. Porém o Decreto nº 3.828 de 31 de maio de 2001 prorroga para 31 de maio de 2002 o prazo para estruturação adequada das entidades responsáveis pelas operações de recebimento, recolhimento e destinação das embalagens de agrotóxicos. O conteúdo completo dessas resoluções encontra-se no item nº 7.

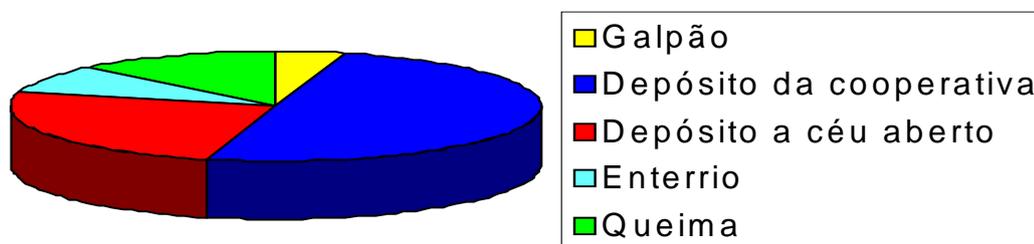


Figura 4.7. Forma de descarte das embalagens de pesticidas.

De acordo com 83% dos entrevistados não houve ocorrência de intoxicação por aplicação de agroquímico ou acidente com o mesmo. Os 16,7% dos casos relatados se

referem à contaminação durante a aplicação de Furadan e Gramoxone. Outro tipo de contaminação ocorrida aconteceu durante a abertura de embalagem com inoculante onde o produto acidentalmente atingiu os olhos do usuário ocasionando perda parcial da visão.

As **Tabelas 4.3, 4.4 e 4.5** apresentam os herbicidas, inseticidas e fungicidas utilizados pelas propriedades entrevistadas. As informações adicionais das tabelas foram retiradas do Compêndio de Defensivos Agrícolas (Andrei, 1999) e do AGROFIT on line (Ministério da Agricultura, 2002). Os valores das dosagens correspondem à margem recomendada da cultura utilizada na propriedade. As **Tabelas 4.6 e 4.7** apresentam os insumos utilizados nas propriedades entrevistadas para as culturas de arroz e soja. Para o cálculo da estimativa do uso de agroquímicos nos municípios inseridos nas bacias de estudo, foi estabelecido um uso médio por hectare baseado nos dados coletados nas entrevistas e dados das áreas plantadas de cada município para as culturas de arroz e soja.

4.5 SISTEMAS DE PRODUÇÃO

A ocorrência de contaminação do meio ambiente por agroquímicos está intimamente relacionada com o sistema de produção utilizado, que determina a seqüência operacional das atividades realizadas durante o ciclo de produção. A fim de melhor conhecer os sistemas de produção praticados, foram tomados como modelos as principais culturas da região, o arroz e a soja irrigados.

4.5.1 Sistema de produção: arroz irrigado

Calagem

A calagem é realizada aplicando-se calcário ao solo com objetivo de corrigir a acidez do mesmo suprindo-o com cálcio e magnésio. A quantidade a ser aplicada é definida através de análise de solo da área a ser corrigida. Normalmente a aplicação é realizada nos meses de setembro e outubro antes do plantio e a incorporação é realizada através de gradagem aradora ou aração.

Tabela 4.3. Informações gerais sobre os herbicidas utilizados na região:

Nome Comercial	Fabricante	Princípio Ativo	Grupo Químico	CT	PA	Observação	Dosagem Recomendada	Carência
Ally	Du Pont do Brasil S.A.	Metsulfuron-methyl	Sulfoniluréias	III			0,003 kg/ha	30
Basagran	Basf S.A.	Bentazon	Benzotiadiazina	III			1,2 l/ha	35 a 90
Chart	Novartis Biociências S.A.	Oxasulfuron	Sulfoniluréias	II	P	Altamente móvel no meio ambiente, alto potencial de deslocamento no solo, podendo atingir áreas vizinhas e lençol freático	0,08 kg/ha	ND
Diuron 500 SC	AGRIPEC Química e Farmacêutica S.A.	Diuron	Uréias substituídas	II			1,6-4,0 l/ha	120
Doble	Basf S.A.	Acifluorfen/bentazon	Benzotiadiazina/ Difeniléter	II			2,0 l/ha	90
Goal BR	Rohm and Haas Química LTDA	Oxyfluorfen	Difeniléter	II			1,0-4,0 l/ha	70
Gramocil	Zeneca Brasil LTDA	Paraquat/diuron	Bipiridílios/Uréias substituídas	II	MP		2,0-3,0 l/ha	120
Gramoxone 200	Zeneca Brasil LTDA	Paraquat	Bipiridílios	II	MP		1,5-3,0 l/ha	7
Gunner		Acifluorfen/bentazon	Benzotiadiazina/Dif eniléter					90
Herbadox	Cyanamid Química do Brasil S.A.	Pendimethalin	Dinitroanilinas	II			1,5-3,5 l/ha	60
Nominee 400 SC	Iharabras S.A.	Bispyribac-sodium	Carboxiprimidimil	II	P		0,1-0,125 l/ha	118
Poast	Basf S.A.	Sethoxydim	Ciclo-hexenos	II			1,0-1,25 l/ha	60
Propanil 360	AGRIPEC Química e Farmacêutica S.A.	Propanil	Anilidas	II			10 l/ha	80
Raptor 70 DG	Cyanamid Química do Brasil S.A.	Imazamox	Imidazolinona	III	P		0,06-0,07 kg/ha	70
Ronstar SC	Rhône-Poulenc Agro Brasil LTDA	Oxadiazon	Oxadiazoles	III			2,5 l/ha	ND
Select 240 CE	Hokko do Brasil	Clethodim		II	P		0,35-0,45 l/ha	ND feijão
Stam 360	Rohm and Haas Química LTDA	Propanil	Anilidas	II			10 l/ha	80
Stampir BR	Rohm and Haas Química LTDA	Propanil e triclopir	Anilidas e Piridiloxiacético	III	AP	Altamente móvel no meio ambiente, alto potencial de deslocamento no solo, podendo atingir áreas vizinhas e lençol freático altamente tóxico para org. aquáticos		
Targa 50 CE	Rhône-Poulenc Agro Brasil LTDA	Quizalofop-p-ethyl	Éster propiônico fenoxi	I	MP		1,5-2,0 l/ha	30
Trifluralina Nortox	Nortox S.A.	Trifluralin	Dinitroanilinas	II			1,2-2,4 l/ha	ND
U 46 D-Fluid 2,4-D	Basf S.A.	2,4-D		I		Ação sistêmica. Fazer o tratamento com pouca ou sem água de irrigação	0,7-1,5 l/ha	-
Volt	Basf S.A.	Acifluorfen/bentazon	Benzotiadiazina/ Difeniléter	I	MP	Altamente móvel no meio ambiente, alto potencial de deslocamento no solo, podendo atingir áreas vizinhas e lençol freático. Altamente tóxico para organismos aquáticos. Altamente persistente no ambiente	1,2-1,5 l/ha	90

Legenda: CT: Classe Toxicológica; PA: Periculosidade Ambiental; AP: Altamente Perigoso; EP: Extremamente Perigoso; MP: Muito Perigoso; P: Perigoso; ND: Não determinado

Tabela 4.4. Informações gerais sobre os inseticidas utilizados na região:

Nome comercial	Fabricante	Princípio Ativo	Grupo Químico	CT	PA	Observação	Dosagem Recomendada	Carência
Actara								
Azodrin 400	Cyanamid Química do Brasil S.A.	Monocrotophos	Organofosforados	II	AP	Altamente perigoso ao meio ambiente. Altamente tóxico para aves, abelhas e organismos aquáticos	0,3-2,3 l/ha	9 a 29
Baculovírus								
Baytroid CE	Bayer S.A.	Cyfluthrin	Piretróides sintéticos	III			0,125 l/ha	20
Confidor	Bayer S.A.	Imidacloprid	Nitroguanidinas	IV	P	Altamente tóxico a abelhas e aves	0,2-0,3 kg/ha	21
Corsair 500 CE	Rhône-Poulenc Agro Brasil LTDA	Permethrin	Piretróides sintéticos	II	P	Tóxico para peixes e abelhas	0,03-0,1 l/ha	3 a 60
Decis	Hoechst Schering AgrEvo do Brasil LTDA	Deltramethrin	Piretróides sintéticos	I	EP	Não recomendado como inseticida aquático	0,05-0,4 l/ha	1 a 7
Karate 50 CE	Zeneca Brasil LTDA	Lambdacyhalothrin	Piretróides sintéticos	II		Tóxico para abelhas e organismos aquáticos	0,1-0,4 l/ha	7 a 30
Lannate BR	DU PONT do Brasil S.A.	Methomyl	Carbamato	I	EP	Tóxico para peixes, aves e outros animais silvestres. Tóxico para abelhas expostas a aplicação direta. Não aplicar diretamente na água	0,3-1,5 l/ha	-
Lorsban 480 BR	Dow Agrosciences Industrial LTDA	Chlorpyrifos	Organofosforados	II	MP		0,3-1,5 l/ha	13 a 21
Match	Novartis Biociências S.A.	Iufenuron	Aciluréia	IV	MP	Altamente tóxico a organismos aquáticos (microcrustáceos) e altamente persistente	0,8-1,0 l/ha	10 a 14
Metamidafós 600	Fersol Indústria e Comércio LTDA	Methamidophos	Organofosforados	II			0,5-1,0 l/ha	21
Nomolt	Cyanamid Química do Brasil S.A.	Teflubenzuron		IV			0,05 l/ha	30
Nuvacron 400	Novartis Biociências S.A.	Monocrotophos	Organofosforados	I	AP	Altamente perigoso ao meio ambiente. Altamente tóxico para aves, abelhas e organismos aquáticos	0,3-1,25 l/ha	9 a 21
Polo 500	Novartis Biociências S.A.	Diafenthiuron	Tiouréia	I	MP	Altamente tóxico a organismos aquáticos e altamente persistente	0,5kg/ha	21
Pounce 384 CE	FMC do Brasil Indústria e Comércio LTDA	Permethrin	Piretróides sintéticos	IV	MP		0,065 l/ha	20
Sumidan 25 CE	Iharabrás S.A.	Esfenvalerate	Piretróides sintéticos	I		Tóxico para peixes e abelhas	0,3-0,4 l/ha	4 a 30
Talcord 250 CE	Cyanamid Química do Brasil S.A.	Permethrin	Piretróides sintéticos	II		Tóxico para peixes e abelhas	0,06-0,12 l/ha	3 a 60
Tifon 250 SC	Hoechst Schering AgrEvo do Brasil LTDA	Permethrin	Piretróides sintéticos	III		Não recomendado como inseticida aquático	0,05 l/ha	60
Vertimec 18	Novartis Biociências S.A.	Abamectina	Avermerctinas	III	MP	Altamente irritante aos olhos e tóxicos a organismos aquáticos	0,075-0,1 l/ha	3

Legenda: CT: Classe Toxicológica; PA: Periculosidade Ambiental; AP: Altamente Perigoso; EP: Extremamente Perigoso; MP: Muito Perigoso; P: Perigoso

Tabela 4.5. Informações gerais sobre os fungicidas utilizados na região:

Nome Comercial	Fabricante	Princípio ativo	Grupo Químico	CT	PA	Observação	Dosagem Recomendada	Carência
Bim 750 BR	Dow Agrosciences Industrial LTDA	Tricyclazole	Benzotiazóis	II			0,2-0,3 kg/ha	30
Cercobin 700 PM	Iharabrás S.A.	Thiophanate-methyl	Benzimidazoles	IV			0,7 kg/ha	14
Cobox	Basf S.A.	Oxicloreto de cobre	Cúprico	IV			1,5-2,0 kg/ha	7
Derosal 500 SC	Hoechst Schering AgrEvo do Brasil LTDA	Carbendazin	Benzimidazóis	III			0,08 l/100 kg de semente	ND trat. semente
Euparen M 500 PM	Bayer S.A.	Tolyfluanid	Derivado de anilinas	III	MP	Altamente tóxico para organismos aquáticos (peixes)	0,150 kg/100 kg de semente	ND trat. semente
Folio	Novartis Biociências S.A.	Metalxil/Clorotalonil	Alalinato/Carbonitrila	II	MP	Altamente tóxico para organismos aquáticos e altamente persistente no meio ambiente	2,4-3,2 kg/ha	7
Fongorene	Novartis Biociências S.A.	Pyroquilon	Quinolina	III			0,8 kg/100 kg de sementes	ND trat. semente
Green Sol								
Persist SC	Rohm and Haas Química LTDA	Mancozebe	Ditiocarbamato	III			3,2-4,8 l/ha	32
Rhodiauram SC	Rhône-Poulenc Agro Brasil LTDA	Thiram	Ditiocarbamato	III	AP	Altamente tóxico para peixes	NR para arroz	ND
Rovral SC	Rhône-Poulenc Agro Brasil LTDA	Iprodione	Hidantoínas	IV	P		12-15 l/ha	1
Score	Novartis Biociências S.A.	Difenoconazole	Triazóis	I			NR para arroz	
Tegram	Rhône-Poulenc Agro Brasil LTDA	Thiram/thiobendazole	Ditiocarbamato/Benzimidazóis	II	MP		0,2 l/100 kg de semente	ND trat. semente
Vitavax 750 PM BR	Uniroyal Química S.A.	Carboxin	Anilidas	II			0,15-0,25 kg/100 kg semente	ND trat. semente

Legenda: CT: Classe Toxicológica; PA: Periculosidade Ambiental; AP: Altamente Perigoso; EP: Extremamente Perigoso; MP: Muito Perigoso; P: Perigoso; ND: Não determinado; NR: Não recomendado

Tabela 4.6. Total amostrado e uso médio por hectare de insumos utilizados no cultivo do arroz irrigado por safra. Os valores para os municípios e total da região foram extrapolados de acordo com a área plantada (IBGE). Em negrito, produtos não recomendados. Unidades em quilos ou doses (inoculantes):

Cultura	Insumo	Produto	Total Amostrado	Uso Médio/ha	Lagoa	Formoso	Araguaçu	Chapada de Areia	Dueré	Pium	Sandolândia	Cristalândia	Total da Região	
Arroz irrigado	fertilizante	Calcário	600.000	25,590	286.092	643.067			143.302	51.179		20.472	1.144.112	
		KCl	100.000	4,265	47.682	107.178			23.884	8.530		3.412	190.685	
		NPK	8.823.400	376,313	4.207.174	9.456.734			2.107.350	752.625		301.050	16.824.933	
		Sulfato de amônia	523.200	22,314	249.472	560.755			124.959	44.628		17.851	997.666	
		Uréia	2.849.900	121,546	1.358.889	3.054.463			680.660	243.093		97.237	5.434.343	
	fertilizante Total			12.896.500	550,03	550.028	13.822.197			3.080.155	1.100.055		440.022	24.591.739
	fungicida	Bim	7.886	0,336	3.760	8.452			1.884	673			269	15.038
		Cercobim	3.489	0,149	1.664	3.739			833	298			119	6.653
		Fongorene	494	0,021	236	529			118	42			17	942
		Green Sol	1.273	0,054	607	1.364			304	109			43	2.427
		Persist	24.850	1,060	11.849	26.634			5.935	2.120			848	47.385
		Rhodiauram	941	0,040	448	1.008			225	80			32	1.793
		Score	600	0,026	286	643			143	51			20	1.144
		Tegram	309	0,013	147	331			74	26			11	589
		Vitavax	879	0,037	419	942			210	75			30	1.676
	fungicida Total			40.720	1,74	1.737	43.643			9.726	3.473		1.389	77.648
	herbicida	Ally	10	0,000	5	11			2	1			0	19
		Goal BR	6.642	0,283	3.167	7.119			1.586	567			227	12.665
		Herbadox	12.850	0,548	6.127	13.772			3.069	1.096			438	24.503
		Nominee	1.316	0,056	627	1.410			314	112			45	2.509
		Propanil	16.950	0,723	8.082	18.167			4.048	1.446			578	32.321
		Ronstar	26.590	1,134	12.679	28.499			6.351	2.268			907	50.703
		Stam	875	0,037	417	938			209	75			30	1.668
		Stampir	32.592	1,390	15.541	34.931			7.784	2.780			1.112	62.148
		U 46 D-Fluid 2,4-D	3.210	0,137	1.531	3.440			767	274			110	6.121
	herbicida Total			10.1035	4,31	4.309	108.287			24.131	8.618		3.447	192.659
	inoculante	Biobas	4.837	0,206	2.307	5.185			1.155	413			165	9.224
	inseticida	Azodrin	1.203	0,051	574	1.289			287	103			41	2.294
		Decis	324	0,014	154	347			77	28			11	617
		Metamidofós	5.280	0,225	2.518	5.659			1.261	450			180	10.068
		Monocrotofós	6.687	0,285	3.189	7.167			1.597	570			228	12.751
		Nuvacron	5.156	0,220	2.458	5.526			1.231	440			176	9.832
		Piretróide	682	0,029	325	731			163	58			23	1.300
Pounce		140	0,006	67	150			33	12			5	267	
Talcord		108	0,005	51	116			26	9			4	206	
inseticida Total			19.580	0,835	9.336	20.985			4.676	1.670		668	37.336	

Tabela 4.7. Total amostrado e uso médio por hectare de insumos utilizados no cultivo da soja irrigada por safra. Os valores para os municípios e total da região foram extrapolados de acordo com a área plantada (IBGE). Unidades em quilos ou doses (inoculantes):

Cultura	Insumo	Produto	Total Amostrado	Padrão Médio/ha	Lagoa	Formoso	Araguaçu	Chapada de Areia	Dueré	Pium	Sandolândia	Cristalândia	Total da Região		
Soja irrigada	fertilizante	Micronutrientes	8.765	1,042	990	12.890							13.880		
		KCI	81.000	9,626	9.144	119.118							128.262		
		NPK	3.293.125	391,340	371.773	4.842.831								5.214.604	
		fertilizante Total		3.382.890	402,007	381.907	4.974.839							5.356.746	
	fungicida	Tegram		3.405	0,405	384	5.007							5.392	
		Vitavax		289	0,034	33	425							457	
		fungicida Total		3.642	0,433	411	5.356							5.767	
	herbicida	Basagran		1.380	0,164	156	2.029							2.185	
		Chart		29	0,003	3	43							46	
		Doble		1.160	0,138	131	1.706							1.837	
		Gramoxone		6.600	0,784	745	9.706							10.451	
		Gunner		608	0,072	69	893							962	
		Poast		580	0,069	65	853							918	
		Raptor		60	0,007	7	88							95	
		Targa		9.271	1,102	1.047	13.634								14.680
		Volt		6.605	0,785	746	9.713								10.459
		herbicida Total		26.293	3,124	2.968	38.665							41.634	
	inoculante	Bradirizobium		208	0,025	23	305							329	
		Inoculante		19.588	2,328	2.211	28.806							31.017	
		inoculante Total		19.796	2,352	2.235	29.111							31.346	
	inseticida	Azodrin		580	0,069	65	853							918	
		Baculovírus		2.310	0,275	261	3.397							3.658	
		Baytroid CE		6	0,001	1	9							10	
		Corsair		70	0,008	8	102							110	
		Decis		1.624	0,193	183	2.388							2.572	
		Match		101	0,012	11	149							160	
		Metamidofós		3.058	0,363	345	4.496							4.841	
		Monocrotofós		500	0,059	56	735							792	
		Piretróide		60	0,007	7	88							95	
		Sumidan		116	0,014	13	171							184	
		Talcord		116	0,014	13	171							184	
		Tifon		102	0,012	11	149							161	
			inseticida Total		8.642	1,027	976	12.709							13.685

Preparo do solo

Após a colheita da soja da entressafra a área se apresenta bastante limpa, bastando duas gradagens (uma com aradora e outra com niveladora) para se obter um solo bem nivelado e pronto para o plantio. Quando não há plantio de soja anteriormente ao arroz, em algumas vezes torna-se necessário a realização de duas operações com grade aradora (**Foto 4.6**).

Tratamento de sementes

No tratamento de sementes é feita aplicação de fungicidas (Vitavax-Thiran, Fongorene ou Rhodiauran) para proteção contra doenças que podem ser veiculadas pela semente ou pré-existentes no solo. Esta operação é realizada com o auxílio de tambor giratório, betoneiras ou máquinas de tratar sementes imediatamente antes do plantio (outubro/novembro).

Plantio

A operação de plantio é realizada nos meses de outubro e novembro com utilização de plantadeiras tracionadas por tratores, que sulcam o solo e depositam a semente e o adubo na profundidade adequada. Os gastos com sementes são de 90 a 100 kg/ha e as mesmas devem ser de boa procedência, oriunda de lavouras livres de doenças e ervas daninhas.

Com a finalidade de fornecer os nutrientes necessários à cultura é realizada uma adubação de base no plantio, contendo principalmente os macros nutrientes nitrogênio, fósforo, potássio e micronutrientes. Normalmente são utilizados adubos granulados de uma fórmula 06-20-20 + micronutrientes na dosagem de 300 a 350 kg/ha.

Controle de ervas daninhas

Tem como finalidade eliminar plantas invasoras para evitar a competição com a cultura por água, luz e nutrientes. Para o controle são utilizados herbicidas pré-emergentes, pós-emergentes ou uma combinação destes.

A aplicação é realizada por meio de pulverizadores de barras tracionadas por trator (pré-emergentes) ou por meio de avião agrícola, quando as condições de umidade do solo não permitem o uso de tratores.

Os herbicidas pré-emergentes, assim denominados por serem utilizados na fase anterior à emergência da cultura e das ervas daninhas, podendo também em casos específicos de alguns herbicidas serem aplicados após a emergência da cultura e

antes da emergência das ervas daninhas. Normalmente são aplicados imediatamente após o plantio (outubro e novembro), sendo que conforme foi constatado nas pesquisas de campo os produtos mais usados são: Ronstar (oxadiazon), Herbadox (pendimethalin) e Goal BR (oxyfluorfen).

Os herbicidas pós-emergentes são aplicados após a emergência da cultura e das invasoras, por volta de 20 a 40 dias após o plantio (novembro e dezembro). De acordo com os levantamentos de campo, os produtos mais usados são: Nominee 400 SC (bispiribac-sodium), Propanil 360 (propanil), U 46 D-Fluid (2,4-D) e Ally (metsulfuron-methyl).

Irrigação e drenagem

Na cultura do arroz é utilizado o método de irrigação por inundação, que consiste na manutenção de uma lâmina de água nas parcelas cultivadas. A água usada é captada de rios e reservatórios (barragens) por gravidade ou bombeada por meio de motobombas acionadas por motores elétricos ou estacionários (diesel).

Dos reservatórios ou das estações de bombeamento a água é conduzida através de canais até as parcelas. O início da irrigação ocorre 30 dias após o plantio. Durante o ciclo da cultura é mantida uma lâmina de 10 a 15 cm de água, estendendo-se até o mês de março quando é feita a drenagem das parcelas.

Durante o desenvolvimento da cultura podem ocorrer períodos de alta precipitação pluviométrica, o que provoca a elevação da lâmina da água. Para não haver prejuízo no desenvolvimento da cultura, é realizada drenagem das parcelas, onde a água drenada é bombeada ou conduzida para rios e lagos que estejam em um nível mais baixo que as parcelas cultivadas.

Controle de insetos

O controle de pragas é realizado através de pulverizações com inseticidas utilizando para isto aplicações aéreas com aviões agrícolas (**Foto 4.7**), uma vez que as lavouras permanecem com uma lâmina de água durante a maior parte de seu ciclo, o que limita o uso de tratores. Apesar desta prática ser a única viável no caso das lavouras inundadas, tem como inconveniente o fato de que o produto aplicado pode não ficar aderido à cultura, mas sim cair diretamente sobre a lâmina d'água afetando a vida aquática. Frequentemente há ocorrência de deriva quando ventos provocam o deslocamento de produto para outras áreas diferentes da que se está aplicando,

inclusive rios, matas e lagos. Em face disso, as aplicações devem seguir normas específicas.

As principais pragas na cultura do arroz são as lagartas e os percevejos, pragas com hábitos alimentares diferentes que ocorrem em diferentes fases da cultura. As lagartas atacam normalmente nos meses de novembro a janeiro e no seu controle os inseticidas mais usados são: Decis (deltramethrin), Pounce (permethrin) e Sumidan (esfenvalerate). Os percevejos normalmente atacam a cultura a partir da formação dos cachos, nos períodos de janeiro a março e os principais inseticidas usados no seu combate são: Azodrin (monocrotofós) e Tamaron (metamidofós).

Na questão do uso de inseticidas, são poucos os recomendados para arroz irrigado, o que ocasiona o uso de produtos como Decis (deltramethrin) que não é recomendado em ambientes aquáticos, e os organofosforados, como o monocrotofós, considerado altamente perigoso ao meio ambiente e altamente tóxico para aves, abelhas e organismos aquáticos.

Adubação de cobertura

Visando o suprimento da demanda de nitrogênio e potássio, é realizada uma adubação de cobertura por volta de 55 dias após o plantio. Os adubos são aplicados por meio de aviação agrícola sobre a lavoura já com lâmina d'água.

Normalmente são aplicados de 50 a 80 kg/ha de N na forma de sulfato de amônia ou uréia, e de 15 a 20 kg/ha de K⁺ na forma de cloreto de potássio. Operação realizada nos meses de dezembro e janeiro.

Aplicação de fungicidas

Aplicação de fungicidas visando a proteção da panícula contra doenças fúngicas como a bruzone, mancha parda e outras que causam a redução da produção e/ou depreciação do produto. Os fungicidas mais usados na região são: Persist (mancozeb), Bim (tricyclazole) e Cercobin (thiophanate-methyl), sendo o último não recomendado para cultura. A aplicação é realizada nos meses de janeiro e fevereiro.

Colheita

Realizada de março a abril por meio de colheitadeiras automotrizes normalmente adaptadas com esteiras no lugar de pneus.

4.5.2 Sistema de produção: soja irrigada

A cultura da soja é conduzida durante a entressafra (maio a outubro) quando a condição de umidade do solo permite as operações de preparo, plantio e o desenvolvimento da cultura. Devido ao período que é produzida, grande parte da produção é comercializada como semente.

Preparo do solo

O preparo do solo para a soja ocorre nos meses de maio a junho, normalmente após a queima dos restos culturais da cultura do arroz. É realizada uma operação de gradagem com grade aradora, seguida de duas gradagens niveladoras, práticas que têm a função de incorporar os restos culturais do arroz e nivelar o solo para facilitar a operação de plantio e permitir a germinação uniforme da cultura.

Tratamento de sementes

São adicionados produtos à semente com as seguintes finalidades:

Fungicida (Tegran)- proteção contra doenças que podem ser veiculadas pela semente ou existentes no solo.

Micronutrientes (Comol)- adição de cobalto e molibdênio, fundamentais ao processo de fixação simbiótica de nitrogênio.

Inoculante (Biagro)- Inoculação da semente com *Bradyrhizobium* que, numa associação simbiótica, fornece o nitrogênio necessário à cultura da soja. Essa operação é realizada imediatamente antes do plantio (maio/junho).

Plantio

O plantio é feito nos meses de maio a junho, com plantadeiras tracionadas por tratores que sulcam o solo e depositam a semente e o adubo na profundidade adequada. No plantio utilizam-se em torno de 50 a 60 kg de sementes.

Com a finalidade de fornecer os nutrientes necessários para o desenvolvimento da cultura, é realizada uma adubação de plantio contendo principalmente fósforo, potássio e micro-nutrientes. Normalmente são utilizados adubos granulados de fórmula 00-20-20 + micronutrientes na dosagem de 350 a 400 kg/ha.

Irrigação

A cultura é irrigada por sub-irrigação, que consiste em alimentar o lençol freático pela colocação de água nos canais de modo a permitir o umedecimento das parcelas. Esta operação se inicia imediatamente após o plantio e só é suspensa após a maturação fisiológica da soja.

A água utilizada é captada de rios e reservatórios por gravidade ou bombeada por meio de motobombas (**Foto 4.8**) acionadas por motores elétricos ou estacionários (diesel). Dos reservatórios ou das estações de bombeamento, a água é conduzida através de canais (**Foto 4.9**). Nas parcelas, os canais permanecem num nível que permite a irrigação, mas sem a formação de lâmina d'água.

Controle de ervas daninhas

é feito com a finalidade eliminar plantas invasoras para evitar a competição com a cultura, por água, luz e nutrientes, com utilização de herbicidas pós-emergentes. A aplicação é realizada normalmente no período de junho e julho em pós-emergência da cultura e das ervas daninhas por meio de pulverizadores de barras tracionadas por trator ou por meio de avião agrícola, quando as condições de umidade do solo não permitem o uso de tratores.

Os herbicidas mais utilizados são: Targa (quizalofop-p-ethyl), Volt ou Doble (acifluorfen/bentazon) e Basagran (bentazon). Para acelerar o processo de maturação é realizada a dessecação, que consiste em aplicação de um herbicida de ação total (gramoxone-paraquat) que elimina plantas daninhas que dificultam a colheita e uniformiza a maturação dos grãos. Esse herbicida é usado no período de pré-colheita, normalmente no mês de setembro.

Na sua grande maioria os herbicidas usados são das classes toxicológicas I e II, sendo o herbicida Volt, uma associação dos princípios ativos bentazon e acifluorfen, considerado muito perigoso pelo seu alto potencial de deslocamento no solo e lençol freático, além de ser altamente tóxico para organismos aquáticos.

Controle de insetos

O controle de pragas na cultura da soja é realizado com o objetivo de manter baixa a população de insetos nocivos à cultura. Para isto são realizadas pulverizações de inseticidas com utilização de pulverizadores de barras tratorizados ou por meio de aviação agrícola.

São dois os tipos de insetos que mais causam danos à cultura. Na fase de desenvolvimento vegetativo a praga mais importante é a lagarta, que causa redução da área folhar da planta. Seu controle é realizado no período de junho a julho e os inseticidas mais utilizados são: Decis (deltramethrin), Talcord (permethrin) e Sumidan (esfenvalerate), todos do grupo dos piretróides sintéticos. Cabe ressaltar que em algumas propriedades o controle da lagarta é realizado com método biológico através da aplicação de Baculovírus de anticarsia, ação que deve ser incentivada pois preserva os inimigos naturais e reduz a quantidade de defensivos aplicados na lavoura.

A outra praga de importância na cultura da soja é o percevejo, que ataca a cultura a partir da formação de vagens e afeta a formação dos grãos, reduzindo a produtividade. O controle desta praga é realizado no período de agosto a setembro e os inseticidas usados no combate são: Metamidafós 600 (metamidofós) e Azodrin (monocrotofós), ambos do grupo dos organofosforados, que são tóxicos para aves, abelhas e organismos aquáticos.

Colheita

A colheita é realizada quando a cultura apresenta umidade em torno 14 a 17%, normalmente ocorrendo em setembro, onde são utilizadas colheitadeiras automotrizes (**Foto 4.10**).



Foto 4.6. Preparo do solo para cultivo de arroz na Agropecuária São Francisco de Assis (Formoso do Araguaia).



Foto 4.7. Pulverização aérea sobre lavoura de soja, Projeto Formoso (Formoso do Araguaia).



Foto 4.8. Captação de água do rio Javaés na fazenda Barreira da Cruz (Lagoa da Confusão).



Foto 4.9. Sistema de canais de irrigação no Projeto Formoso (Formoso do Araguaia).



Foto 4.10. Colheita da soja na COOPERFORMOSO (Formoso do Araguaia).

Comentários Gerais

As informações levantadas nas entrevistas de campo, de modo geral, foram de boa qualidade, fornecidas principalmente pelos próprios produtores. Em alguns casos as entrevistas foram realizadas com agrônomos responsáveis por várias propriedades que abrangiam extensa área, o que permitiu uma maior precisão dos dados de produção e uso de agroquímico.

Embora a grande maioria dos produtores entrevistados afirme que faz uso do receituário agrônômico, foi constatado o uso de vários produtos não recomendados para a cultura de acordo com o Compêndio de Defensivos Agrícolas (Andrei, 1999) e a base de dados AGROFIT do Ministério da Agricultura. O uso de pesticidas não recomendados, especialmente no caso do arroz irrigado, é resultado do número reduzido de defensivos registrados para essa cultura, tendo em vista sua modalidade de irrigação que intensifica os efeitos nocivos dos pesticidas.

Nas entrevistas realizadas ficou evidente que os produtores ressentem-se da falta de pesquisa para as condições de cultivo da região, que poderia indicar opções de variedades mais produtivas, resistentes a doenças e controle biológico de pragas com diminuição do uso de defensivos.

No período das chuvas a cultura mais adaptada é o arroz, enquanto que no período da seca a soja tem sido a opção mais adotada, porém, foi constatado o cultivo de outras culturas importantes como melancia, abóbora, melão e feijão. Cabe ainda ressaltar os cultivos de tomate e algodão, que consomem grandes quantidades de pesticidas e podem prejudicar o meio ambiente, caso sejam cultivados em maior escala.

Após a avaliação prévia dos principais problemas da agricultura da região, são mencionadas algumas recomendações para diminuir o impacto do uso de agroquímicos:

- Maior acompanhamento da EMBRAPA - centros do Meio Ambiente, Arroz e Feijão, e Soja, na melhoria dos sistemas de produção, visando uma redução do uso de produtos não recomendados para as culturas e substituição por outros que tenham um efeito menos nocivo ao meio ambiente.
- Maior fiscalização por parte da NATURATINS nos períodos de maior uso de agrotóxicos, bem como intensificar campanhas de esclarecimento do uso do equipamento de proteção individual e do descarte de embalagens vazias.
- Melhoria dos equipamentos de bombeamento e manutenção destes, visando a redução da poluição dos mananciais com óleo diesel e graxa (quando não elétricos).
- Conscientização do produtor e funcionários para que o abastecimento e lavagem dos pulverizadores e o descarte de caldas não utilizadas não contaminem os rios, lagos e o lençol freático.
- Intensificar o uso do plantio direto do arroz em sucessão à soja, visando a redução das perdas de solo que acontecem no início da estação chuvosa.

5 DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE AMBIENTAL

No presente estudo, considerando as características e usos das sub-bacias abordadas, a análise dos ambientes aquáticos foi realizada com a finalidade de atender aos seguintes aspectos:

- Consumo humano
- Recreação e contato com a água
- Uso em irrigação
- Preservação da vida aquática

As bacias hidrográficas selecionadas contemplam aquelas com maior área de drenagem e expressiva atividade agrícola, além daquelas limítrofes ao Parque Estadual do Cantão. São elas:

- Bacia do rio Araguaia
- Bacia do rio Javaés
- Bacia do rio Formoso
- Bacia do rio Pium
- Bacia do rio do Côco

5.1 DETERMINAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM

A definição dos pontos de amostragem levou em consideração a observação em Imagens de Satélite das grandes áreas agrícolas a montante do PEC, além da viagem de reconhecimento à região ocorrida em julho/2001, o levantamento do uso de agroquímicos realizado em agosto/2001 e a consulta a órgãos regionais, bem como informações adicionais recebidas da população local. Os principais aspectos que condicionaram a seleção dos pontos de amostragem nas diferentes sub-bacias foram:

- Área da bacia de drenagem
- Localização dos projetos agrícolas
- Representatividade amostral de uma subárea
- Tipo de ecossistema
- Função hidráulica desenvolvida
- Importância ecológica para o sistema

5.2 AMBIENTES E ORGANISMOS MONITORADOS

De forma a caracterizar o meio ambiente quanto à possível presença e/ou bioacumulação de resíduos de agroquímicos, foram considerados os seguintes ambientes e organismos:

- Águas superficiais
- Águas subterrâneas
- Sedimentos
- Peixes

Em função dos objetivos do presente estudo, foram selecionadas preferencialmente duas espécies de peixes a serem coletadas: jaraqui e o tucunaré. A primeira por ser iliófaga, ou seja, se alimenta de sedimentos de fundo, e a segunda, por ser carnívora do topo da cadeia alimentar.

Os peixes coletados foram os de maior tamanho possível, tendo em vista que os efeitos da bioacumulação são mais pronunciados em indivíduos mais velhos. Em ambas espécies foram analisados o tecido muscular e as vísceras, tanto para os metais pesados quanto para os pesticidas.

5.3 DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS ANALISADAS

As variáveis a serem analisadas foram definidas em função dos objetivos preconizados no presente trabalho. Foram consideradas as principais variáveis para a identificação do uso de agroquímicos na região, considerando o levantamento de campo, e também as recomendações do Programa Internacional para ambientes aquáticos (Golterman *et al*, 1978; Vollenweider, 1974).

Segundo a legislação federal, as águas superficiais serão consideradas de classe 2 da Resolução nº 20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, de 18 de junho de 1986, enquanto não forem efetivados seus enquadramentos, como é o caso dos cursos d'água estudados. Assim, em todos os trechos, deverão ser alcançados e/ou mantidos níveis de qualidade de água que assegurem os usos preponderantes desta classe.

Os usos preponderantes da Classe 2 que devem ser assegurados são:

- o abastecimento doméstico após tratamento convencional
- a proteção de comunidades aquáticas
- a recreação de contato primário
- a irrigação de hortaliças e plantas frutíferas
- a criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana

Dessa forma, foram selecionadas variáveis de qualidade da água a serem analisadas que indicam o estado atual das águas em relação à legislação vigente. Além disso, foram incluídos parâmetros que caracterizam limnologicamente diversos pontos de amostragem.

A **Tabela 5.1** apresenta de uma forma geral as variáveis analisadas, a respectiva metodologia analítica e as condições de coleta e preservação das amostras. A **Tabela 5.2** mostra os grupos de variáveis analisadas por ponto de coleta, segundo os objetivos previstos para cada ambiente monitorado. A **Tabela 5.3** apresenta as variáveis a serem analisadas por tipo de ambiente monitorado, e a **Tabela 5.4** o resumo das análises realizadas.

Tabela 5.1. Relação das variáveis limnológicas monitoradas:

Variável	Unidade	Metodologia	Equipamento	Referência Bibliográfica	Preservação das amostras /prazo máximo
Transparência	metro (m)	Medida direta	Disco de Secchi	Golterman & Clymo, 1969	----
Temperatura	°C	Medida direta	HORIBA	----	----
Oxigênio Dissolvido (OD)	mg/l	Medição direta	HORIBA	APHA, 1985	----
Potencial Hidrogeniônico (pH)	----	Medição direta - potenciometria	HORIBA	APHA, 1985	----
Sólidos Totais em Suspensão	mg/l	Gravimetria	Balança analítica, Estufa	APHA, 1985	Refrigeração, 30 dias
Condutividade Elétrica	µS/cm	Medição direta - Condutivimetria	HORIBA	APHA, 1985	----
Alcalinidade/Carbonato	mg/l-CaCO ₃ mg/l-CO ₂	Titulometria potenciométrica	Bureta, pHmetro	Golterman & Clymo, 1969	Refrigeração, 30 dias
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	mg/l-O ₂	Titulometria	Bureta comum e chapa aquecedora	Scott, 1939	Refrigeração, 7 dias
Amônio (NH ₄)	µg/l - N	Espectrofotometria	Espectrofotômetro	Koroleff, 1970	Refrigeração, 7 dias
Nitrato (NO ₃)	µg/l - N	Espectrofotometria	Espectrofotômetro	Elliott & Porter, 1971	Refrigeração, 7 dias
Nitrogênio Total	µg/l - N	Espectrofotometria	Espectrofotômetro	D'Elia, 1977	Refrigeração, 30 dias
P-PO ₄ Inorgânico	µg/l - N	Espectrofotometria	Espectrofotômetro	Murphy & Riley, 1962	Refrigeração, 7 dias
P-PO ₄ Total	µg/l - N	Espectrofotometria	Autoclave Espectrofotômetro	Menzel & Corwin, 1965	Refrigeração, 30 dias
Cloreto	mg/l-Cl	Titulometria	Bureta comum	Golterman & Clymo, 1969	Refrigeração, 30 dias
Cálcio/Magnésio		Titulometria	Bureta comum	Golterman & Clymo, 1969	Meio ácido, 30 dias
Sódio/Potássio	mg/l-Na e mg/l-K	Fotometria de chama	Fotômetro de chamas-mod. Corning-400	APHA, 1975	Refrigeração, 30 dias
Clorofila <u>a</u>	µg/l	Espectrofotometria	Espectrofotômetro, Centrífuga	Strickland & Parsons, 1968	Filtração, congelamento
Fitoplâncton	Quantitativo/ qualitativo	Microscopia	Microscópio Zeiss c/ câmara clara	Vollenweider, 1974	Sol. transeaux
Zooplâncton	Quantitativo/ qualitativo	Microscopia	Microscópio Zeiss c/ câmara clara	Wetzel & Likens, 1979	Sol. alcoólica
Metais (Zn, Cd, Pb, Hg, Cu)	µg/l	Aborciometria	Absorção Atômica	APHA, 1985	Meio ácido, 30 dias
Pesticidas (organoclorados, fosforados, carbamatos e piretróides)	µg/l	Cromatografia líquida e a gás	Cromatógrafo	APHA, 1985	Congelamento

Tabela 5.2. Grupo de variáveis analisadas por ponto de amostragem (continua na página seguinte):

Ponto de Amostragem	Variáveis físico-químicas em água	Variáveis físico-químicas em sedimento	Variáveis biológicas em água	Variáveis biológicas em sedimento	Metais em água	Metais em sedimento	Metais em peixes	Pesticidas em água	Pesticidas em sedimento	Pesticidas em peixes
AR-1	x	x	x	x		x			x	
AR-2	x									
AR-3	x									
AR-4	x	x	x	x		x			x	
CP-1	x									
CP-2	x									
CS	x				x			x		
DR-1	x				x		x	x		x
DR-2	x				x			x		
DR-3	x				x			x		
DR-4	x				x			x		
FM-1	x									
FM-2	x	x	x	x		x			x	x
FM-3	x	x	x	x		x			x	
FM-4	x									
FM-5	x	x	x	x		x			x	
JV-1	x									
JV-2	x	x	x	x		x	x		x	x
JV-3	x						x			x
JV-4	x	x	x	x		x			x	
JV-5	x									
JV-6	x									
JV-7	x	x	x	x		x	x		x	x
LCABOCLO	x		x							
LCO	x	x	x	x		x	x		x	x
LCAL							x			x
LCONF	x		x		x			x		

Ponto de Amostragem	Variáveis físico-químicas em água	Variáveis físico-químicas em sedimento	Variáveis biológicas em água	Variáveis biológicas em sedimento	Metais em água	Metais em sedimento	Metais em peixes	Pesticidas em água	Pesticidas em sedimento	Pesticidas em peixes
LG-1	x	x	x	x	x	x		x	x	
LG-2	x	x	x	x	x	x		x	x	
LG-3	x	x		x	x	x	x	x	x	x
LG-4	x				x			x		
LGZI	x	x	x	x		x			x	
LGZIDA	x	x	x	x		x	x		x	x
LPAREDÃO a	x		x				x			x
LPAREDÃO b	x	x		x		x			x	
LT-1a	x		x							
LT-1b	x	x		x		x			x	
LVG	x	x	x	x		x	x		x	x
NARU	x	x	x	x		x	x		x	x
PÇ-1	x				x			x		
PÇ-2	x				x			x		
PÇ-3	x				x			x		
PÇ-4	x							x		
PÇ-5	x				x			x		
RC-1	x									
RC-2	x	x		x		x			x	
RD	x		x		x			x		
RZ	x	x	x	x		x	x		x	x
TOTAL	48	20	22	20	15	20	12*	16	20	13*

* Para peixes, o total de amostras coletadas foi de 38 para metais e 44 para pesticidas, considerando a coleta de duas espécies e amostras de músculo e vísceras.

Tabela 5.3. Variáveis a serem analisadas por tipo de ambiente monitorado:

Ambiente	Variáveis físico-químicas em água	Variáveis físico-químicas em sedimento	Variáveis biológicas em água	Variáveis biológicas em sedimento	Metais (água, sedimento e peixes)	Pesticidas (água, sedimento e peixes)
Rios e Lagos	Transparência, Temperatura, Oxigênio Dissolvido (OD), Potencial Hidrogeniônico (pH), Sólidos Totais em Suspensão, Condutividade Elétrica, Alcalinidade/Carbonato, Demanda Química de Oxigênio (DQO), Amônio (NH ₄), Nitrato (NO ₃), Nitrogênio Total, P-PO ₄ Inorgânico, P-PO ₄ Total, Cloreto, Cálcio/Magnésio, Sódio/Potássio	Matéria Orgânica Nitrogênio Total Fósforo Total	Clorofila <u>a</u> Fitoplâncton Zooplâncton	Bentos	Zinco Cádmio Chumbo Mercúrio Cobre	Principais substâncias representativas dos organoclorados, organofosforados, carbamatos e piretróides (51 parâmetros)
Canais de Irrigação Principais e Secundários	Oxigênio Dissolvido (OD) Potencial Hidrogeniônico (pH) Sólidos Totais em Suspensão Condutividade Elétrica Demanda Química de Oxigênio (DQO) Amônio (NH ₄) Nitrato (NO ₃) Nitrogênio Total P-PO ₄ Total					
Drenos (irrigação)	Oxigênio Dissolvido (OD) Potencial Hidrogeniônico (pH) Sólidos Totais em Suspensão Condutividade Elétrica Demanda Química de Oxigênio (DQO) Amônio (NH ₄) Nitrato (NO ₃) Nitrogênio Total P-PO ₄ Total				Zinco Cádmio Chumbo Mercúrio Cobre	Principais substâncias representativas dos organoclorados, organofosforados, carbamatos e piretróides (51 parâmetros)
Poços	Potencial Hidrogeniônico (pH) Sólidos Dissolvidos Condutividade Elétrica Alcalinidade/Carbonato Demanda Química de Oxigênio (DQO) Amônio (NH ₄) Nitrato (NO ₃) Nitrogênio Total P-PO ₄ Inorgânico P-PO ₄ Total Cloreto Cálcio/Magnésio Sódio/Potássio				Zinco Cádmio Chumbo Mercúrio Cobre	Principais substâncias representativas dos organoclorados, organofosforados, carbamatos e piretróides (51 parâmetros)

Tabela 5.4. Resumo das análises realizadas:

Variável analisada	Número de amostras
água (físico-química) no campo	47
água (físico-química) laboratório	45
água (metais)	15
água (pesticidas)	16
clorofila-a	22
fitoplâncton/zooplâncton	22
sedimento (metais)	20
sedimento (pesticidas)	20
sedimento (bentos)	20
peixe (metais)	38
peixe (pesticidas)	44
TOTAL	309

5.4 METODOLOGIAS DE COLETA E PRESERVAÇÃO DE AMOSTRAS

As coletas foram realizadas no período de 01 a 11/10/2001 (final do ciclo da soja na região) em 48 pontos de coleta, onde foram abordadas diversas variáveis. Amostras de água foram coletadas em frascos de vidro (pesticidas) e plástico (físico-químicos e metais), dependendo do tipo de análise segundo as instruções do Programa Internacional para ambientes aquáticos (Golterman *et al*, 1978; Vollenweider, 1974). Amostras adicionais de água para análise de pesticidas dos pontos DR-2, LG-3, LG-4, PÇ-2, PÇ-3 e PÇ-5 foram coletadas posteriormente, de 26 a 30/11/2001. Amostras de água de fundo foram coletadas com uma garrafa de Van Dorn (**FOTO 5.1**)

O sedimento foi coletado com uma draga de fundo (**FOTO 5.2**) ou manualmente com auxílio de um saco plástico. As amostras coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos, etiquetadas e congeladas até serem enviadas para análise de parâmetros biológicos, metais e pesticidas. Amostras de plâncton foram coletadas com auxílio de uma rede (**FOTO 5.3**). Amostras de peixe foram coletadas por pescadores da região (**FOTO 5.4**) que utilizaram redes malhadeiras ou linhas de mão e anzol.

As amostras coletadas foram acondicionadas em caixas de isopor com gelo, e transportadas para laboratórios de apoio que foram montados nos Agências Regionais

da NATURATINS de Formoso do Araguaia, Lagoa da Confusão e Caseara (**FOTOS 5.5 e 5.6**).

Nesses laboratórios de apoio, as amostras coletadas em frascos etiquetados (**FOTO 5.7**) foram processadas para a análise de variáveis físico-químicas (**FOTOS 5.8 e 5.9**), biológicas, metais e pesticidas, utilizando os respectivos preservantes e procedimentos previstos na metodologia de coleta. O material foi todo preservado em freezer ou caixas de isopor com gelo.

Os peixes coletados, detritívoros e carnívoros, foram medidos, pesados, dissecados para separação de amostras de vísceras e músculos (**FOTOS 5.10 a 5.12**), que foram novamente pesadas, acondicionadas em sacos plásticos cobertos com papel alumínio e congeladas para conservação até as análises laboratoriais. A cada três dias as amostras foram transportadas para Brasília para serem enviadas aos laboratórios responsáveis pela execução das análises. Esses laboratórios são listados a seguir:

- Laboratório Central da Companhia de Saneamento do Distrito Federal – CAESB – (fitoplâncton, zooplâncton, clorofila-a e parâmetros físico-químicos). Contato: (61) 325-7807, www.caesb.df.gov.br.
- Laboratório de Limnologia (Bióloga Adriana Cristina Marinho Fernandes) Universidade de Brasília (bentos). Contato: (61) 307-2635.
- Hidrosolo – Formosa, GO – (Laboratório credenciado pelo Ministério da Agricultura para análises de água e solos) (metais pesados e matéria orgânica total em sedimentos). Contato: (61) 631-1803.
- Laboratório Analytical Solutions – Rio de Janeiro, RJ – (resíduos de pesticidas). Contato: (21) 2579-1105, www.anasol.com.br.



Foto 5.1. Coleta de amostra de água no fundo da lagoa Taboca utilizando garrafa de Van Dorn (Formoso do Araguaia).



Foto 5.2. Coleta de amostra de sedimento no fundo da lagoa Taboca utilizando draga de fundo (Formoso do Araguaia).



Foto 5.3. Coleta de plâncton com rede no Lagoão (Formoso do Araguaia).



Foto 5.4. Coleta de peixes com rede no Lagoão (Formoso do Araguaia).



Foto 5.5. Agência Regional da NATURATINS em Formoso do Araguaia, onde funcionou laboratório de apoio.



Foto 5.6. Agência Regional da NATURATINS em Caseara, onde funcionou laboratório de apoio.



Foto 5.7. Frascos para coleta de amostras de água para análise físico-química.



Foto 5.8. Equipamentos utilizados para filtragem de amostras de água.



Foto 5.9. Trabalho de laboratório realizado na Agência Regional da NATURATINS em Formoso do Araguaia.



Foto 5.10. Exemplos de peixes coletados para análise de pesticidas e metais (Formoso do Araguaia).



Foto 5.11. Peixe sendo dissecado para separação de amostras de músculo e vísceras para posterior análise.



Foto 5.12. Exemplar de jaraqui (peixe detritívoro) sendo pesado.

5.5 METODOLOGIAS DE ANÁLISE

Os métodos analíticos empregados seguiram rigorosamente os padrões descritos por APHA-AWWA-WPCF (1985), Strickland & Parsons (1972) e Wetzel & Linkens (1979).

5.5.1 Parâmetros físico químicos e biológicos da água

Os métodos empregados nas análises físico-químicas e biológicas de amostras de água seguiram os métodos indicados na **Tabela 5.5**.

Tabela 5.5. Metodologias utilizadas nos procedimentos operacionais do laboratório conforme a última edição dos Standard Methods:

Parâmetros	Limite de Detecção mg/l	Método Utilizado
Sólidos Suspensos	0,4	Gravimétrico
Alcalinidade Total	0,0	Titulação com H ₂ SO ₄ 0,02 N
Oxigênio Consumido*	0,0	Titulação com KMnO ₄
Nitrogênio Amoniacal	0,020	Nesslerização Direta
Nitrogênio de Nitrato*	0,031	Fenoldissulfônico
Nitrogênio Total	0,050	UV
Fósforo Reativo Solúvel	0,002	Ácido Ascórbico
Fósforo Total	0,002	Ácido Ascórbico
Cloretos	0,0	Nitrato de Mercúrio
Cálcio	0,0	EDTA
Magnésio	-	Cálculo
Sódio	0,1	Emissão Atômica
Potássio	0,1	Emissão Atômica
Dureza	0,0	EDTA
Clorofila a*	-	Acetona
Fitoplâncton e Zooplâncton	-	Concentrado em rede, analisado em microscópio

*Métodos constantes em edições anteriores do Standard Methods

5.5.2 Bentos

Em laboratório o sedimento coletado no campo foi lavado em peneira de 0,2 mm em água corrente e o material retido na peneira foi então fixado em álcool a 70%. Os organismos bentônicos encontrados no sedimento foram separados, preservados em

álcool a 70% e identificados até o menor nível taxonômico possível com o auxílio de um microscópio estereoscópio e de um microscópio óptico.

5.5.3 Metais

Água

A amostra foi digerida e pré-concentrada 10 vezes em HNO₃ concentrado para Pb, Cd, Cu e Zn. As leituras de Chumbo, Cádmio, Cobre e Zinco foram realizadas no ICP/UnB/Geoquímica. Para o Mercúrio, a amostra foi digerida em HNO₃ em sistema de refluxo fechado e as leituras foram realizadas no analisador de mercúrio – SPECTRO/UnB/Geoquímica.

Sedimento

Para Pb, Cd, Cu, Zn e Hg foi utilizada uma mistura digestora Nítrica –Clorídrica-Peridrol em refluxo fechado para abertura da amostra. As leituras foram feitas no ICP e analisador de Mercúrio- SPECTRO da UnB/Geoquímica.

Peixes

Para Pb, Cd, Cu, Zn e Hg foi utilizada uma mistura digestora Nítrica –Peridrol em refluxo fechado para abertura da amostra. As leituras foram feitas no ICP e analisador de Mercúrio- SPECTRO da UnB/Geoquímica.

5.5.4 Pesticidas

A varredura de pesticidas em água, sedimento e peixe foi realizada para 51 compostos, que foram selecionados com base na Resolução nº 20 do CONAMA e na pesquisa realizada junto aos produtores rurais, que identificou os produtos mais utilizados e mais perigosos ao meio ambiente. Além disso, levou-se em consideração a viabilidade e disponibilidade do laboratório na escolha dos pesticidas analisados. A lista dos pesticidas analisados é apresentada na **Tabela 5.6**.

As amostras foram fortalecidas e analisadas por Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrometria de Massas (CG/EM) para determinação de pesticidas. As análises foram quantitativas e semiquantitativas.

Água e sedimento

Uma massa conhecida das amostras sólidas, aproximadamente 20g, foi fortalecida com uma solução de Hidrocarbonetos Poliaromáticos deuterados a concentrações definidas e extraída com diclorometano ultra puro em soxhlet por 16h. No caso das amostras líquidas, um volume de 1000ml, também foi fortalecido com uma solução de Hidrocarbonetos Poliaromáticos deuterados a concentrações definidas e extraído com 3 partes de diclorometano ultra puro em funil de separação. O extrato orgânico foi então concentrado em um concentrador de célula fechada do tipo Kuderna Danish a um volume de 1 mL. O concentrado final foi diretamente injetado, sem divisão de fluxo, em uma coluna de fase estacionária DB-5 acoplada a um espectrômetro de massas HP-MSD 5973. O espectrômetro operou em varredura cíclica na faixa de massa m/z 50-500 a menos de 1 segundo por década. A programação de CG é descrita a seguir. Injeção sem divisão de fluxo, com o injetor a 280 °C. Temperatura inicial da coluna 40 °C, isoterma por 1 minuto, taxa de aquecimento de 6 C°/min até a temperatura final de 290 °C, isoterma de 8 minutos.

Peixes

As amostras de peixe em sua totalidade foram liofilizadas para a retirada de água. Após esta etapa, a massa obtida de cada uma das amostras foi pesada e fortalecida com uma solução de Hidrocarbonetos Poliaromáticos deuterados a concentrações definidas e extraída com hexano ultra puro em twilsselman por 16h. O extrato orgânico foi então concentrado em um concentrador de célula fechada do tipo Kuderna Danish a um volume de 1 mL. O concentrado final foi diretamente injetado, sem divisão de fluxo, em uma coluna de fase estacionária DB-5 acoplada a um espectrômetro de massas HP-MSD 5973. O espectrômetro operou em varredura cíclica na faixa de massa m/z 50-500 a menos de 1 segundo por década. A programação de CG é descrita a seguir. Injeção sem divisão de fluxo, com o injetor a 280 °C. Temperatura inicial da coluna 40 °C, isoterma por 1 minuto, taxa de aquecimento de 6 C°/min até a temperatura final de 290 °C, isoterma de 8 minutos.

Tabela 5.6. Lista de pesticidas analisados nas amostras e limites de detecção:

	Princípio Ativo	Resposta	Massa (µg)	Limite de Detecção (µg/g)
1)	D8-NAFTALENO*	234857	1.00	
2)	TRIETHYLPHOSPHOROTHIOATE	0	0.00	0.001
3)	D10-ACENAFTENO*	211860	1.00	
4)	THIONAZIN	0	0.00	0.001
5)	D10-FENANTRENO*	286585	1.00	
6)	SULFOTEP	0	0.00	0.001
7)	FORATE	0	0.00	0.001
8)	DIMETHOATE	0	0.00	0.001
9)	DISULFOTON	0	0.00	0.001
10)	METHYLPARATHION	0	0.00	0.001
11)	MALATHION	0	0.00	0.001
12)	PARATHION	0	0.00	0.001
13)	THIABENDAZOLE	0	0.00	0.001
14)	LINDANO	0	0.00	0.001
15)	HEPTACHLOR	0	0.00	0.001
16)	ALDRIN	0	0.00	0.001
17)	HEPTACHLOR EPOXIDE	0	0.00	0.001
18)	D12-CRISENO*	227675	1.00	
19)	alfa-CLORDANO	0	0.00	0.001
20)	gama-CLORDANO	0	0.00	0.001
21)	FANFUR	0	0.00	0.001
22)	ENDOSULFAN I	0	0.00	0.001
23)	DIELDRIN	0	0.00	0.001
24)	ENDRIN	0	0.00	0.001
25)	ENDOSULFAN II	0	0.00	0.001
26)	METHOXYCHLOR	0	0.00	0.001
27)	4,4' - DDT	0	0.00	0.001
28)	METAMIDOPHOS	0	0.00	0.001
29)	DELTAMETHRIN	0	0.00	0.001
30)	PERMETHRIN	0	0.00	0.001
31)	PROPANIL	0	0.00	0.001
32)	TOXAFENO	0	0.00	0.001
33)	DEMETON	0	0.00	0.001
34)	GUTION	0	0.00	0.001
35)	CARBARIL	0	0.00	0.001
36)	2,4-D	0	0.00	0.001
37)	2,4,5-T	0	0.00	0.001
38)	2,4,5-TP	0	0.00	0.001
39)	CARBAMATOS TOTAIS	0	0.00	0.001
40)	MONOCROTOPHOS**	0	0.00	1.000
41)	ESFENVALERATE	0	0.00	1.000
42)	BENTAZON	0	0.00	1.000
43)	PARAQUAT	0	0.00	1.000
44)	PENDIMETHALIN	0	0.00	1.000
45)	OXADIAZON	0	0.00	1.000
46)	METALAXIL	0	0.00	1.000
47)	CARBOXIN	0	0.00	1.000
48)	THIOPHANATE-METHYL	0	0.00	1.000
49)	TRICYCLAZOLE	0	0.00	1.000
50)	TOLYLFLUANID	0	0.00	1.000
51)	THIRAM	0	0.00	1.000

* Padrão interno

** Os compostos compreendidos entre os números 40 e 51 foram quantificados pelo método semi-quantitativo.

5.6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A localização e informações gerais sobre os pontos de amostragem são apresentados na **Tabela 5.7** e no Mapa 1 em anexo. Parâmetros físico-químicos levantados em campo utilizando Horiba (Water Cheker) são mostrados na **Tabela 5.8**.

A **Tabela 5.9** apresenta os peixes coletados e as amostras que foram utilizadas nas análises de metais e pesticidas. Os pontos correspondentes às coletas de peixes não equivalem a um local aproximado, tendo em vista que os indivíduos foram capturados em uma área extensa, ao contrário das demais amostras, que têm localização precisa. Foram coletados 74 indivíduos totalizando 82 amostras de peixes, sendo metade das amostras composta por músculo, e a outra parte por víscera.

Os resultados da análise de 14 parâmetros físico-químicos e clorofila realizada em laboratório são apresentados nas **Tabelas 5.10 e 5.11**. Além da clorofila, outros parâmetros biológicos foram analisados em amostras de água, como fitoplâncton e zooplâncton (**Tabelas 5.12 e 5.13**). Espécies benéficas encontradas em amostras de sedimento são apresentadas na **Tabelas 5.14**.

A análise de pesticidas não detectou a presença de nenhum resíduo dentre os 51 princípios ativos listados na **Tabela 5.6**, considerando os respectivos limites de detecção. Vale ressaltar que esse resultado ocorreu em todas as 80 amostras analisadas, dentre água, sedimento e peixes.

Para ilustrar a paisagem dos pontos de coleta, são apresentadas algumas fotos de pontos de coleta (**Fotos 5.13 a 5.34**)

Tabela 5.7. Localização e condição do tempo nos pontos de coleta (continua na página seguinte):

Número	Ponto de amostragem	Tipo de ponto	Data	Hora	Latitude	Longitude	Município	Localização	Condição do tempo	Chuva no dia anterior
1	DR-1	Dreno	02/10/01	14:00	8695148	650408	Formoso	Projeto Formoso. Estação de drenagem	bom	Não
2	JV-2	Rio Javaés	02/10/01	15:00	8697056	616343	Formoso	Rio Javaés, Porto Piauí	bom	Sim
3	FM-2	Rio Formoso	02/10/01	16:10	8696432	634723	Formoso	Rio formoso, perto da ponte	nublado	Sim
4	PÇ-1	Poço	02/10/01	17:15	8698384	635415	Formoso	Projeto Formoso. Agroindustrial de Cereais Verdes Campos/SA	nublado	Sim
5	PÇ-2	Poço	03/10/01	09:35	8683772	643621	Formoso	Projeto Formoso. Faz. Nova Querência- cisterna, ao lado da lavoura. Cooperformoso	nublado	Sim
6	DR-2	Dreno	03/10/01	09:02	8686822	646456	Formoso	Projeto Formoso. Cooperformoso, dreno	nublado	Sim
7	DR-3	Dreno	03/10/01	09:30	8686816	646458	Formoso	Projeto Formoso. Coletor principal do projeto Cooperformoso ao lado do DR-2	nublado	Sim
8	CS	Canal Secundário	03/10/01	10:00	8684762	642454	Formoso	Projeto Formoso. Dreno secundário Cooperformoso	bom	Sim
9	CP-1	Canal Principal	03/10/01	10:20	8681608	641747	Formoso	Projeto Formoso. Cooperformoso, canal principal, a 5 km da captação	nublado	Sim
10	LT-1a	Lagoa Taboca	03/10/01	11:30	8670964	644603	Formoso	Meio da lagoa Taboca	nublado	Sim
11	FM-1	Rio Formoso	03/10/01	13:55	8671860	639999	Formoso	Rio Formoso a montante do projeto rio Formoso, faz. Lago do Taboca	bom	Sim
12	PÇ-3	Poço	03/10/01	14:30	8671164	643084	Formoso	Projeto Formoso. Campus da Unitins	bom	Sim
13	PÇ-4	Poço	03/10/01	17:00	8692494	646287	Formoso	Projeto Formoso. Cooperjava, Agrop. São Francisco de Assis	bom	Sim
14	CP-2	Canal Principal	03/10/01	17:50	8691750	642463	Formoso	Projeto Formoso. Cooperjava segunda etapa canal principal	bom	Sim
15	DR-4	Dreno	03/10/01	18:00	8696122	642377	Formoso	Projeto Formoso. Fundo dreno divisa fase A, fase B da Coopoejava	bom	Sim
16	JV-1	Rio Javaés	04/10/01	16:00	8663006	615339	Formoso	Entrada pela faz. Barreira do Pequi	bom	Não
17	AR-1	Rio Araguaia	04/10/01	11:15	8719808	535828	Formoso	Rio Araguaia, meio. Altura de Santa Isabel	bom	Não
18	FM-3	Rio Formoso	05/10/01	09:40	8711174	650105	Formoso	Rio Formoso	bom	Não
19	LG-1	Lagoão	05/10/01	12:50	8706800	654289	Formoso	Lagoão a montante da drenagem do projeto Formoso	bom	Não
20	LG-2	Lagoão	05/10/01	13:30	8705988	652014	Formoso	Projeto Formoso, saída do dreno	bom	Não
21	LG-3	Lagoão	05/10/01	14:00	8708416	650969	Formoso	Projeto Formoso. Lagoão, saída para o dreno	bom	Não
22	LG-4	Lagoão	05/10/01	14:30	8709474	650699	Formoso	Projeto Formoso. Saída do dreno da lagoa para o Rio Formoso	bom	Não
23	PÇ-5	Poço	06/10/01		8839698	616950	Lagoa	Fazenda Imperador - Cisterna de 7m	bom	Não
24	LGZI	Lago Zé Isidoro	06/10/01		8839786	616756	Lagoa	Fazenda Imperador, Lago do Zé Isidoro	bom	Não
25	JV-4	Rio Javaés	06/10/01	15:50	8840716	615397	Lagoa	Rio Javaés, Fazenda Imperador	nublado	Não
26	LGZIDA	Lago Zé Idalino	06/10/01		8842342	617129	Lagoa	Fazenda Imperador, Lago do Zé Idalino (Lago Ferradura)	nublado	Não
27	RD	Rio Douradinho	06/10/01		8842022	622561	Lagoa	Rio Douradinho, Fazenda Imperador	nublado	Não
28	LCO	Lago do Coco	07/10/01		8821156	630574	Lagoa	Lagoa do Coco, Fazenda Trindade	chuvoso	Sim

Número	Ponto de amostragem	Tipo de ponto	Data	Hora	Latitude	Longitude	Município	Localização	Condição do tempo	Chuva no dia anterior
29	FM-5	Rio Formoso	07/10/01	10:35	8819208	624717	Lagoa	Rio Formoso, Fazenda Trindade	chuvoso	Sim
30	LCONF	Lagoa da Confusão	07/10/01	13:00	8806440	650613	Lagoa	Cais na Lagoa da Confusão	nublado	Sim
31	JV-3	Rio Javaés	07/10/01		8819538	610869	Lagoa	Rio Javaés	chuvoso	Sim
32	FM-4	Rio Formoso	07/10/01		8816872	622682	Lagoa	Rio Formoso	chuvoso	Sim
33	JV-6	Rio Javaés	08/10/01	12:55	8873926	613757	Pium	Rio Javaés, a 1 km na jusante da foz do Riozinho	bom	Sim
34	JV-5	Rio Javaés	08/10/01		8872234	614836	Pium	Rio Javaés, 500m a montante da foz do Rio Riozinho	bom	Sim
35	RZ	Rio Riozinho	08/10/01		8872300	615150	Pium	Rio Riozinho a montante da foz com o Javaés	bom	Sim
36	RC-1	Rio do Coco	08/10/01	19:00	8897148	653615	Pium	Ponte em construção no Rio do Coco, 33 km de Marianópolis, 11 km do Café da Roça e 11 km da Vila do Prata	bom	Sim
37	NARU	Lago Naru	09/10/01		8974272	610436	Pium	Lago Naru	nublado	Sim
38	RC-2	Rio do Coco	09/10/01		8972990	613055	Pium	Rio do Coco, próximo à foz com o rio Araguaia (aproximadamente a 1km)	nublado	Sim
39	LPAREDÃO a	Lago Paredão	10/10/01	08:25	8962790	612421	Pium	Lago Paredão	bom	Sim
40	LPAREDÃO b	Lago Paredão (fundo)	10/10/01	08:25	8962790	612421	Pium	Lago Paredão, fundo	bom	Sim
41	LCABOCLO	Lago Caboclo	10/10/01	09:45	8970230	611983	Pium	Lago Caboclo	bom	Sim
42	AR-4	Rio Araguaia	10/10/01	10:55	8982058	616015	Caseara	Rio Araguaia a aproximadamente 2 km a jusante do Rio do Coco	nublado	Sim
43	LVG	Lago Volta Grande	10/10/01	16:28	8919978	590591	Pium	Lago Volta Grande, Rio Javaezinho	bom	Sim
44	AR-3	Rio Araguaia	10/10/01		8934142	594986	Pium	Rio Araguaia a jusante da foz do Rio Javaezinho	bom	Sim
45	JV-7	Rio Javaés	10/10/01		8911662	587681	Pium	Rio Javaés, foz com o Rio Araguaia	bom	Sim
46	AR-2	Rio Araguaia	10/10/01	18:00	8911644	586734	Pium	Rio Araguaia a montante da foz do Rio Javaés	bom	Sim
47	LT-1b	Lagoa Taboca (fundo)	03/10/01	11:30	8670964	644603	Formoso	Meio do Lago Taboca, fundo	nublado	Sim
48	LCAL	Lago Calumbi	03/10/01	12:00	8690832	649527	Formoso	Meio do Lago Calumbi	bom	Sim

Tabela 5.8. Parâmetros físico-químicos obtidos em campo nos pontos de coleta (continua na página seguinte):

Número	Ponto de coleta	Transparência da água (m)	Profundidade (m)	Temperatura da água (°C)	Temperatura do ar (°C)	pH	Oxigênio dissolvido (mg/l)	Condutividade elétrica (µS/cm)	Turbidez	Observações
1	DR-1	0,4	-	30	-	5	5	140	20	Coletado junto a estação de bombeamento para o lagoão: 15 bombas 1600 l/s cada. Água verde clara
2	JV-2	0,55	0,55	31,8	31,3	3,8	8,3	340	11	
3	FM-2	0,45	1,8	30,7	30,2	6,4	6,9	88	14	Sedimento escuro, textura fina
4	PÇ-1	-	-	28,8	-	6,8	3,8	240	2	
5	PÇ-2	-	-	29,7	27,3	6,1	2,4	233	-	8:55 05/10, reamostragem
6	DR-2	-	-	27,6	-	6,5	4,8	97	33	
7	DR-3	-	-	27,9	-	6,6	5,2	97	36	8:27, 5/10, reamostragem
8	CS	-	-	28,8	27,2	6,5	5,5	49	7	8:45, 5/10, reamostragem
9	CP-1	0,75	1,7	29,1	-	6,4	4,1	50	10	Recebe conjuntamente do rio Formoso e lagoa Taboca
10	LT-1a	0,8	3,5	29	-	7,1	7,8	51	8	Coleta realizada na calha principal e em frente ao vertedouro. Lago baixo em torno de 2,5m
11	FM-1	-	-	30,2	-	6,9	6,99	79	20	Rio muito raso, presença de macrófitas nas margens. Presença de uma fina nata oleosa na sup. da água (aparent. óleo)
12	PÇ-3	-	-	30,8	-	5,7	4,9	21	-	9:27, 5/10, reamostragem
13	PÇ-4	-	-	29,8	-	6,3	6	201	11	Poço semi artesiano
14	CP-2	0,25	-	32,6	-	7	8	199	28	Sem alimentação. Assemelha-se a um dreno. Grande quantidade de algas verdes, indício de muito fósforo.
15	DR-4	0,15	-	31,8	-	7,3	8,01	85	60	Baixo fluxo de drenagem. 10:45, 5/10, reamostragem
16	JV-1	0,62	0,62	32,9	28,9	7,5	7,97	39	8	Rio Javaés com volume de água muito baixo
17	AR-1	0,62	2,5	29,8	-	7,4	7,4	21	15	Água turva, provavelmente chuva a montante no dia anterior
18	FM-3	0,4	-	30,7	-	6,7	6,8	157	16	Coleta a 300 m da confluência com dreno do lagoão
19	LG-1	0,1	0,4	31,5	29	7,1	6,8	62	73	Água muito turva
20	LG-2	-	0,4	35,5	33,5	7,1	8,4	148	133	Coleta em frente ao canal do dreno do Projeto Formoso. Água muito turva
21	LG-3	0,3	-	31,5	31,5	7,5	8,4	57	26	
22	LG-4	-	-	36,6	31,4	7,1	7,6	59	117	

Número	Ponto de coleta	Transparência da água (m)	Profundidade (m)	Temperatura da água (°C)	Temperatura do ar (°C)	pH	Oxigênio dissolvido (mg/l)	Condutividade elétrica (µS/cm)	Turbidez	Observações
23	PÇ-5	-	-	28,6	26,7	6,7	1,04	115	2	
24	LGZI	0,25	0,7	34,9	28	8,4	8,03	120	28	
25	JV-4	0,6	-	33,5	-	7,6	7,61	41	6	Este ponto substitui um dos pontos do lago da ferradura (Lago do Zé Idalino)
26	LGZIDA	0,75	1,1	31,5	30,6	7,8	8,14	25	7	Extremidade do Lago. Nas chuvas provavelmente emenda com o outro lado
27	RD	-	-	31,9	-	6,9	7,38	6	7	Drenagem dos projetos com comunicação com a Lagoa do Coco, afluente do Pium
28	LCO	-	-	24,9	-	6,8	4,8	27	59	Aparentemente muito assoreada. Macrófitas em abundância. Berçário. Grande quantidade de jacarés.
29	FM-5	0,55	0,55	28,1	23,9	6,7	6,04	58	14	
30	LCONF	0,7	1,2	27,8	23,4	6,8	7,24	9	8	Chuva uma hora antes
31	JV-3	-	-	29,4	25,6	6,9	6,52	30	14	
32	FM-4	-	-	29,2	27,7	6,9	5,42	55	19	
33	JV-6	0,85	2	29,4	27,7	7,1	7,07	36	8	
34	JV-5	0,75	2,4	29,4	28,8	6,9	7,62	37	8	
35	RZ	1,2	3,8	31	28,8	6,8	7,38	16	6	
36	RC-1	-	-	29,2	27,8	7,4	7,12	68	26	
37	NARU	0,55	2,5	29,1	25	7,4	7,17	23	10	
38	RC-2	0,4	0,4	29,5	24,9	7,4	7,46	28	7	
39	LPAREDÃO a	1	4,7	28,3	24,6	6,9	6,17	27	4	
40	LPAREDÃO b	-	4,7	28,2	-	6,9	6,1	29	4	
41	LCABOCLO	1,05	1,3	28,4	26,1	6,4	6,77	27	5	
42	AR-4	0,65	1,55	28,2	26,4	7,1	7,32	22	9	
43	LVG	0,45	1,9	33,1	28,5	7,5	7,8	25	17	Muito mosquito
44	AR-3	0,6	-	29,7	30,1	7,3	7,7	22	9	
45	JV-7	0,55	2,25	29,6	27,6	7,5	7,6	23	11	
46	AR-2	0,55	2,5	29,8	28,5	7,3	7,6	22	12	
47	LT-1b	-	-	28,8	-	6,9	5,5	53	12	Lagoa Taboca. Superfície alagada de 3500 ha. Maciço de repr. de 18km
48	LCAL	-	-	-	-	-	-	-	-	Lago Calumbi. Coleta apenas de peixe.

Tabela 5.9. Local de coleta e peso (g) das amostras de peixe utilizadas na análise de metais e pesticidas (continua na pág. seguinte):

Data	Local (Ponto De Coleta)	Espécie	Número	Comp. (cm)	Peso (g)	Metais (Músc.)	Metais (Visceras)	Pest. (Músc.)	Pest. (Visceras)
03/Out	Canal de drenagem (DR-1)	Curimatã	1	33	817				
03/Out	Canal de drenagem (DR-1)	Curimatã	2	32	588				
03/Out	Canal de drenagem (DR-1)	Curimatã	3	29	514				
03/Out	Canal de drenagem (DR-1)	Curimatã	4	35	756	142,44	55,78	181,87	47,75
03/Out	Canal de drenagem (DR-1)	Pintado	1	60					
03/Out	Canal de drenagem (DR-1)	Tucunaré	1	38	970				
03/Out	Lago Calumbí (LCAL)	Tucunaré	1	40	1319				
03/Out	Lago Calumbí (LCAL)	Tucunaré	2	58	3125	305,75	32,15	308,28	19,34
07/Out	Lago do Zé Idalino (LGZIDA)	Jaraqui	1	34,5	748				
07/Out	Lago do Zé Idalino (LGZIDA)	Jaraqui	2	35	821	104,77	23,68	98,38	23,06
07/Out	Lago do Zé Idalino (LGZIDA)	Tucunaré	1	44	1422				
07/Out	Lago do Zé Idalino (LGZIDA)	Tucunaré	2	46	1552				
07/Out	Lago do Zé Idalino (LGZIDA)	Tucunaré	3	50	1967	152,26	19,32	165,64	21,30
09/Out	Lago Naru (NARU)	Carnívoro				166,50	13,07	177,00	14,59
09/Out	Lago Naru (NARU)	Detritívoro				116,77	26,70	107,00	28,40
10/Out	Lago Paredão (LPAREDÃO)	Detritívoro	1	31	523				
10/Out	Lago Paredão (LPAREDÃO)	Detritívoro	2	29,5	497				
10/Out	Lago Paredão (LPAREDÃO)	Detritívoro	3	26	358				
10/Out	Lago Paredão (LPAREDÃO)	Detritívoro	4	26	308				
10/Out	Lago Paredão (LPAREDÃO)	Detritívoro	5	25	282	145,71	29,74	134,03	32,46
10/Out	Lago Paredão (LPAREDÃO)	Piranha	1	21	275				
10/Out	Lago Paredão (LPAREDÃO)	Tucunaré	1	35	665				
10/Out	Lago Paredão (LPAREDÃO)	Tucunaré	2	34	642				
10/Out	Lago Paredão (LPAREDÃO)	Tucunaré	3	38	811	247,13	9,00	191,32	13,00
10/Out	Lago Volta Grande (LVG)	Jaraqui	1	29	436				
10/Out	Lago Volta Grande (LVG)	Jaraqui	2	27	335				
10/Out	Lago Volta Grande (LVG)	Jaraqui	3	27	376				
10/Out	Lago Volta Grande (LVG)	Jaraqui	4	27	326				
10/Out	Lago Volta Grande (LVG)	Jaraqui	5	25	310	195,74	19,49	126,35	11,11
10/Out	Lago Volta Grande (LVG)	Tucunaré	1	37	754				
10/Out	Lago Volta Grande (LVG)	Tucunaré	2	36	681				
10/Out	Lago Volta Grande (LVG)	Tucunaré	3	36	587				
10/Out	Lago Volta Grande (LVG)	Tucunaré	4	36	502	370,31	10,31	263,09	11,01
07/Out	Lagoa do Côco (LCO)	Tucunaré	1	32	533				
07/Out	Lagoa do Côco (LCO)	Tucunaré	2	37	786				
07/Out	Lagoa do Côco (LCO)	Tucunaré	3	35	662				
07/Out	Lagoa do Côco (LCO)	Tucunaré	4	34	606				
07/Out	Lagoa do Côco (LCO)	Tucunaré	5	30	451	282,90	13,80	165,16	15,35

DATA	LOCAL (Ponto de coleta)	ESPÉCIE	NÚMERO	COMP.	PESO	METAIS (MÚSC.)	METAIS (VÍSCERAS)	PEST. (MÚSC.)	PEST. (VÍSCERAS)
05/Out	Lagoão (LG-3)	Tucunaré				166,80	24,90	178,00	25,10
03/Out	Rio Formoso (FM-2)	Carnívoro							
03/Out	Rio Formoso (FM-2)	Detritívoro							
05/Out	Rio Javaés (JV-2)	Jaraqui	1	33	790				
05/Out	Rio Javaés (JV-2)	Jaraqui	2	38	987				
05/Out	Rio Javaés (JV-2)	Jaraqui	3	37	937				
05/Out	Rio Javaés (JV-2)	Jaraqui	4	32	712	171,00	18,30	172,20	18,40
05/Out	Rio Javaés (JV-2)	Piranha	1	24	387				
05/Out	Rio Javaés (JV-2)	Piranha	2	23	375				
05/Out	Rio Javaés (JV-2)	Piranha	3	23	409				
05/Out	Rio Javaés (JV-2)	Piranha	4	24	419	147,50	15,30	152,60	22,40
07/Out	Rio Javaés (JV-3)	Jaraqui	1	36	1071				
07/Out	Rio Javaés (JV-3)	Jaraqui	2	37	1057				
07/Out	Rio Javaés (JV-3)	Jaraqui	3	43	1464	255,68	37,90	246,92	34,10
07/Out	Rio Javaés (JV-3)	Piranha	1	22	339				
07/Out	Rio Javaés (JV-3)	Piranha	2	21	233				
07/Out	Rio Javaés (JV-3)	Piranha	3	21	243				
07/Out	Rio Javaés (JV-3)	Piranha	4	19	204				
07/Out	Rio Javaés (JV-3)	Piranha	5	19	174				
07/Out	Rio Javaés (JV-3)	Piranha	6	17	158				
07/Out	Rio Javaés (JV-3)	Piranha	7	18	169				
07/Out	Rio Javaés (JV-3)	Piranha	8	18	140				
07/Out	Rio Javaés (JV-3)	Piranha	9	19	159	141,50	9,72	396,20	8,55
10/Out	Rio Javaés (JV-7)	Detritívoro	1	29	406				
10/Out	Rio Javaés (JV-7)	Detritívoro	2	27,5	356				
10/Out	Rio Javaés (JV-7)	Detritívoro	3	29,5	403				
10/Out	Rio Javaés (JV-7)	Detritívoro	4	27	354				
10/Out	Rio Javaés (JV-7)	Detritívoro	5	26	361	135,40	20,10	144,93	27,50
10/Out	Rio Javaés (JV-7)	Tucunaré	1	35	594				
10/Out	Rio Javaés (JV-7)	Tucunaré	2	30,5	373				
10/Out	Rio Javaés (JV-7)	Tucunaré	3	30,5	297				
10/Out	Rio Javaés (JV-7)	Tucunaré	4	33	454	196,77	9,74	211,35	8,49
07/Out	Rio Riozinho (RZ)	Tucunaré	1	31	402				
07/Out	Rio Riozinho (RZ)	Tucunaré	2	29	349				
07/Out	Rio Riozinho (RZ)	Tucunaré	3	29	323				
07/Out	Rio Riozinho (RZ)	Tucunaré	4	34	514				
07/Out	Rio Riozinho (RZ)	Tucunaré	5	28,5	347	242,80	8,17	207,00	8,00

Tabela 5.10. Resultado da análise físico-química (parâmetros 1) e clorofila-a nos pontos de amostragem:

Ponto de Amostragem	Fósforo Total (mg/l em P)	Cloreto (mg/l)	Cálcio (mg/l)	Magnésio (mg/l)	Sódio (mg/l)	Potássio (mg/l)	Dureza (mg/l)	Clorofila a (ug/l)
AR-1	0,056	0,65	2,00	4,74	1,5	1,1	24,50	2,6
AR-2	0,023	0,60	2,04	3,01	1,4	1,1	17,50	
AR-3	0,168	0,50	2,34	2,42	1,4	1,0	15,80	
AR-4	0,112	1,50	2,24	2,72	1,4	0,9	16,80	8,0
CP-1	0,004	0,45	6,22	4,69	2,1	1,0	34,85	
CP-2	0,035	0,75	24,14	13,17	1,3	1,1	114,55	
CS	0,166	2,60	5,84	6,95	2,1	1,2	43,20	
DR-1	0,035	2,60	16,60	18,35	1,8	2,0	117,05	
DR-2	0,028	2,05	9,92	11,15	2,4	2,8	70,70	
DR-3	0,056	2,15	10,92	14,77	2,4	2,7	88,10	
DR-4	0,173	1,95	10,78	7,34	2,2	2,0	57,15	
FM-1	0,050	1,10	9,24	9,25	2,4	1,2	61,20	
FM-2	0,111	0,80	11,94	7,68	2,5	1,0	61,45	5,8
FM-3	0,065	0,85	11,38	5,11	2,5	1,1	49,50	6,4
FM-5	0,092	0,75	5,48	8,76	2,8	1,2	49,75	9,0
JV-1	0,118	0,80	3,80	9,17	2,7	1,1	47,25	
JV-2	0,009	0,80	3,16	6,15	2,9	1,2	33,20	3,8
JV-3	0,185	0,90	2,56	5,22	2,8	1,1	27,90	
JV-4	0,015	0,90	3,96	10,34	2,8	1,1	52,45	3,8
JV-5	0,003	0,85	3,92	4,06	2,7	1,0	26,50	
JV-6	0,043	0,95	3,52	4,00	2,6	1,0	25,25	
JV-7	0,026	0,65	2,48	5,66	1,4	1,0	29,50	6,4
LCABOCLO	0,071	1,05	2,04	5,06	2,9	0,9	25,95	0,0
LCO	0,061	2,80	4,88	0,23	2,1	4,1	13,15	19,2
LCONF	0,016	0,90	1,04	2,21	1,2	0,5	11,70	0,0
LG-1	0,164	4,20	6,90	6,56	2,7	2,9	44,25	5,1
LG-2	0,036	3,10	16,70	8,43	2,2	3,7	76,45	32,1
LG-3	0,132	2,45	5,86	7,58	2,4	1,8	45,85	9,0
LG-4	0,078	2,55	6,68	4,49	2,6	1,9	35,20	
LGZI	0,067	0,95	1,70	1,70	1,8	0,9	11,25	12,8
LGZIDA	0,026	0,85	1,98	4,93	2,2	1,3	25,25	6,4
LPAREDÃO	0,051	0,95	2,40	2,79	2,5	0,9	17,50	11,5
LT-1a	0,165	0,80	6,48	5,21	1,9	1,0	37,65	15,4
LT-1b	0,008	0,85	6,36	4,64	1,9	1,0	35,00	
LVG	0,170	0,85	2,50	3,25	2,0	1,0	19,65	8,0
NARU	0,021	1,70	2,46	2,95	2,6	1,3	18,30	7,7
PÇ-1	0,151	1,70	7,44	6,15	41,6	1,6	43,90	
PÇ-2	0,063	2,10	26,28	19,18	2,1	1,0	144,65	
PÇ-3	0,119	0,95	1,18	5,19	1,2	1,2	24,30	
PÇ-4	0,186	0,35	32,70	5,13	5,7	2,7	102,85	
PÇ-5	0,167	0,45	3,52	7,59	3,0	0,5	40,05	
RC-1	0,036	1,10	2,64	4,38	2,6	2,2	24,65	
RC-2	0,010	0,85	2,08	3,35	2,6	0,9	19,00	5,1
RD	0,029	0,45	0,94	3,58	0,9	0,7	17,10	
RZ	0,135	0,55	1,42	2,33	1,8	0,6	13,15	3,8

Tabela 5.11. Resultado da análise físico-química (parâmetros 2) nos pontos de amostragem:

Ponto de Amostragem	Sólidos Suspensos (mg/l)	Alcalinidade (mg/l)	DQO (mg/l)	N amoniacal (mg/l em N)	N de nitratos (mg/l em N)	N total (mg/l em N)	Fosfato Reativo Solúvel (mg/l em P)
AR-1	16,8	12,1	0,99	0,205	0,037	0,318	<0,002
AR-2	19,2	12,1	0,69	0,118	0,070	0,337	<0,002
AR-3	19,2	12,3	1,04	0,184	<0,031	0,301	<0,002
AR-4	10,4	10,8	1,24	0,093	0,038	0,292	<0,002
CP-1	4,4	26,5	3,99	0,288	0,035	0,491	<0,002
CP-2	24,4	108,5	2,41	0,247	0,038	0,464	<0,002
CS	4,0	24,6	3,91	0,184	0,031	0,464	<0,002
DR-1	14,4	74,6	2,76	0,180	0,063	0,446	<0,002
DR-2	42,8	49,1	3,09	0,280	0,078	0,746	0,009
DR-3	44,0	49,8	3,11	0,280	0,075	0,773	0,006
DR-4	75,2	43,5	3,46	0,610	0,084	1,118	0,015
FM-1	25,2	40,6	2,41	0,160	0,080	0,564	<0,002
FM-2	18,8	47,1	1,70	0,060	0,050	0,301	<0,002
FM-3	20,8	43,2	1,89	0,110	0,047	0,516	0,005
FM-5	19,2	26,5	1,78	0,080	0,035	0,555	<0,002
JV-1	10,4	18,3	1,28	0,023	1,051	0,419	<0,002
JV-2	20,4	18,4	1,44	0,039	0,032	0,514	<0,002
JV-3	15,6	15,5	2,01	<0,020	<0,031	0,582	<0,002
JV-4	8,0	21,4	2,16	<0,020	0,063	0,347	<0,002
JV-5	9,6	21,0	1,93	0,069	<0,031	0,237	<0,002
JV-6	7,6	19,4	1,92	<0,020	<0,031	0,164	<0,002
JV-7	15,6	12,5	4,30	0,094	<0,031	0,227	<0,002
LCABOCLO	6,8	15,6	1,97	0,023	<0,031	0,273	<0,002
LCO	153,0	7,5	>20,0	0,700	0,553	2,181	0,010
LCONF	6,4	6,1	7,82	0,050	0,131	0,609	<0,002
LG-1	41,2	31,5	8,24	0,700	0,218	2,099	0,073
LG-2	88,0	73,7	7,05	0,580	0,070	1,409	0,009
LG-3	27,6	27,2	4,96	0,290	0,068	1,463	0,012
LG-4	9,2	27,6	5,97	0,460	0,074	1,753	0,011
LGZI	14,4	7,3	7,86	0,073	0,095	1,945	<0,002
LGZIDA	4,4	14,3	4,90	<0,020	0,068	0,737	<0,002
LPAREDÃO	2,4	15,8	2,40	<0,020	<0,031	0,464	<0,002
LT-1a	3,2	27,7	4,52	0,120	<0,031	0,628	<0,002
LT-1b	6,0	27,4	4,16	0,150	0,043	0,673	<0,002
LVG	12,8	13,8	4,89	0,230	0,044	0,655	<0,002
NARU	6,8	11,9	4,50	0,170	0,077	0,700	<0,002
PÇ-1	6,8	133,2	0,25	0,170	<0,031	0,301	0,017
PÇ-2	7,2	122,7	0,22	0,350	0,164	0,773	0,006
PÇ-3	1,2	8,5	0,58	<0,020	0,488	0,936	0,087
PÇ-4	2,0	103,7	0,28	0,060	<0,031	0,571	0,033
PÇ-5	4,0	39,0	1,62	0,660	<0,031	0,382	<0,002
RC-1	10,4	16,7	3,72	0,516	0,218	1,209	<0,002
RC-2	5,2	14,8	1,60	0,189	0,033	0,410	<0,002
RD	9,6	5,7	2,74	0,056	0,043	0,382	<0,002
RZ	4,0	11,8	1,24	0,069	<0,031	0,364	<0,002

Tabela 5.12. Análise qualitativa do fitoplâncton nas estações de coleta. Abundância (+ raro; ++ freqüente; +++ abundante):

Gêneros		AR-1	AR-4	FM-2	FM-3	FM-5	JV-2	JV-4	JV-7	LCAB	LCO	LCON	LG-1	LG-2	LG-3	LGZI	LGZIDA	LPAR	LT-01	LVG	NARU	RC-2	RZ	
Pirro fita	<i>Cryptomonas</i>																					+		
	<i>Gymnodinium</i>																+							
	<i>Peridinium</i>	+	+	+		+	+	+		+		++		+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
Eugle nofita	<i>Euglena</i>					+				+								+						
	<i>Phacus</i>									+								+				+		
	<i>Trachelomonas</i>			+	+		+	+						++	+									
Cianofita	<i>Anabaena</i>		+	+		+			+	+		+	+	+		++	+	+			+		+	+
	<i>Cylindrospermopsi</i>								+															
	<i>Merismopedia</i>	+																			+			
	<i>Microcystis</i>																						+	
	<i>Oscillatoria</i>		+						+					+					+	+			+	
Clorofita	<i>Actinastrum</i>		+					+									+				+			
	<i>Ankistrodesmus</i>	+																						
	<i>Closterium</i>					+			+						+									
	<i>Coelastrum</i>			+	+	+	+			++	+						+++	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Cosmarium</i>	+	+				+	+	+	+		+++						+	+	+			+	+
	<i>Desmidium</i>									+													+	
	<i>Euastrum</i>			+		+	+	+		+		+							+				+	+
	<i>Golenkinia</i>						+	+	+															+
	<i>Kirchneriella</i>																				+			
	<i>Oocystis</i>	+	+	+		+	+	+	+							+						+	+	+
	<i>Pediastrum</i>		+	+	+	+	+	+	+		+	+			+	+	+		+			+		
	<i>Scenedesmus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			++	+		+	+	+	+	+	+	+
	<i>Sphaerocystis</i>		+														+		+			+		+
	<i>Staurastrum</i>	+	+	+	+		+	+	+	+	+		+++				+	+	+	++	+		+	+
	<i>Tetraedron</i>				+			+		+												+	+	
<i>Xanthidium</i>								+																
Crisofita	<i>Asterionella</i>																				+	+		+
	<i>Cyclotella</i>			+	+	+				+							+				+	+		+
	<i>Dinobryon</i>						+																+	
	<i>Gomphonema</i>	+	+		+																			
	<i>Mallomonas</i>											+												
	<i>Melosira</i>	++	++	++	++	++	+	+	+	++	++						+	+	+	+	+	+	++	+
	<i>Navicula</i>				+																			
	<i>Pinnularia</i>	+									+													
	<i>Surirella</i>				+				+															
<i>Synedra</i>		+						+							+	+	+				+	+		
Outro	Diatomáceas	++	+		+		+	+	+	+	+	+		+	+		+	+			+		+	
	<i>Chlorococcales</i>												+											
	Alga verde filam.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+++	+	+	+	+	

Tabela 5.13. Análise qualitativa do zooplâncton nas estações de coleta. Abundância (+ raro; ++ freqüente; +++ abundante):

GÊNEROS		AR-1	AR-4	FM-2	FM-3	FM-5	JV-2	JV-4	JV-7	LCAB	LCO	LCON	LG-1	LG-2	LG-3	LGZI	LGZIDA	LPAR	LT-01	LVG	NAR	RC-2	RZ	
Cladocera	<i>Bosmina</i>																							
	<i>Diaphanozoma</i>																				*			
	<i>Moina</i>				+																			
	<i>Daphnia</i>																							
	<i>Bosminopsis</i>																							
	<i>Ceriodaphnia</i>																							
Copepoda	<i>Nauplius</i>																						+	
	<i>Thermocyclops</i>																							
	<i>Cyclopoida</i>																							
	<i>Calanoida</i>												*		*	*					*			
Rotifera	<i>Brachionus</i>														+						+	+		+
	<i>Keratella</i>	+						+																
	<i>Trichocerca</i>	+		+		+	+	+	+						+	+		+	+				+	
	<i>Polyarthra</i>												+		+			+						
	<i>Collotheca</i>																							
	<i>Filinia</i>	*							*						*						*			
	<i>Hexarthra</i>																							
	<i>Conochilus</i>																							
	<i>Anuraeopsis</i>																							
	<i>Ptygura</i>																							
	<i>Kellicottia</i>																							
	<i>Rotaria</i>																							
	<i>Lecane</i>																							
	<i>Asplanchna</i>																							
Protozoa	<i>Coleps</i>																							
	<i>Vorticella</i>																							
	<i>Paramecium</i>																							

* Identificação preliminar sujeita a revisão

Tabela 5.14. Número de indivíduos bentônicos encontrados por estação de coleta. Nas demais estações de coleta não foi registrado nenhum organismo bentônico:

Espécie	AR-4	FM-3	JV-7	LG-1	LG-2	LPAREDÃO	NARU
Larva de Insecta Diptera Família:Chironomidae Subfamília: Chironominae Gênero: <i>Chironominae</i>	1 ind.	-	-	-	-	1 ind.	-
Larva de Insecta Diptera Família:Chironomidae Subfamília: Chironominae Gênero: <i>Chironomus</i>	-	1 ind.	-	-	1 ind.	-	2 inds.
Larva de Insecta Diptera Família:Chironomidae	-	-	-	-	-	1 ind.	-
Larva de Insecta Diptera Família:Chironomidae Subfamília: Chironominae Gênero: <i>Robackia</i>	-	-	2 inds.	-	-	-	-
Larva de Insecta Diptera Família: Chaoboridae Gênero: <i>Chaoborus</i>	-	-	-	-	2 inds.	-	-
Insecta Diptera (pupa) Família : Chironomidae	-	-	-	-	-	-	1 ind.
Larva de Insecta Coleoptera Família: Dytiscinae Gênero: <i>Dytiscus</i>	-	1 ind.	-	-	-	-	-
Nemertinea	-	-	-	1ind.	-	-	-

A diversidade e a abundância de organismos bentônicos em rios depende da velocidade da corrente (vazão), do tipo de substrato e da disponibilidade de alimento. Em ambientes lóticos de grande porte, de modo geral, a diversidade de organismos bentônicos é baixa. Em ambientes onde a velocidade da corrente e a profundidade são muito grandes, várias espécies bentônicas não conseguem se fixar no sedimento e colonizar o ambiente.

Ao longo do rio Araguaia onde é maior a quantidade de detritos orgânicos, esperava-se encontrar uma maior diversidade e abundância de organismos. No entanto, outros fatores como a velocidade da corrente e a profundidade do rio podem ter contribuído negativamente para a colonização deste ambiente, diminuindo a diversidade e a abundância do bentos encontrado no local.

A coleta de sedimento no centro do rio e a quantidade pequena de amostras coletadas por estação podem ter influenciado a abundância dos organismos bentônicos. Portanto recomenda-se para trabalhos a posteriori que sejam realizadas coletas nas margens do rio e com maior número de réplicas.

As larvas de insetos da família Chironomidae (Insecta: Diptera) são utilizadas como indicadores biológicos de poluição orgânica. No entanto, devido à baixa abundância encontrada destes organismos, não é possível afirmar que o ambiente

esteja impactado organicamente. Em locais não impactados, mas com muita entrada de detrito orgânico, é possível encontrar esses organismos, uma vez que eles se alimentam de detrito, mas a sua abundância é pequena como verificado neste ambiente.

Os resultados das análises dos metais chumbo (Pb), cádmio(Cd), cobre (Cu), zinco (Zn) e mercúrio (Hg) em amostras água, sedimento e peixes são apresentados nas **Tabelas 5.15. 5.16 e 5.17**, respectivamente. A **Tabela 5.16** também apresenta parâmetros físico-químicos analisados em amostras de sedimento.

Tabela 5.15. Resultado da análise de metais em água:

Código da Amostra	Pb (mg/l)	Cd (mg/l)	Cu (mg/l)	Zn (mg/l)	Hg (mg/l)
CS	0,042	0,006	0,002	0,012	≤0,001
DR-2	0,050	0,006	0,006	0,019	≤0,001
DR-1	0,076	0,004	0,002	1,232	≤0,001
DR-3	0,086	0,004	0,002	0,024	≤ 0,001
DR-4	0,048	0,005	0,004	0,014	≤0,001
LCONF	0,032	0,004	0,003	0,018	≤0,001
LG-1	0,043	0,004	0,005	0,011	≤0,001
LG-2	0,028	0,004	0,006	0,019	≤0,001
LG-3	0,021	0,002	0,005	0,014	≤0,001
LG-4	0,049	0,006	0,006	0,023	≤0,001
PÇ-1	0,047	0,005	0,003	0,017	≤0,001
PÇ-2	0,068	0,005	0,002	0,010	≤0,001
PÇ-3	0,032	0,005	0,002	0,019	≤0,001
PÇ-5	0,085	0,006	0,003	0,022	≤0,001
RD	0,008	0,005	0,003	0,016	≤0,001

Tabela 5.16. Resultado da análise de metais e parâmetros físico-químicos em sedimento:

Código da amostra	Pb mg/kg (ppm)	Cd mg/Kg (ppm)	Cu mg/Kg (ppm)	Zn mg/Kg (ppm)	Hg mg/Kg (ppm)	Matéria Orgânica (%)	N-total (%)	P-total mg/Kg (ppm)
AR-1	1,60	0,28	0,59	5,65	0,120	0,10	0,02	15,32
AR-4	18,4	0,27	0,54	5,45	0,045	0,10	0,02	15,32
FM-2	23,8	0,60	0,75	3,73	0,030	0,14	0,03	19,04
FM-3	17,22	0,47	0,59	4,96	0,038	0,10	0,03	43,30
FM-5	26,94	0,59	7,82	7,93	0,039	0,10	0,03	77,86
JV-2	49,06	2,18	3,46	3,09	0,019	0,77	0,03	64,16
JV-4	15,82	0,60	0,32	3,09	0,008	0,77	0,03	8,16
JV-7	15,04	0,40	0,55	2,80	0,018	0,62	0,02	8,60
LCO	39,58	0,79	6,39	37,20	0,094	5,70	0,36	266,60
LG-1	52,96	1,17	12,98	31,24	0,078	2,40	0,20	249,20
LG-2	64,86	1,62	17,04	38,20	0,100	4,30	0,18	418,80
LG-3	91,32	1,62	20,30	54,22	0,103	2,60	0,24	414,8
LGZI	31,16	0,98	2,86	13,38	0,144	1,90	0,10	224,00
LGZIDA	27,06	0,88	1,43	11,06	0,027	1,13	0,05	63,44
LPAREDÃO b	31,00	1,14	2,73	10,42	0,066	2,37	0,08	93,00
LT-1b	104,80	2,65	10,58	27,04	0,141	2,83	0,32	445,20
LVG	47,18	1,18	4,93	23,80	0,182	1,93	0,09	291,40
NARU	13,36	0,50	0,97	3,30	0,106	0,90	0,03	32,50
RC-2	8,53	0,44	0,39	2,57	0,033	0,39	0,02	6,90
RZ	18,98	0,67	0,95	5,02	0,062	1,10	0,04	54,02

Tabela 5.17. Resultado da análise de metais em peixe:

Código da amostra*	Pb mg/Kg (ppm)	Cd mg/Kg (ppm)	Cu mg/Kg (ppm)	Zn mg/Kg (ppm)	Hg mg/Kg (ppm)
DR1-b1	8,44	0,40	0,41	6,65	0,02
DR1-b2	11,32	0,42	2,47	16,80	0,02
JV2-a1	4,47	0,31	0,88	5,65	0,29
JV2-a2	13,53	0,46	17,90	80,64	0,31
JV2-b1	5,66	0,44	0,39	3,67	0,09
JV2-b2	15,70	0,50	6,31	84,69	0,64
JV3-a1	2,95	0,42	0,23	3,69	0,21
JV3-a2	12,97	0,79	16,24	87,54	0,29
JV3-b1	10,44	0,45	0,58	5,52	0,13
JV3-b2	4,71	0,32	6,15	32,26	1,42
JV7-a1	4,04	0,31	0,81	5,26	0,27
JV7-a2	1,84	0,30	8,09	31,49	0,71
JV7-b1	23,09	1,14	1,27	30,20	0,06
JV7-b2	8,00	0,39	3,26	32,97	0,07
LCAL-a1	13,56	0,20	0,32	7,26	0,11
LCAL-a2	4,93	0,19	6,80	18,84	0,47
LCO-a1	10,28	0,34	0,21	8,08	0,07
LCO-a2	12,09	0,57	8,13	27,85	0,17
LG3-a1	1,14	0,33	0,30	5,79	0,16
LG3-a2	1,20	0,60	9,71	44,50	0,13
LGZIDA-a1	7,80	0,42	0,66	5,29	0,21
LGZIDA-a2	5,25	0,76	6,26	34,80	1,10
LGZIDA-b1	6,65	0,45	0,30	5,72	0,08
LGZIDA-b2	10,37	0,30	2,53	47,78	0,19
LPAREDÃO-a1	11,59	0,72	0,71	6,27	0,28
LPAREDÃO-a2	2,03	0,64	15,20	41,30	0,71
LPAREDÃO-b1	5,29	0,28	0,50	3,56	0,14
LPAREDÃO-b2	2,11	0,31	1,96	27,16	0,09
LVG-a1	8,18	0,30	0,37	6,87	0,04
LVG-a2	3,88	0,72	10,85	35,82	1,07
LVG-b1	13,45	0,50	0,57	7,27	0,04
LVG-b2	18,71	0,87	1,89	31,05	0,11
NARU-a1	1,48	0,28	0,39	7,72	0,16
NARU-a2	9,93	0,67	4,50	25,52	0,38
NARU-b1	14,55	0,92	0,83	6,62	0,05
NARU-b2	6,67	0,22	3,19	28,92	0,47
RZ-a1	5,14	0,33	0,33	5,27	0,13
RZ-a2	7,57	0,88	8,31	135,77	0,73

*no código da amostra, **a** representa amostra de espécie carnívora, e **b**, amostra de espécie detritívora; o número **1** indica amostra de músculo, e **2**, amostra de víscera.



Foto 5.13. Coleta de água na lagoa Taboca, ponto LT-1b (Formoso do Araguaia).



Foto 5.14. Coleta de água no rio Formoso, ponto FM-1 (Formoso do Araguaia).



Foto 5.15. Coleta de dados no rio Formoso, ponto FM-2 (Formoso do Araguaia).



Foto 5.16. Vista geral do ponto FM-2, rio Formoso (Formoso do Araguaia).



Foto 5.17. Coleta de água no rio Formoso, ponto FM-5 (Lagoa da Confusão).



Foto 5.18. Coleta de dados no rio Javaés, ponto JV-2 (Porto Piauí, Formoso do Araguaia).



Foto 5.19. Coleta de dados físico-químicos de água retirada de um poço no Projeto Formoso, ponto PÇ-2 (Formoso do Araguaia).



Foto 5.20. Coleta de dados físico-químicos da água consumida na Agr. São Francisco de Assis, ponto PÇ-4 (Formoso do Araguaia).



Foto 5.21. Coleta de peixes com tarrafa em dreno no Projeto Formoso, (Formoso do Araguaia).

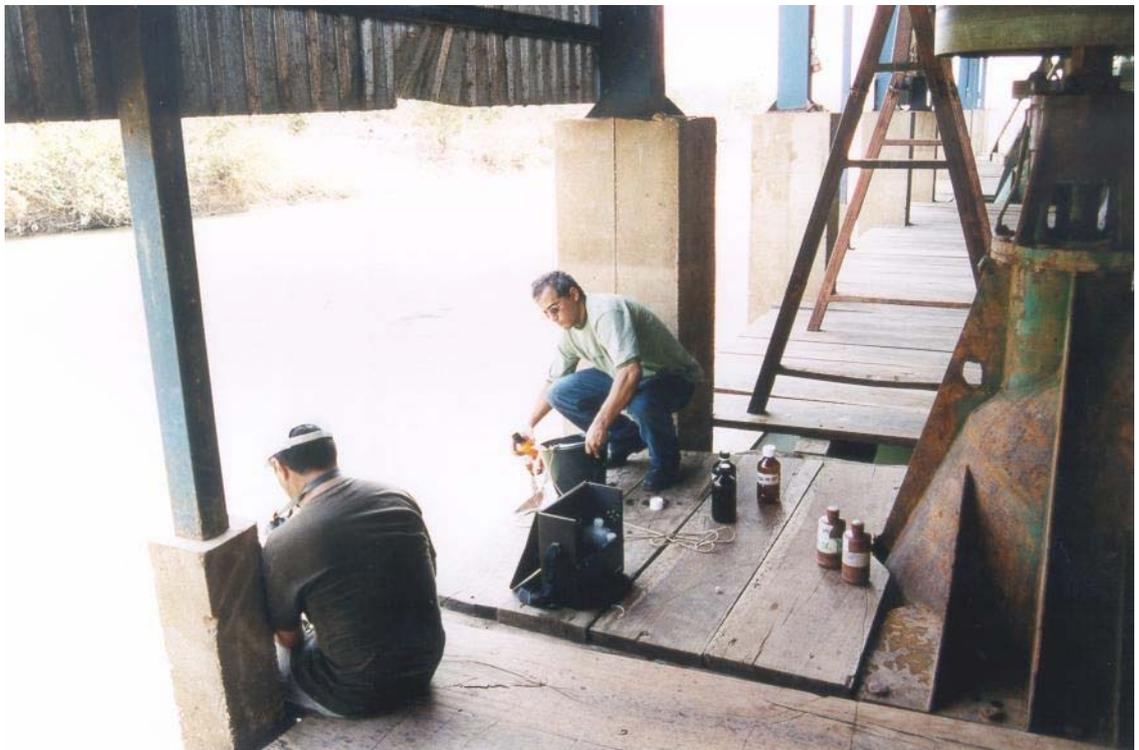


Foto 5.22. Coleta de dados físico-químicos em dreno no Projeto Formoso, ponto DR-1 (Formoso do Araguaia).



Foto 5.23. Vista geral do rio Riozinho, ponto RZ (Pium).



Foto 5.24. Vista geral do rio Araguaia em Santa Izabel do Morro, ponto AR-1 (Formoso do Araguaia).



Foto 5.25. Local de coleta na Lagoa da Confusão, ponto LCONF (Lagoa da Confusão).



Foto 5.26. Coleta de plâncton no lago Zé Izidoro, ponto LGZI, faz. Imperador (Lagoa da Confusão).



Foto 5.27. Vista geral do rio Javaés, ponto JV-4, faz. Imperador (Lagoa da Confusão).



Foto 5.28. Vista geral do rio Javaés na altura da confluência com o rio Riozinho, no ponto JV-5 (Pium).



Foto 5.29. Margem do rio Riozinho próxima ao ponto RZ (Pium).



Foto 5.30. Vista geral do rio do Côco, ponto RC-1 (Pium).



Foto 5.31. Vista geral do Lago Volta Grande no Parque Estadual do Cantão, ponto LVG (Pium).



Foto 5.32. Margem do rio Javaezinho próximo ao Lago Volta Grande no Parque Estadual do Cantão (Pium).



Foto 5.33. Encontro entre os rios Javaés e Javaezinho no Parque Estadual do Cantão (Pium).



Foto 5.34. Pôr-do-sol no rio Araguaia, 10 km a jusante do ponto AR-3, Parque Estadual do Cantão (Pium).

5.6.1 Limnologia e qualidade da água

Caracterização geral dos ecossistemas

No presente estudo, a ampla cobertura de amostragem nas sub-bacias que compreenderam os rios Araguaia, Formoso, Javaés e do Côco durante o período de transição entre a estação seca e chuvosa, possibilitou diagnosticar as alterações limnológicas, mediadas por ações antrópicas, sofridas pelos principais cursos d'água e ambientes lênticos que drenam para o Parque Estadual do Cantão.

A fim de atender ao objetivo de investigar o potencial de contaminação dos recursos hídricos da região frente às atividades agrícolas nela desenvolvidas, foi traçada uma estratégia de amostragem seqüencial ao longo de gradientes longitudinais nos principais rios da região, cobrindo pontos a montante e a jusante de cada projeto agrícola. Além disso, os sistemas lênticos mais representativos da região, como as lagoas de recebimento da drenagem dos projetos agrícolas e os ecossistemas lacustres do Parque Estadual do Cantão também fizeram parte da malha amostral.

De uma forma geral, neste período de transição estiagem/chuva, todos os recursos hídricos superficiais da região apresentaram uma baixa transparência da água, com valores em torno de 0,5 m nos rios (zona eufótica inferior a 1,5 m), e alcançando transparência máxima de 1 m (zona eufótica menor que 3 m) nos ecossistemas lacustres do Parque Estadual do Cantão (ver **Tabela 5.8**).

Os rios da região, desde os seus pontos de cabeceira até a foz, se caracterizaram por serem ecossistemas bem oxigenados, com pH ligeiramente ácido a neutro, reduzida turbidez, e com riqueza iônica de baixa a moderada (**Tabela 5.8**). Os baixos teores de nutrientes se refletiram em níveis reduzidos de biomassa fitoplanctônica, com predomínio de organismos pertencentes aos grupos Clorofita (algas verdes) e Crisofita (diatomáceas) (**Tabela 5.12**).

Já os ecossistemas lênticos, apresentaram características limnológicas bastante variáveis em função principalmente da sua localização. Enquanto as lagoas e drenos próximos aos grandes projetos agrícolas foram ambientes geralmente pouco transparentes, com tendências à elevada turbidez, riqueza iônica e concentração de nutrientes (especialmente nitrogênio), as lagoas localizadas no Parque Estadual do Cantão estiveram entre os ambientes com melhor qualidade da água, apresentando os menores valores de turbidez, riqueza iônica e teores nutricionais, e os maiores valores de transparência da água (**Tabelas 5.8, 5.10 e 5.11**). Conforme esperado pelo maior tempo de residência da água nos ecossistemas lacustres, houve, de uma forma geral,

uma maior abundância relativa de determinados gêneros fitoplanctônicos (principalmente Desmidiáceas) nas lagoas em relação aos rios da região. Os organismos zooplanctônicos e bentônicos registrados na região pertencem predominantemente a gêneros cosmopolitas de ampla distribuição geográfica em zonas tropicais (**Tabelas 5.13 e 5.14**).

Dinâmica dos cursos d'água ao longo do gradiente longitudinal

A fim de avaliar as modificações impostas aos principais recursos hídricos superficiais da área de influência do Parque Estadual do Cantão, como resultado das atividades antrópicas nela desenvolvidas, optou-se por analisar cada sub-bacia separadamente.

Bacia de drenagem do sistema Javaés/Javaezinho

- Sub-bacia do rio Formoso (pontos FM-1 a FM-5, DR-1 a DR-4, LG-1 a LG-4, CP e CS)

Nesta sub-bacia foram amostrados tanto pontos ao longo do curso do rio Formoso, desde montante até jusante do Projeto Formoso, como ainda os canais, drenos e lagoa de drenagem desta grande área agrícola.

No âmbito do Projeto Formoso, os canais principal e secundário e os drenos de recebimento do efluente agrícola não apresentaram qualidade da água muito deteriorada, à exceção do ponto DR-4, cujos teores de nutrientes (fósforo total e solúvel, e nitrogênio amoniacal) e valores de turbidez foram os mais elevados em função do maior grau de estagnação da água. Já no corpo receptor e de acumulação de toda a drenagem do Projeto Formoso, o Lagoão, foram constatados os maiores teores relativos de nutrientes (especialmente amônia), acompanhados de elevações nos valores de clorofila-a, condutividade e turbidez.

Conseqüentemente, ao longo do curso do rio Formoso, fez-se possível observar um enriquecimento iônico acentuado associado à presença do projeto agrícola, conforme evidenciado pela duplicação dos valores de condutividade elétrica entre os pontos FM-2 e FM-3. No entanto, constatou-se um progressivo restabelecimento dos valores normais deste parâmetro a partir do ponto de amostragem à jusante deste empreendimento (FM-4).

- Sub-bacia do rio Javaés (pontos JV-1 a JV-6, LCO, LGZI, LGZIDA, RD e RZ)

A amostragem ao longo do rio Javaés, desde os pontos a montante da confluência do rio Formoso (JV-1 a JV-3), passando pela área de drenagem do Projeto Javaés (pontos JV-4 e JV-5), até alcançar as áreas de jusante mais próximas ao Parque Estadual do Cantão, demonstrou não ter havido influências antrópicas apreciáveis sobre a qualidade da água deste curso d'água. Assim, os parâmetros mais indicativos do processo de eutrofização, isto é, os nutrientes (fósforo e nitrogênio) e a biomassa do fitoplâncton (clorofila-a), não apresentaram elevações nítidas em respostas a presença dos projetos de irrigação. Ao contrário, constatou-se um gradiente longitudinal de redução dos valores da nascente para a foz.

Por outro lado, no que se refere aos corpos d'água que recebem diretamente a drenagem do Projeto Javaés, constatou-se que alguns deles já apresentam sinais de enriquecimento nutricional. Este é o caso do Lago do Côco (ponto LCO), ambiente raso, enriquecido em nitrogênio e com biomassa algal relativamente elevada. Similarmente, o ecossistema lacustre formado pelos lagos Zé Isidoro e Zé Idalino (pontos LGZI e LGZIDA), apresentou-se mais eutrofizado na sua extremidade sul (LGZI), localizada mais próxima ao Projeto Javaés.

Finalmente, os pontos de amostragem localizados nos rios Douradinho e Riozinho, não apresentaram alterações de qualidade da água apreciáveis uma vez que não sofrem influência marcante do projeto agrícola.

Bacia de drenagem do rio Araguaia

- Sub-bacia do rio Araguaia (pontos AR-1 a AR-4):

Ao longo do seu perfil longitudinal, o rio Araguaia caracterizou-se por apresentar uma transparência da água relativamente baixa em função da presença de sólidos em suspensão, conferindo uma certa turbidez às suas águas. Os níveis de pH e oxigênio dissolvidos se mostraram bastantes satisfatórios e também pouco variaram ao longo do curso do rio amostrado. Em contraste, um enriquecimento nutricional para fósforo total relativamente elevado (mais de 100%) foi verificado após o recebimento da drenagem do rio Javaés. Apesar desta fertilização ter se refletido em elevações da biomassa de algas planctônicas (clorofila-a), as quais triplicaram a sua abundância ao longo do curso do rio, tanto os valores de fósforo total quanto os de clorofila-a são ainda bastante reduzidos e pouco preocupantes. No entanto, as análises destes parâmetros

no gradiente longitudinal do rio evidenciam a resposta de enriquecimento nutricional ainda que bastante moderada. Cabe ressaltar a ausência deste tipo de resposta no caso das formas nitrogenadas.

Bacia de Drenagem do rio do Côco

- Sub-bacia do rio do Côco (pontos RC-1 e RC-2)

Representando um dos limites do Parque Estadual do Cantão, o rio do Côco drena uma área de pouca influência agrícola e apresenta excelente qualidade da água. Em termos comparativos, o ponto de amostragem da cabeceira deste curso d'água (RC-1) apresentou valores relativamente mais elevados de condutividade, turbidez e nitrogênio em relação à foz (ponto RC-2).

- Lagoas do PEC (pontos LPAREDÃO, NARU, LCABOCLO e LVG)

As lagoas amostradas no PEC (lagoas do Paredão, Naru, Caboclo e Volta Grande) constituíram-se ambientes lacustres com excelente qualidade da água, evidenciada por reduzidas concentrações de nutrientes e clorofila-a, e níveis de transparência da água relativamente mais elevados que em outros sistemas lênticos da região.

5.6.2 Pesticidas

Para atender a uma demanda cada vez maior por alimentos e fibras, a agricultura mundial utiliza pesticidas em uma escala também crescente. No Brasil, o uso de pesticidas atinge a maior parte da área plantada com soja, milho, arroz e algodão. O fato tem se tornado uma preocupação constante para agricultores e ambientalistas, tendo em vista que as águas superficiais e o lençol freático podem ser contaminados por pesticidas aplicados em áreas agrícolas.

Ao ser introduzido no ambiente, ocorre uma complexa interação do pesticida com o solo, as águas superficiais e as águas subterrâneas. O destino do pesticida é controlado por numerosas e simultâneas reações biológicas, físicas e químicas. A compreensão do destino dos pesticidas requer o conhecimento dos processos de **transformação, transferência e transporte**.

Transformação refere-se aos processos biológicos e químicos que mudam a estrutura de um pesticida ou degradam-no completamente.

Transferência refere-se a maneira como um pesticida é distribuído entre sólidos e líquidos (por exemplo, entre o solo e a água do solo), ou entre sólidos e gases (como entre o solo e o ar nele contido).

Transporte é o movimento de um ambiente para outro, como a lixiviação de pesticidas através do solo para o lençol freático, a volatilização para o ar, ou escoamento para águas superficiais.

Quando um pesticida é aplicado em um campo, ocorrem algumas reações. Pesticidas aplicados às folhas aderem a elas, sendo então absorvidos. Porém as chuvas inevitavelmente lavam uma parte do produto químico para o solo; alguns podem ser transformados pela luz.

Pesticidas aplicados no solo em geral interagem primeiramente com a umidade em torno e entre partículas do solo, influenciando a maneira pela qual o produto químico finalmente reagirá no ambiente. Portanto, a **solução do solo** pode ser vista como uma área onde ocorre a maioria das reações que controlam o destino dos pesticidas no ambiente. Por exemplo, processos de sorção (transferência), degradação por microorganismos e reações químicas (transformação), volatilização para a atmosfera, lixiviação para as partes mais profundas do solo e escoamento superficial (transporte), todos ocorrem predominantemente na solução do solo.

Adsorção

Adsorção é um processo de transferência pelo qual os pesticidas são dispersos entre matéria sólida e água, no solo. É um fator importante na regulação da concentração de pesticidas na água do solo. Um importante “dreno” (local de retenção ou armazenamento) para muitos pesticidas é a matéria orgânica.

A maior parte da matéria orgânica (húmus) é constituída de polímeros orgânicos (cadeias longas) e geralmente consiste de dois sistemas: uma superfície hidrofílica e um interior hidrofóbico. Pesticidas não iônicos (sem carga ou neutro) escapam da solução do solo para o interior hidrofóbico e, como consequência, é estabelecido um equilíbrio entre o pesticida, a matéria orgânica e a solução do solo. Os pesticidas também se movem mais profundamente na matéria orgânica e tornam-se indisponíveis para mover de volta à solução do solo. Pesticidas solúveis em água tendem a permanecer na superfície da matéria orgânica, enquanto os insolúveis penetrarão o interior hidrofóbico.

A quantidade de pesticidas adsorvidos é uma função da quantidade total de matéria orgânica (regiões de adsorção) no solo. Adsorção às partículas de argila mineral também ocorre, porém normalmente é menos significativa do que a adsorção à matéria orgânica, no que se refere ao destino ambiental, a menos que o solo tenha um teor muito baixo de matéria orgânica.

Muitos pesticidas desenvolvem uma carga como resultado do pH (uma medida de acidez) da solução do solo, isto é, uma molécula neutra de pesticida pode tornar-se iônica (carregada) e mais reativa. Se a carga induzida pelo pH é positiva, o pesticida pode ligar-se ao solo negativamente carregado. Se a carga induzida é negativa, o pesticida pode ser repelido das superfícies negativamente carregadas dos sólidos do solo.

A adsorção às partículas do solo é também dependente do conteúdo de água no solo porque a água é necessária ao movimento químico; e as moléculas de água competirão com as moléculas do pesticida pelos **pontos de ligação** nas argilas e matéria orgânica. Portanto, a adsorção dos pesticidas tende a ser maior em solos secos do que em solos úmidos. Menor conteúdo de água no solo força o pesticida a interagir com as superfícies do solo; entretanto, a quantidade de adsorção também depende do tipo de argila e da quantidade de matéria orgânica.

A força de ligação entre uma molécula de pesticida e uma partícula do solo determina em grande parte o destino ambiental do pesticida. Por exemplo, pesticidas fortemente adsorvidos às partículas do solo têm mobilidade reduzida e são menos capazes de contaminar o lençol freático. A força de ligação pode diminuir a taxa pelo qual o pesticida é degradado pelos microorganismos do solo, causando uma persistência maior no ambiente. Pesticidas fortemente adsorvidos às partículas do solo podem mover inicialmente com o solo erodido e entrar na água superficial, enquanto os pesticidas fracamente adsorvidos, que são mais solúveis em água, podem ser liberados na solução do solo e entrar nas águas superficiais em escoamentos.

Degradação microbiana

As comunidades de microorganismos do solo são muito diversificadas. Pesquisadores estimam que podem existir entre 5000 e 7000 diferentes espécies de bactérias em um único grama de solo fértil. Populações de bactérias podem freqüentemente exceder cem milhões de indivíduos em um grama de solo e populações de colônias de fungos podem exceder dez mil.

A degradação microbiana é um processo de transformação que resulta quando os microorganismos do solo (bactéria e fungos) metabolizam parcialmente ou completamente um pesticida. Os microorganismos podem causar mudanças em um pesticida quando esta atividade ocorre; na presença de oxigênio é chamada de metabolismo aeróbio e na ausência de oxigênio, metabolismo anaeróbio. A maioria dos microorganismos habita o perfil do solo onde o oxigênio é abundante e degrada os pesticidas via metabolismo aeróbio. À medida que um pesticida sofre metabolismo aeróbio, ele é normalmente transformado em dióxido de carbono e água. Sob condições anaeróbias, a degradação por microorganismos pode produzir outros produtos finais, como o metano. Os microorganismos que usam o metabolismo anaeróbio para degradação dos pesticidas geralmente habitam solos alagadiços em sistemas terrestres ou vivem em sedimentos dos fundos de represas, lagos e rios. Estes organismos estão também presentes em águas subterrâneas e, as vezes, no perfil do solo.

Os pesticidas, juntamente com muitas outras moléculas orgânicas que ocorrem naturalmente, podem servir como uma fonte de alimento e energia para os micróbios do solo. Pelo fato de ocorrerem em concentrações muito baixas no ambiente, os pesticidas não são capazes de servir como uma fonte de alimento para suprir um alto número de microorganismos.

A maioria dos microorganismos do solo é associada em colônias na superfície do solo e não livres na solução do solo. Um pesticida na solução do solo tem que se mover para estas colônias de microorganismos e atravessar a membrana celular microbiana para ser metabolizado. Alguns microorganismos produzem enzimas que são exportadas da célula para predigerir os pesticidas com pouca mobilidade. Uma vez dentro de um organismo, o pesticida pode ser metabolizado via sistemas enzimáticos internos. Qualquer energia derivada da degradação do produto químico pode ser usada para o crescimento e reprodução; qualquer porção não completamente degradada o dióxido de carbono ou incorporada nas células é liberada de volta à solução do solo como metabólitos químicos intermediários.

Vários organismos freqüentemente estão envolvidos no fenômeno de degradação. Diferentes espécies têm diferentes capacidades e juntas promovem a degradação do pesticida. A probabilidade de que o produto químico seja completamente degradado diminui se faltam alguns dos micróbios. A habilidade dos micróbios em degradar um pesticida é relacionada à sua capacidade metabólica e à

complexidade da molécula, e aos fatores ambientais que regulam a atividade microbiana (água, temperatura, aeração e nutrientes).

Degradação abiótica

Degradação abiótica (química) é a degradação de pesticidas por meio de reações não biológicas (isto é, sem o envolvimento de organismos vivos) ocorrendo na solução e na superfície do solo. Fatores que afetam a degradação abiótica incluem a natureza química do pesticida, bem como a sua temperatura, conteúdo de água e o pH. A hidrólise (reação com a água) é importante para a degradação de muitos pesticidas, assim como a fotodegradação (reação com a luz do sol). Estes dois processos geralmente são os mais importantes mecanismos abióticos envolvidos. Degradação abiótica resulta em menor transformação de uma molécula do que degradação biológica.

A hidrólise é uma reação química comum que geralmente se constitui na introdução de um grupo hidroxila (OH) da água (HOH ou H₂O) na estrutura do pesticida, substituindo um outro grupo. A reação com a água quebra a molécula do pesticida e a extensão da degradação é dependente do pH.

Fotodegradação (fotólise) envolve a degradação de pesticidas orgânicos pela energia direta ou indireta da luz solar. A energia da luz pode ser absorvida pelo pesticida ou por materiais secundários (por exemplo, matéria orgânica), os quais tornam-se ativados e, por sua vez, transferem a energia ao pesticida. Em qualquer dos casos, os pesticidas absorvem a energia da luz solar, tornam-se instáveis ou reativos e degradam. A fotólise pode ocorrer na água, no ar ou sobre superfícies tais como solo ou uma folha de planta. Reações fotolíticas ocorrem perto da superfície do solo ou da água, onde a luz pode penetrar.

Volatilização

Volatilização é o processo pelo qual um sólido ou líquido evapora na atmosfera como um gás. Em princípio, volatilização é um mecanismo de escape. Compostos com alta pressão de vapor e baixa solubilidade em água têm uma tendência para volatilizar. A tendência de um pesticida para volatilizar da água depende da sua pressão de vapor. O mesmo é parcialmente verdadeiro para solos, mas a tendência de um pesticida para volatilizar do solo pode ser também inversamente proporcional ao seu potencial de se ligar ao solo.

Fatores ambientais específicos que tendem a aumentar a volatilização incluem alta temperatura, baixa umidade relativa e movimento do ar. Um pesticida fortemente adsorvido ao solo terá uma concentração de solução mais baixa e será menos provável de volatilizar. Menos volatilização ocorre em solos mais secos porque a falta de água permite ao pesticida adsorver às partículas do solo. Pesticidas voláteis geralmente são incorporados ao solo após a aplicação para reduzir perdas para a atmosfera. A volatilização de pesticidas no solo é complexa e altamente dependente do movimento de água na superfície do solo.

Uma vez que um pesticida entra na atmosfera como um gás ele pode tornar-se diluído nas gotículas de água e, por conseguinte, altamente susceptível a ser transportado a longas distâncias. Dentro da atmosfera o pesticida pode sofrer reações com a luz (fotólise) e água (hidrólise) e adsorver a materiais suspensos, como as partículas de pó. Os pesticidas em estado gasoso podem dissolver na água atmosférica e ser transferidos de volta à superfície do solo durante uma chuva.

Lixiviação

Lixiviação é o movimento descendente (infiltração) de pesticidas em água. Duas espécies de fenômenos são associadas com a lixiviação: **fluxo preferencial** e **fluxo matriz**.

O fluxo preferencial permite às moléculas do pesticida moverem-se rapidamente através de uma seção do perfil do solo, com reduzida probabilidade de que as moléculas sejam retidas pelas partículas do solo ou degradadas por micróbios. O fluxo preferencial é caracterizado pela água que flui rapidamente através dos caminhos das minhocas, canais radiculares, falhas e vazios no solo.

Fluxo matriz resulta em uma migração mais lenta da água e produtos químicos através da estrutura do solo; o pesticida move vagarosamente com a água em pequenos poros no solo e tem mais tempo de contato com as partículas do solo.

O potencial de volatilização e fotólise diminui consideravelmente à medida que o pesticida se infiltra no solo. Na zona de raízes há geralmente menor quantidade de matéria orgânica, mais compactação e mais baixa atividade biótica. Uma vez que o pesticida lixivia além da zona de raízes, reações de degradação abióticas freqüentemente tornam-se mais importantes do que reações bióticas, porque as populações microbianas geralmente são em menor número abaixo da zona radicular. Realmente, os microorganismos em solos mais profundos têm menos alimento e são menos energéticos devido a falta de carbono e nitrogênio. Além disso, os pesticidas

raramente alcançam as zonas mais profundas do solo e, portanto, os microorganismos não estão adaptados a degradá-los rapidamente.

Os mais importantes fatores na determinação se um pesticida lixiviará ou não, são sua capacidade de degradação (persistência) e suas características de adsorção. Pesticidas fracamente adsorvidos e resistentes à degradação são mais fáceis de lixiviação para o lençol freático do que os que permanecem ligados ao solo. Fatores como o tipo de solo, topografia e chuva também influenciam o potencial de lixiviação de um pesticida. Fatores tais como dose de aplicação, frequência e tipo (foliar, pré e pós-emergência) são também consideráveis.

Escoamento (“runoff”) e Erosão

Escoamento – movimento de água através da superfície do solo – ocorre quando existe água no solo, proveniente de chuva ou irrigação, em quantidade maior que o que pode ser infiltrada no solo. A medida em que a chuva cai, pequenas partículas de solo são desalojadas e são levadas lateralmente pelo água em um processo conhecido como erosão. Como os pesticidas são aplicados diretamente no solo, grandes quantidades eventualmente permanecem no solo. A medida em que a água escoar e o solo torna-se erodido, os pesticidas dissolvidos e adsorvidos vão juntos. Escoamento e erosão têm o potencial de mover mais pesticidas do que a lixiviação, porque o escoamento é um fenômeno superficial. Escoamento superficial e erosão movem pesticidas e outros poluentes lateralmente, de pontos mais elevados para ribeirões, rios, represas e lagos. Fatores climáticos tais como tempo de chuva, duração e intensidade, permeabilidade do solo e cobertura vegetal do solo influenciam o grau pelo qual os pesticidas são mobilizados por escoamento e por erosão.

Estudos indicam que as perdas de pesticidas por escoamento (“runoff”) variam de menos de 0,01% a 5% do pesticida aplicado. Embora essas perdas pareçam pequenas quando comparadas com a concentração original aplicada, é necessário um exame periódico das águas superficiais para assegurar que os resíduos não alcancem níveis prejudiciais às plantas e peixes que podem habitar essas águas.

Resultados e monitoramento de pesticidas

O monitoramento de águas superficiais fornece dados sobre a concentração de pesticidas em ribeirões, rios, lagos e reservatórios. A concentração de pesticidas em ribeirões e rios é altamente sazonal, com picos ocorrendo durante as primeiras chuvas após as aplicações, seguidos por rápido declínio. Entretanto as concentrações de

pesticidas permanecem por mais tempo em lagos e reservatórios do que em rios e ribeirões.

Os resultados obtidos a partir da análise de resíduos dos pesticidas citados na **Tabela 5.6**, em sedimentos, águas e tecidos de peixes mostram que as águas dos rios que formam a bacia hidrográfica com influência sobre o Parque Estadual do Cantão não estão contaminadas com os referidos pesticidas. Isto não significa, no entanto, que os projetos agrícolas já implantados e outros em fase de implantação na região, não ofereçam riscos ambientais. Se não forem corrigidos os erros detectados, tais como utilização de pesticidas em desacordo com sua recomendação, lavagem de equipamentos diretamente nos rios ou deixando embalagens de pesticidas em locais impróprios, graves problemas poderão surgir.

Além disso, as concentrações de resíduos de pesticidas em amostras coletadas sem freqüência, ou em amostras coletadas em períodos não coincidentes com chuvas fortes, freqüentemente não refletem acuradamente as concentrações de pico. Resíduos de pesticidas em amostras coletadas de um único lugar podem variar em até 10 vezes de um ano para outro. Conseqüentemente, amostras de águas superficiais coletadas em poucas ocasiões ou em curto espaço de tempo, freqüentemente não caracterizam de forma adequada a contaminação por pesticidas.

5.6.3 Metais Pesados

Os estudos relativos à presença de metais pesados buscaram evidenciar possíveis contaminações do ecossistema por elementos-traço. Esses elementos-traço estão presentes em diversos insumos agrícolas na forma de micronutrientes. Aparecem também como impurezas de diversos fertilizantes químicos e na formulação de pesticidas, principalmente dos fungicidas.

Os metais pesados, por não possuírem funções essenciais nos seres vivos, são bioacumulados, constituindo-se, portanto, uma preocupação ambiental.

Foram analisadas amostras de água, peixes e sedimentos em estações representativas na área de estudo. Os resultados apresentados permitiram evidenciar, de maneira geral, que os poços subterrâneos e as lagoas receptoras de drenagem dos projetos Formoso e Javaés não apresentaram níveis de concentração de metais que violassem os limites máximos permitidos pela Resolução nº 20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Somente em uma amostra no dreno DR-01, do projeto Formoso, ocorreu um nível de concentração de zinco de 1,23 mg/l, valor este cerca de sete vezes maior que o recomendado para esse metal, que é de 0,18 mg/l (**Tabela**

5.15). Essa contaminação é condizente e esperada devido à função hidráulica do dreno.

Quanto aos sedimentos, seguindo os padrões máximos admissíveis adotados no estado do Paraná, que foi baseado na legislação espanhola, não foram identificados quaisquer resultados superiores aos recomendados para solos e sedimentos. Os valores mais elevados de cobre, zinco e mercúrio foram observados em amostras de sedimento do Lagoão, sem no entanto, violar os padrões recomendados (**Tabela 5.16**). Essas observações corroboram os demais resultados de qualidade da água desse ponto, já que essa lagoa é o principal receptor da drenagem do Projeto Formoso.

Em relação aos peixes, adotou-se como referencia legal o Decreto nº 55.871 de 26 de março de 1965 do Ministério da Saúde que regulamenta o controle de aditivos incidentais em alimentos (ver item nº 7). Os resultados apresentados (**Tabela 5.17**) permitiram evidenciar que ocorreram violações do padrão máximo permitido para os metais zinco e mercúrio nas vísceras de peixes carnívoros e dentritívoros do rio Javaés, rio Riozinho, lagoa Zé Idalino, e em duas lagoas do P.E. do Cantão: o Lago Paredão e o Lago Volta Grande. Deve ser ressaltado, no entanto, que nenhuma violação dos padrões previstos para metais pesados foram verificados na musculatura dos peixes analisados.

Os níveis de metais pesados identificados nas amostras de água, sedimentos e peixes, apesar de ainda não apresentarem riscos significativos ao meio ambiente e à saúde humana, são indicativos de que as atividades desenvolvidas na bacia podem, no futuro, desencadear efeitos prejudiciais, principalmente devido ao potencial de biomagnificação dos metais pesados.

A presença de metais pesados em alguns espécimes de peixes é mostrada na **Tabela 5.18** a seguir:

Tabela 5.18. Níveis de Zinco (Zn) e Mercúrio (Hg) em espécies de peixes:

Estação de amostragem	Espécies com níveis de Zn elevados nas vísceras	Espécies com níveis de Hg elevados nas vísceras
JV-2	piranha e jaraqui	jaraqui
JV-3	piranha e jaraqui	jaraqui
JV-4		piranha
LGZIDA		tucunaré
LPAREDÃO		tucunaré
LVG		tucunaré
RZ	tucunaré	tucunaré

A partir dessas informações podem ser tecidos os seguintes comentários:

- Os níveis de metais pesados encontrados nas vísceras de peixes indicam que existe uma grande possibilidade dessa contaminação estar associada aos projetos de irrigação desenvolvidos na bacia. Essa afirmação é fundamentada pela contaminação por zinco, que não é característica de áreas de garimpo. Outra evidência é que a contaminação por zinco ocorreu principalmente nos pontos amostrais mais próximos aos projetos agrícolas;
- Não está descartada a possibilidade da presença de mercúrio estar associada a garimpos atuais e/ou desativados na região;
- A presença de zinco e mercúrio em exemplares de jaraqui no rio Javaés sugere uma alta relação desta contaminação com os projetos de irrigação do Javaés e do Formoso, já que esta espécie tem hábitos migratórios;
- A predominância de contaminações por mercúrio em exemplares de tucunaré é consequência de sua posição no topo da cadeia alimentar;

A detecção desses metais confirma a importância da ictiofauna como um excelente indicador biológico para o monitoramento da qualidade da água. Existe indícios da possível influência dos projetos de irrigação à comunidade íctia do Parque Estadual do Cantão. No entanto, estudos mais detalhados devem ser realizados, além de um maior monitoramento na região.

5.6.4 Índice de Qualidade da Água

Para os cursos d'água da área de estudo, procedeu-se à aplicação da metodologia desenvolvida por Zagatto *et al* (1998), modificada por Zagatto *et al* (1999), descrita anteriormente. Esta metodologia analisa de forma conjunta os resultados das análises físico-químicas, metais pesados e pesticidas e clorofila, e permitiu o estabelecimento de diferentes classes de qualidade de água, expressas através do IVA (Índice de Proteção da Vida Aquática), que é composto pelos índices de Parâmetros Mínimos para Proteção das Comunidades Aquáticas (IPMCA) e também pelo índice do Estado Trófico (IET).

Por dificuldades na compatibilização entre o tempo máximo de armazenamento da amostra e o tempo de traslado ao laboratório para a realização de análises de toxicidade da água, optou-se por não incluir esta variável no cálculo do IVA. No

entanto, acreditamos na fidelidade do índice, já que outras variáveis como os pesticidas e os metais pesados foram analisados, e indiretamente poderiam indicar a referida toxicidade. Estes resultados foram considerados preferencialmente em medições na água. Porém quando não se dispunha de medições na fase líquida, foram considerados os resultados em sedimentos. A **Tabela 5.19** indica os parâmetros utilizados no cálculo do IPCMA.

Tabela 5.19. Parâmetros utilizados no cálculo do IPCMA (Índice de Parâmetros Mínimos para Proteção das Comunidades Aquáticas):

	Parâmetros	Níveis	Ponderação
Parâmetros Essenciais (PE)	OD (mg/l)	≥5	1
		3 a < 5	2
		< 3	3
	pH	6 a 9	1
		5 a < 6 e > 9 a 9,5	2
		<5 e > 9,5	3
Substâncias Tóxicas (ST)	Pesticidas	Nível < que o lim. máx legal	1
		Nível > que o lim. máx legal	3
	Cobre (mg/l)	Nível < que o lim. máx legal	1
		Nível > que o lim. máx legal	3
	Chumbo (mg/l)	Nível < que o lim. máx legal	1
Nível > que o lim. máx legal		3	
Mercúrio (mg/l)	Nível < que o lim. máx legal	1	
	Nível > que o lim. máx legal	3	
Zinco (mg/l)	Nível < que o lim. máx legal	1	
	Nível > que o lim. máx legal	3	

Fonte: Zagatto *et al* (1999), modificado

Dadas as ponderações para os parâmetros, calculou-se o IPMA para todos os pontos, com exceção dos poços. O IET calculado para o fósforo total e para a clorofila classificou os cursos d'água em relação ao seu grau de trofia, assumindo as classes oligotrófica, mesotrófica, eutrófica e hipereutrófica. O IPMCA e o IET compuseram o Índice para Proteção da Vida Aquática (IVA), definido através da seguinte equação:

$$IVA = (IPMCA \times 1,2) + IET$$

Assim, em função dos valores obtidos para o IVA, a qualidade das águas pôde ser dividida em cinco classes, descritas a seguir (**Tabela 5.19**):

Tabela 5.20. Níveis de classificação da água de acordo com o IVA:

Valores de IVA	Qualidade da água
2,2	Ótima
3,2	Boa
$3,4 \leq IVA \leq 4,4$	Regular
$4,6 \leq IVA \leq 6,8$	Ruim
$IVA > 7,6$	Péssima

Resultados do IVA

Neste item são apresentados os resultados da classificação proposta através do Índice de Proteção da Vida Aquática (IVA), relativos aos valores de uma única medição por estação de amostragem realizada em outubro de 2001. A qualidade das águas, expressa através do IVA, nos diversos pontos amostrados, está descrita na Tabela 5.20, sendo também representada graficamente na **Figura 5.1** e nos mapas 1 e 2 em anexo. O IVA foi aplicado para todos os pontos amostrados em águas superficiais, sendo que foram selecionados, para a confecção do mapa índice de qualidade da água os dados dos rios Araguaia, Formoso, Javaés, Riozinho e Côco (**Figura 5.2**).

Tabela 5.21. Classificação do IVA (Índice de Proteção da Vida Aquática) para os pontos amostrados:

Ponto de Amostragem	Classificação (IVA)
AR-1	Boa
AR-2	Ótima
AR-3	Ótima
AR-4	Regular
CS	Boa
DR-1	Ruim
DR-2	Boa
DR-3	Boa
DR-4	Boa
FM-1	Ótima
FM-2	Regular
FM-3	Boa
FM-4	Boa
FM-5	Regular
JV-1	Ótima
JV-2	Ótima
JV-3	Ótima
JV-4	Ótima
JV-5	Ótima
JV-6	Ótima
JV-7	Boa
LCABOCLO	Ótima
LCO	Ruim
LCONF	Boa
LG-1	Ruim
LG-2	Regular
LG-3	Regular
LG-4	Boa
LGZI	Regular
LGZIDA	Boa
LPAREDÃO a	Boa
LT-1a	Ótima
LVG	Regular
NARU	Boa
RC-1	Ótima
RC-2	Ótima
RD	Ótima
RZ	Regular

Legenda: Ótima Boa Regular Ruim Péssima

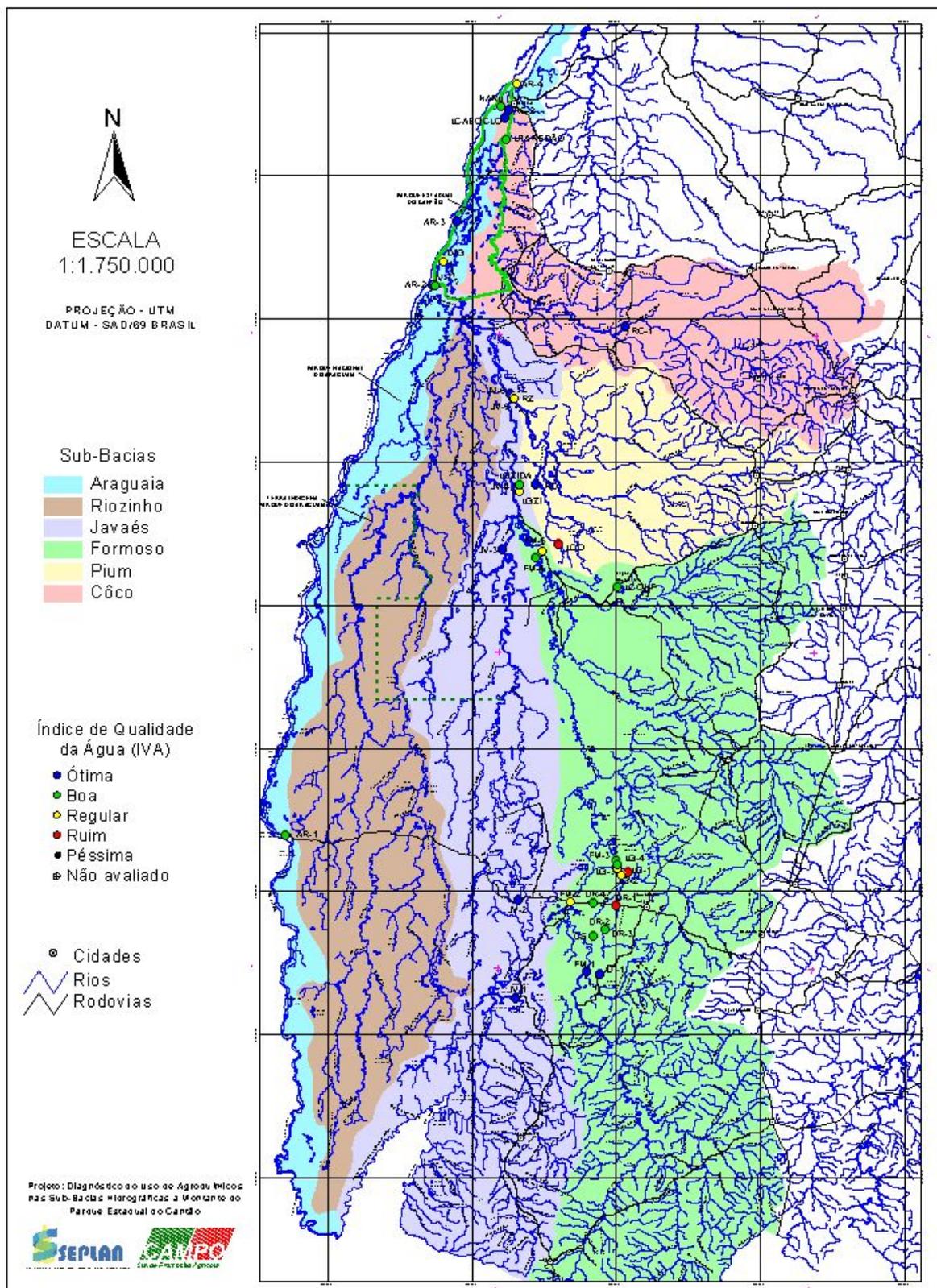


Figura 5.1. Classificação dos pontos de coleta conforme o Índice de Qualidade da Água (IVA).

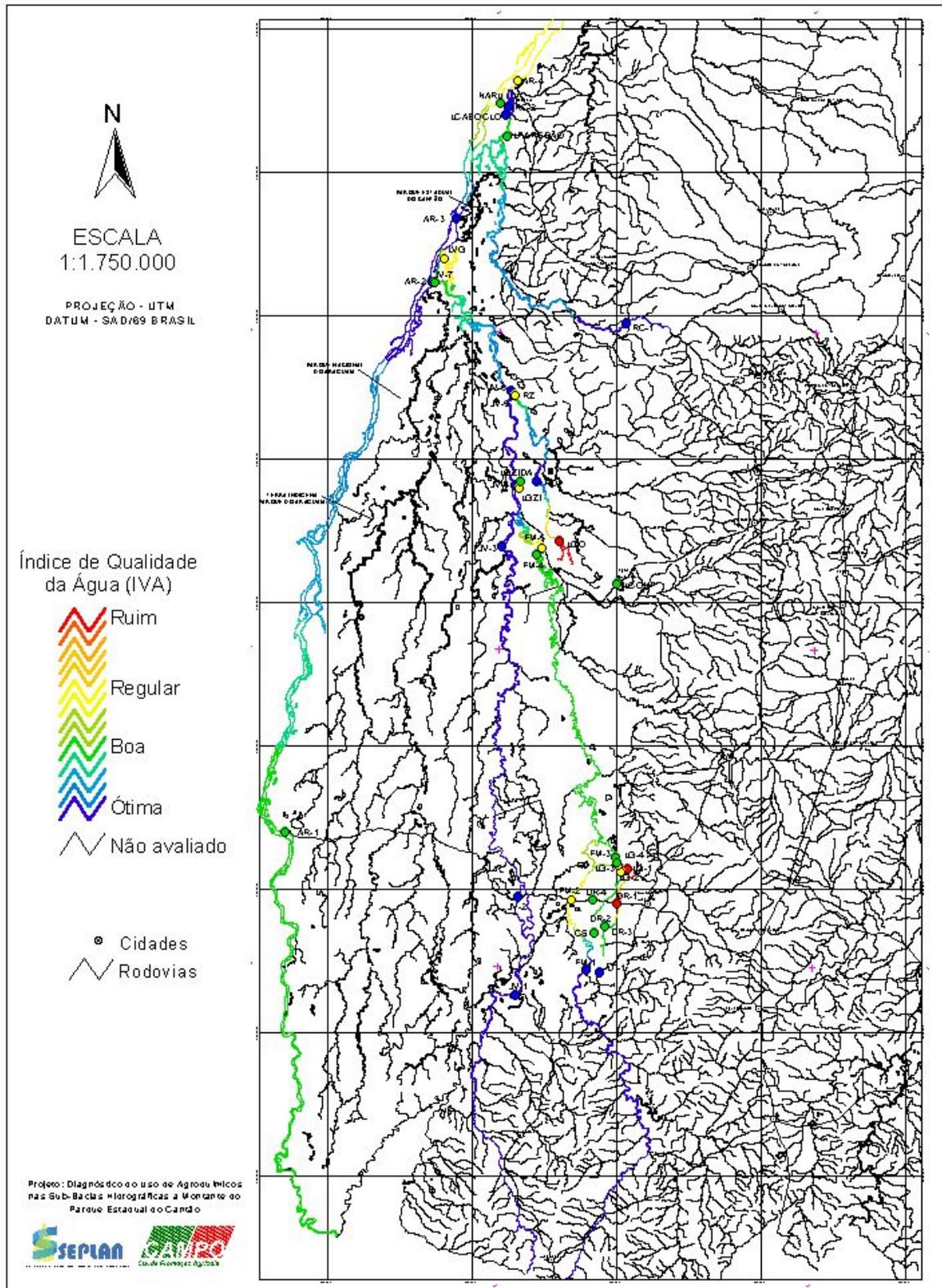


Figura 5.2. Classificação dos rios conforme o Índice de Qualidade da Água (IVA).

Embora os resultados do IVA estejam representados de forma contínua na **Figura 5.2**, estes se basearam em pontos específicos de amostragem, podendo ocorrer discrepância em alguns trechos dos rios. No entanto essa forma de representação é um procedimento comum internacionalmente.

Os resultados obtidos corroboram o diagnóstico apresentado, podendo ser tecidos os seguintes comentários:

- O rio Araguaia apresentou uma classificação variando de boa no primeiro ponto (AR-1), passando para ótima em AR-2 e AR-3, e regular em AR-4. Esses resultados evidenciaram que o rio Javaés não contribuiu, nesse período, para uma mudança significativa nos níveis de qualidade do rio. A classificação regular apresentada em AR-4 pode estar relacionada às influências da cidade de Caseara.
- O rio Formoso apresentou uma classificação variando de ótimo no primeiro ponto, passando a regular em FM-2, recuperando a classificação boa nos dois pontos seguintes e voltando a apresentar uma classificação regular em sua foz. Este comportamento evidenciou uma discreta influência dos projetos de irrigação nos pontos FM-2 e FM-5, localizados praticamente no interior dos projetos Formoso e Javaés, respectivamente.
- O Lagoão apresentou uma qualidade ruim em um dos pontos amostrados (LG-1) e regular nos pontos LG-2 e LG-3. Já em seu dreno de descarga ao rio Formoso, sua qualidade apresentou uma qualidade boa, evidenciando a capacidade de absorção e estabilização de cargas poluidoras no interior da lagoa.
- O rio Javaés apresentou uma classificação de qualidade ótima em quase todo o trecho monitorado. Somente próximo à foz em JV-7, sua qualidade apresentou uma classificação boa. Este comportamento, no período estudado, não evidenciou contaminações muito significativas dos projetos de irrigação. No entanto, vale ressaltar que nesse período a atividade agrícola era muito incipiente.
- A lagoa do Côco, receptora de drenagem de parte do projeto Javaés, apresentou uma classificação ruim, evidenciando a influência das áreas agrícolas que drenam àquela lagoa.
- As lagoas Zé Idalino (LGZI) e Zé Izidoro (LGZIDA), receptoras de drenagem do projeto Javaés, não evidenciaram contribuições muito significativas e apresentaram uma classificação de qualidade boa.

- Os rios do Côco e Douradinho apresentaram classificações de qualidade enquadrada em ótima, portanto não apresentaram alterações de qualidade da água associadas aos projetos de irrigação.
- As quatro lagoas monitoradas no Parque Estadual do Cantão apresentaram os seguintes níveis de classificação:

Lago Caboclo: classificação de qualidade ótima;

Lagoa Paredão e Lagoa Naru: classificação de qualidade boa;

Lagoa Volta Grande: classificação de qualidade regular.

Esses resultados permitem inferir que os lagos do PEC estão sofrendo influências das áreas agrícolas, porém ainda de maneira muito discreta. Um bom exemplo foi a Lagoa Volta Grande, que é interligada ao rio Javaezinho, afluente do rio Javaés, e, portanto o principal receptor de resíduos das áreas agrícolas de montante.

- A lagoa da Confusão apresentou uma classificação boa, sendo condizente com sua localização.

5.6.5 Conclusões e Recomendações

Qualidade ambiental dos ecossistemas aquáticos da área de influência do Parque Estadual do Cantão

A partir dos resultados das análises limnológicas conduzidas na extensa malha amostral compreendendo as sub-bacias de drenagem dos rios Araguaia, Formoso, Javaés e do Coco, ficou atestada a boa qualidade ambiental dos principais cursos d'água e ambientes lênticos que drenam para o Parque Estadual do Cantão, a despeito das atividades agrícolas aí estabelecidas.

Na atual situação de desenvolvimento dos projetos de irrigação, somente os recursos hídricos adjacentes e diretamente receptores das suas drenagens encontram-se afetados por enriquecimentos nutricionais apreciáveis. No entanto, um cuidado especial deve ser tomado para prevenir a ocorrência de processos localizados de eutrofização, e as conseqüentes florações de cianobactérias e explosões populacionais de macrófitas, particularmente nos ecossistemas lacustres de drenagem direta dos Projetos Formoso e Javaés.

Neste sentido, recomenda-se particular atenção ao esperado incremento do aporte de nutrientes a partir do processo previsto de ampliação do Projeto Javaés, o

qual deverá vir acompanhado de um controle e uso racional de fertilizantes, além da correspondente ampliação da infra-estrutura de saneamento básico.

No que se refere à possível presença de resíduos de agroquímicos nos recursos hídricos da região de influência do Parque Estadual do Cantão, constatou-se não haver contaminação da água e sedimentos dos principais cursos d'água, quer por metais pesados, quer por resíduos de pesticidas. Similarmente, nos peixes da região, independentemente do seu hábito alimentar, não se verificou violação alguma do padrão máximo permitido para os metais pesados e pesticidas em músculo (carne para consumo humano).

Mesmo não tendo sido detectadas contaminações por pesticidas na região, isto não significa, no entanto, que os projetos agrícolas instalados ou em fase de instalação não venham oferecer riscos em futuro próximo.

O monitoramento das águas superficiais e subterrâneas deve ser realizado periodicamente, para que possíveis problemas possam ser detectados o mais rapidamente possível. Esse monitoramento fornece dados sobre a concentração de pesticidas em ribeirões, rios, lagos e reservatórios. Resíduos de pesticidas em ribeirões e rios são altamente sazonais, com picos ocorrendo durante as primeiras chuvas após as aplicações, seguidos por rápido declínio. Entretanto, as concentrações de pesticidas permanecem por mais tempo em lagos e reservatórios do que em rios e ribeirões.

Além disso, a constatação dos primeiros sinais de biomagnificação de alguns metais pesados nas vísceras de peixes dessa região, embora sem importância sanitária, serve de alerta para a necessidade de biomonitoramento dos futuros incrementos destes elementos na biota dos ecossistemas aquáticos da bacia de drenagem do Parque Estadual do Cantão.

Recomendações Finais

Os níveis de metais pesados identificados nas amostras de água, sedimentos e peixes, apesar de ainda não apresentarem riscos significativos ao meio ambiente e à saúde humana, já podem ser considerados preocupantes devido ao seu elevado potencial de biomagnificação. As fontes desses metais são predominantemente os insumos agrícolas, tanto fertilizantes químicos quanto alguns pesticidas, principalmente fungicidas que possuem metais pesados em suas formulações. Porém, não está descartada a possibilidade da contaminação por mercúrio estar relacionada à existência de garimpos na região.

A detecção desses metais somente nas vísceras dos peixes confirma a importância da ictiofauna como um excelente indicador biológico para o monitoramento da qualidade da água e do destino de substâncias tóxicas, bem como demonstra que a influência antrópica já começa a ser sentida no Parque Estadual do Cantão. A respeito dessa influência, existem fortes indícios que a origem da contaminação seja os projetos de irrigação desenvolvidos na bacia.

Os níveis de metais pesados identificados nas amostras de água, sedimentos e peixes, apesar de ainda não apresentarem riscos significativos ao meio ambiente e à saúde humana, já podem ser considerados preocupantes devido ao seu elevado potencial de biomagnificação. A fonte desses metais é predominantemente dos insumos agrícolas, tanto fertilizantes químicos quanto de alguns pesticidas, principalmente fungicidas que possuem metais pesados em suas formulações.

A detecção desses metais somente no fígado dos peixes, confirma a importância da ictiofauna como um excelente indicador biológico para o monitoramento da qualidade da água e do destino de substâncias tóxicas, bem como demonstra que a influência dos projetos de irrigação já começa a ser sentida no Parque Estadual do Cantão.

Assim, frente à expectativa de expansão da agricultura nos principais projetos de irrigação e áreas adjacentes, recomenda-se que seja elaborado um Plano de Monitoramento Ambiental da área de influência do Parque Estadual do Cantão, a fim de que se possa acompanhar sistematicamente a evolução da influência antrópica nos diversos ecossistemas aquáticos desta região.

Por fim, recomenda-se a elaboração e implementação imediata de um Programa de Educação Ambiental, que contemple ações de orientação e conscientização da população no que se refere a saneamento básico, uso adequado de defensivos agrícolas e preservação ambiental, especialmente nas áreas dos projetos de irrigação do Formoso e Javaés.

6 BIBLIOGRAFIA

- ALABASTER, J.S. 1969. Survival of fish in 164 pesticides, wetting agents and miscellaneous substances. *Int. Pest Control*, 11:29-35.
- ANDREI, E. 1999. *Compêndio de Defensivos Agrícolas*, 6ª Edição. Editora Andrei Ltda, São Paulo-SP.
- APHA-STANDARD METHODS. 1985. For The examination of water and wastewater. Baltimore: American Public Health Association.
- ARAÚJO, A.C.P., NOGUEIRA, D.P., AUGUSTO, L.G.S. 2000. Impacto dos praguicidas na saúde: estudo da cultura de tomate. *Revista de Saúde Pública*, 34: 309-319.
- AUDUS, L. J. 1976. *Herbicides: ecology, physiology and biochemistry*. v. 2. Londres: Academic Press. 564p.
- BARICA, J. 1980. Why hypertrophic ecosystems? Opening remarks. pp. ix-xi. In: J. Barica & L.M. Mur (Eds.), *Hypertrophic Ecosystems. Developments in Hydrobiology 2*. Dr. W. Junk Publ. The Hague.
- BASHKIN, V. N. 1989. Biochemistry of nitrogen in agricultural landscapes. *Soviet Soil Science*, 21:12-19.
- BEVENUE, A. The "bioconcentration" aspects of DDT in environment. 1976. In Gunther, F. A. & Gunther, J. D. (Eds.) *Residues of pesticides and other contaminants in the total environment*. *Residue Reviews*, 61:37-112.
- BEVERIDGE, M. C. M. 1987. *Cage Aquaculture*. Fishing News Books, Ltd., England. 351 p.
- BEZNOSIKOV, V. A., SIDOROVA, D. G., RUSANOVA, G. V. 1990. Changes in properties of podzolic loam soils of Komi ASSR due to cultivation. *Soviet Soil Science*, 22:36-43.
- BOLDRINI, C. V., PEREIRA, D. N. 1987. Metais pesados na Baía de Santos e estuários de Santos e São Vicente – Bioacumulação. *Ambiente*, 1(3):118-127.
- BROCK, T. & MADIGAN, M. 1988. *Biology of microorganisms*. Londres, Prentice Hall.
- CALDAS, E. D., SOUZA, L. C. K. 2000. Avaliação de risco crônico da ingestão de resíduos de pesticidas na dieta brasileira. *Revista de Saúde Pública*, 34:529-537.
- CARPENTER, S. 1998. *Ecosystem Ecology*. In: Dodson, S. I. (ed.). *Ecology*. Oxford University Press, p. 123-161.
- CETESB, São Paulo. 1993. *Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo. Série Relatórios*, CETESB, São Paulo. 251 p.

- CLARCK, R. B. 1989. Marine pollution. Oxford, UK. Clarendon Press.
- CODE PERMANENT: ENVIRONMENT ET NUISANCES. 1986. Éditions Législatives et administratives. Paris, França. Vol. 1 e 2. 1784 p.
- COHEN, B. L. 1985. Bioaccumulation factor in marine organism. Health Physics, 49 (6): 1290-94.
- CONAMA. Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986.
- CORN, M. L. 1993. Ecosystems, Biomes and Watersheds: definitions and use. Congressional Research Service. Report for Congress. 10 p.
- CRAE (Committee on Restoration of Aquatic Ecosystems). 1992. Restoration of Aquatic Ecosystems – Science, Technology & Public Policy. National Academy Press. Washington DC. 552 p.
- DEMAYO, A., DAVIS, A. R. 1978. Forms of metals in water. Canada, Environment Canada, (Scientific Series nº 87), 24p.
- DIANESE, J. G., PIGATI, P., KITAYAMA, K. 1976. Resíduos de inseticidas clorados no lago Paranoá de Brasília. Biológico, 42: 151-155.
- DOBEREINER, J., URQUIAGA, S., BODDEY, R. M., AHMAD, N. 1995. Alternatives for nitrogen nutrition of crops in tropical agriculture. Fertilizer Research, 42:339-346.
- DODSON, S. I. 1998. Ecology. Oxford University Press. 434 p.
- DORES, E. F. G. C., DE-LAMONICA-FREIRE, E. M., 2001. Contaminação do ambiente aquático por pesticidas. Estudo de caso: Águas usadas para consumo humano em Primavera do Leste, Mato Grosso – Análise preliminar. Química Nova, 24: 27-36.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). 1989. Carbofuran: a special review. Technical Support Document. EPA Office of Pesticides and Toxic Substances, Washington, D. C.
- EPA. 1976. Water quality criteria. Washington, 256 p.
- ESTEVES, F. A. 1998. Fundamentos de Limnologia. Editora Interciência/FINEP. 2a Edição. 602 p.
- EXNER, M. E., SPALDING, R. F. 1979. Evolution of contaminated groundwater in Holt County, Nebraska. Water Resources Research, 15:139-147.
- EYSINK G. J., PÁDUA, H. B., MARTINS, M. C. 1988. Presença do mercúrio do ambiente. Ambiente, 2(1):43-50.
- FLICKINGER, E. L., JUENGER, G., ROFFE, T. J., SMITH, M. R., IRWIN, R. J. 1991. Poisoning of Canada geese in Texas by parathion sprayed for control of Russian wheat aphid. J. Wildl. Dis., 27:265-268.

- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). 1985. FAO guidelines for the registration and control of pesticides. Roma, FAO.
- FREDE, H. G. 1996. Contamination of inshore waters with chemicals from agriculture. *Meinungen zur Agrar und Umweltpolitik*, 30:79-90.
- GOLTERMAN, H.L., CLYMO, R.S., OHNSTAD, M.A.M. 1978. Methods for physical and chemical analysis of fresh waters. I.B.P. Handbook n.8. London: Blackwell Scientific Publications, 127p.
- HALFON, E., GALASSI, S., BRUGGEMANN, R., PROVINI, A. 1996. Selection of priority properties to assess environmental hazard of pesticides. *Chemosphere*, 33:1543-1562.
- HOUSE, M. A. & ELLIS, J. B. 1987. The development of water quality indices for operational management. *Wat. Sci. Tech.*, 19 (9): 145-154.
- HOUSE, W. B., GOODSON, L. G., GADBERRY, H. M., DOCKTER, K. W. 1967. Assessment of ecological effects of extensive or repeated use of herbicides. Final report. Kansas City (MO), Midwest Research Institute, NTIS.
- HUDAK, P. F. & BLANCHARD, S. 1997. Land use and groundwater quality in the Trinity Group outcrop of north-central Texas, USA. *Environment International*, 23(4):507-517.
- JORGENSEN, S. E., R. A. VOLLENWEIDER. 2000. Diretrizes para o Gerenciamento de Lagos. Princípios para o Gerenciamento de Lagos. Volume I. ILEC/IIE/UNEP.184p.
- KANDELER, E., EDER, G. 1990. Soil microbiological processes and aggregate stability of a 25-year permanent fallow plot under different mineral and organic fertilizer regimes. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft*, 62:63-66.
- KOROLEFF, F. 1976. In: K. GRASSHOFF. *Methods of Sea Waters Analysis*. Verlag Chemie, New York, 116p.
- KUTHUBUTHEEN, A. J., PUGH, G. L. F. 1979. The effects of fungicides on soil fungal populations. *Soil Biology and Biochemistry*, 11:297-303.
- LEE, C. M. Bioaccumulation tests. 1980. In: *Aquatic toxicity Seminar*, 15-19/09/80, S. Paulo, Brasil, p.26-37.
- MACKERETH, F. J. H., HERON, J., TALLING, J.F. 1978. Water analysis some revised methods for limnologist. *Freshwater Biological Association - Scientific Publication n.36*. Kendal: Titus Wilson & Son Ltda, 177p.

- MARGOWSKI, Z., BARTOSZEWICZ, A. 1977. Content of nitrate, ammonium and other ions in groundwater at various levels of mineral fertilization. *Arch. fur Acker und Pflanzenbau und Bodenkunde*, 21:231-238.
- MASON, C. F. 1994. *Biology of Freshwater Pollution*. Longman Scientific & Technical, New York. 2nd Edition. 351 pp.
- MCEWEN, F. L., STEPHENSON, G. R. 1979. *The use and significance of pesticides in the environment*. New York: John Wiley.
- MINEAU, P. 1988. Avian mortality in agroecosystems. I. The case against granule insecticides in Canadá. In: M. P. Greaves, B. D. Smith, and P. W. Greig-Smith, eds. *Field methods for the study of pesticides*. British Crop Protection Council, monograph 40. Londres, Thornton Heath.
- MINEAU, P., COLLINS, B. T. 1988. Avian mortality in agro-ecosystems II. Methods of detection. In: M. P. Greaves, B. D. Smith, and P. W. Greig-Smith, eds. *Field methods for the study of environmental effects of pesticides*. British Crop Protection Council, monograph 40. Londres, Thornton Heath.
- MINEYEV, V. G., REMPE, Y, K. 1996. Environmental biological assessment of chemicals application on various soil types. *Eurasian Soil Science*, 28:344-359.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. 1998. *Legislação Federal de Agrotóxicos e Afins*. Brasília: Ministério da Agricultura, Departamento de Defesa e Inspeção Vegetal, 182p.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. 2002. "AGROFIT on line". Página na Internet www.agricultura.gov.br.
- NIELSEN, E. G., LEE, L. K. 1987. The magnitude and cost of groundwater contamination from agricultural chemicals: A national perspective. ERS staff report AGES870318, U.S. Dept. of Agriculture, Washington, D. C.
- NOSKO, B. S. 1996. Mineral fertilizers in the system of factors controlling antropogenic evolution of Chernozems. *Pochvovedenie*, 12:1508-1516.
- NUNES, M. V., TAJARA, E. H. 1998. Efeitos tardios dos praguicidas organoclorados no homem. *Revista de Saúde Pública*, 32: 372-383.
- OMS. Mercúrio, 1978. 148p. (Critérios de Salud Ambiental – 1).
- PARSONS, T. R., TAKAHASHI, M., HARGRAVE, B. 1977. *Biological oceanographic precesses*. Pergamon Press, 332p.
- PESTICIDE NEWS. 1990. Towards a reduction in pesticide use. *Pesticide News*, 43:1720.

- PETZ, W., FOISSNER, W. 1989. The effects of mancozeb and lindane on the soil microfauna of a spruce (*Picea abies*) forest: a field study using a completely randomized block design. *Biology and Fertility of Soils*, 7:225-231.
- PIMENTEL, D. 1971. Ecological effects of pesticides on non-target species. Executive Office of the President, Office of Science and Technology. Sup. of Documents. U.S. Gov. Printing Office, Stock 4106-0029, Washington, D.C.
- PIMENTEL, D., ACQUAY, H., BILTONEN, M., RICE, P., SILVA, M., NELSON, J., LIPNER, V., GIORDANO, S., HOROWITZ, A., D'AMORE, M. 1991. Assessment of environmental and economic costs of pesticide use. In: D. Pimentel and H. Lehman, eds. *The pesticide question environmental, economics and ethics*. New York: Chapman and Hall.
- POWER, J. F., J. S. SCHEPERS. 1989. Nitrate contamination of groundwater in North America. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 26:165-187.
- RADA, R. G., FINDLEY, J. E., WIENER, J. G. 1986. Environmental fate of mercury discharged into the upper Wisconsin wales. *Water, Air and Soil Pollution*, 29:57-76.
- RAMALHO, J. F. G. P., SOBRINHO, N. M. B. A., VELLOSO, A. C. X. 2000. Contaminação da microbacia de Caetés com metais pesados pelo uso de agroquímicos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35: 1289-1303.
- REMPE, Y. K., KOVALENKO, L. V. 1996. An ecological assessment of the use of chemical means of protecting plants on a dernopodzolic heavy clayey-loam soil. *Eurasian Soil Science*, 28:61-72.
- RESENDE, D., MERLIN, S., SANTOS, M. 2001. Seqüestro de Carbono: uma experiência completa. 2ª edição. Instituto Ecológica, Palmas-TO.
- RICKLEFS, R. E. 1998. *A Economia da Natureza*. Guanabara Koogan, Brasil. 3ª Edição. 470 p.
- RODRIGUES, B. N., ALMEIDA, F. S. 1998. *Guia de herbicidas*. 4 ed. Londrina: Ed. dos Autores. 648 p.
- RYSZKOWSKI, L., BARTOSZEWICZ, A. 1989. Impact of agricultural landscape structure on cycling of inorganic nutrients. In: *Proceedings of an International Symposium, Ecology of arable land-perspectives and challenges*. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers, p. 241-246 (Developments in Plants and Soil Sciences, 39)
- SAPOZHNIKOV, P. M. 1995. Man-induced soil physical degradation. *Eurasian Soil Science*, 27:42-51.

- SCHUSTER, E., SCHRODER, D. 1990. Side-effects of sequentially and simultaneously applied pesticides on non-target soil microorganisms: laboratory experiments. *Soil Biology and Biochemistry*, 22:375-383.
- SEPLAN. 1999. Atlas do Tocantins: Subsídios ao Planejamento da Gestão Territorial. Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente, Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico, Palmas-TO.
- SEPLAN. 2001. Plano de Manejo do Parque Estadual do Cantão. Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente, Governo do Estado do Tocantins/Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- STICKEL, W. H., STICKEL, L. F., DYRLAND, R. A., HUGHES, D. L. 1984. DDE in birds: lethal residues and loss rates. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 13:1-6.
- STINSON, E., BROMLEY, P. 1991. Pesticides and wildlife: a guide to reducing impacts on animals and their habitat. Virginia Department of Game and inland fisheries. Pub. 420-004.
- STONE, W. B., GRANDONI, P. B. 1985. Wildlife mortality related to the use of the pesticide diazinon. *Northeast Environ. Sci.*, 4:30-38.
- STRASKRABA, M., TUNDISI, J. G. 1999. Reservoir Water Quality Management. Guidelines of Lake Management. Volume 9, ILEC. 229 p.
- STRICKLAND, L. D. H., PARSONS, T. R. 1972. A practical handbook of seawater analysis, 2nd ed. Bull 167. Fish. Res. Bd. Canadá, Ottawa. 310p.
- TEIXEIRA-PINTO, M., CAVALCANTI, C. G. B. 1999. Recuperação de Lagos Tropicais. *Biotecnologia –Ciência & Desenvolvimento*, 7:30-32.
- THEOCHAROPOULOS, S. P., KARAYIANNI, M., GATZOGIANI, P., AFENTAKI, A., AGGELIDES, S. 1993. Nitrogen leaching from soils in the Kopasis area of Greece. *Soil Use and Management*, 9:76-84.
- TOLEDO Jr., A. P. 1990. Informe preliminar sobre os estudos para obtenção de um índice para avaliação simplificada do estado trófico de reservatórios de regiões quentes tropicais. Relatório técnico CETESB, São Paulo. 11p.
- TU, C. M. 1980. Effect of fungicides on growth of *Rhizobium japonicum* in vitro. *Bulletin of Environmental Contamination and Tecnology*, 25:364-368.
- TU, C. M. 1981. Effects of some pesticides on enzyme activities in an organic soil: *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 27:109-114.
- USDA. 1960. The nature and fate of chemicals applied to soils, plants and animals: a symposium. U.S. Dept. Agriculture, Washington, D. C.

- USDA. 1989. The second RCA appraisal: soil, water, and related resources on non-federal land in the United States. Analysis of Conditions and Trends. U.S. Dept. Agriculture, Washington, D. C.
- UHLMANN, D. 1979. Hydrobiology. John Wiley & Sons, New York. 313 p.
- VLADIMIROV, V. I. 1969. Dependence of the embryonic development and viability of the carp on the trace element zinc. *Voprosy Ikhtiologii*, 9:687-696.
- WALSH, G. E. 1972. Effect of herbicides on photosynthesis and growth of marine unicellular algae. *Hyacinth Control*, 10:45-48.
- WAUCHOPE, R. D., BUTTLER, T. M., HORNSBY, A. G., AUGUSTIJN-BECKERS, P. W. M., BURT, J. P. 1992. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.*, 123:1-164.
- WEBER, J. B. 1975. The pesticide scorecard. *Environ. Sci. Technol.* 11:756-766.
- WERNER, W., WODSAK, H. P. 1994. Germany: the Baltic Sea and its agricultural environmental status. *Marine Pollution Bulletin*, 29:471-476.
- WETZEL, R.G & LIKENS, G.E. 1979. *Limnological analyses*. Toronto: W.B. Saunders, 357p.
- WETZEL, R.G. 1975. *Limnology*. Toronto, W.B. Saunders, 733 p.
- WHITE, D. H., MITCHELL, C. A. WYNN, L. D., FLICKINGER, E. L., KOLBE, E. J. 1982. Organophosphate insecticide poisoning of Canada geese in the Texas Panhandle. *J. Field Ornithol.*, 53:22-27.
- ZAGATTO, P. A., LORENZETTI, M. L., LAMPARELLI, M. C., SALVADOR, M. E. P., MENEGON JR, N., BERTOLETTI, E. 1999. Aperfeiçoamento de um índice de qualidade da águas. *Acta Limnol. Brasileira*, 11(2):111-126.
- ZAGATTO, P. A., LORENZETTI, M. L., PERES, L. S. N., MENEGON JR, N., BURATINI, S. V. 1998. Proposal for a new water quality index. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 26:2449-2451.

7 LEGISLAÇÃO

7.1 RESOLUÇÃO CONAMA Nº 20, 18 DE JUNHO DE 1986

Publicado no D.O.U. de 30/7/86.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, no uso das atribuições que lhe confere o art. 7º, inciso IX, do Decreto 88.351, de 1º de junho de 1983, e o que estabelece a RESOLUÇÃO CONAMA Nº 003, de 5 de junho de 1984;

Considerando ser a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial à defesa de seus níveis de qualidade, avaliados por parâmetros e indicadores específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes;

Considerando que os custos do controle de poluição podem ser melhor adequados quando os níveis de qualidade exigidos, para um determinado corpo d'água ou seus diferentes trechos, estão de acordo com os usos que se pretende dar aos mesmos;

Considerando que o enquadramento dos corpos d'água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade;

Considerando que a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados como consequência da deterioração da qualidade das águas;

Considerando a necessidade de se criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação aos níveis estabelecidos no enquadramento, de forma a facilitar a fixação e controle de metas visando atingir gradativamente os objetivos permanentes;

Considerando a necessidade de reformular a classificação existente, para melhor distribuir os usos, contemplar as águas salinas e salobras e melhor especificar os parâmetros e limites associados aos níveis de qualidade requeridos, sem prejuízo de posterior aperfeiçoamento ;

RESOLVE estabelecer a seguinte classificação das águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional:

Art. 1º - São classificadas, segundo seus usos preponderantes, em nove classes, as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional :

ÁGUAS DOCES

1 - Classe Especial - águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção.
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - Classe 1 - águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho);

d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao Solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película.

e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

III - Classe 2 - águas destinadas:

a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;

b) à proteção das comunidades aquáticas;

c) à recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho) ;

d) à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;

e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

IV - Classe 3 - águas destinadas:

a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;

b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;

c) à dessedentação de animais.

V - Classe 4 - águas destinadas:

a) à navegação;

b) à harmonia paisagística;

c) aos usos menos exigentes.

ÁGUAS SALINAS

VI - Classe 5 - águas destinadas:

a) à recreação de contato primário;

b) à proteção das comunidades aquáticas;

c) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

VII - Classe 6 - águas destinadas:

a) à navegação comercial;

b) à harmonia paisagística;

c) à recreação de contato secundário.

ÁGUAS SALOBRAS

VIII - Classe 7 - águas destinadas:

a) à recreação de contato primário;

- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

IX - Classe 8 - águas destinadas:

- a) à navegação comercial;
- b) à harmonia paisagística;
- c) à recreação de contato secundário

Art. 2º - Para efeito desta resolução são adotadas as seguintes definições.

a) CLASSIFICAÇÃO: qualificação das águas doces, salobras e salinas com base nos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade).

b) ENQUADRAMENTO: estabelecimento do nível de qualidade (classe) a ser alcançado e/ou mantido em um segmento de corpo d'água ao longo do tempo.

c) CONDIÇÃO: qualificação do nível de qualidade apresentado por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada.

d) EFETIVAÇÃO DO ENQUADRAMENTO: conjunto de medidas necessárias para colocar e/ou manter a condição de um segmento de corpo d'água em correspondência com a sua classe.

e) ÁGUAS DOCES: águas com salinidade igual ou inferior a 0,50 ‰.

f) ÁGUAS SALOBRAS: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰ e 30 ‰.

g) ÁGUAS SALINAS: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰.

Art. 3º - Para as águas de Classe Especial, são estabelecidos os limites e/ou condições seguintes:

COLIFORMES: para o uso de abastecimento sem prévia desinfecção os coliformes totais deverão estar ausentes em qualquer amostra.

Art. 49 - Para as águas de classe 1, são estabelecidos os limites e/ou condições seguintes:

- a) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- b) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- c) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;
- d) corantes artificiais: virtualmente ausentes;
- e) substâncias que formem depósitos objetáveis: virtualmente ausentes;
- f) coliformes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecido o Art. 26 desta Resolução. As águas utilizadas para a irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas que se desenvolvam rentes ao Solo e que são consumidas cruas, sem remoção de casca ou película, não devem ser poluídas por excrementos humanos, ressaltando-se a necessidade de inspeções sanitárias periódicas.

Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes fecais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês; no caso de não haver na região meios disponíveis para o exame de coliformes fecais, o índice limite será de 1.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês.

g) DBO5 dias a 20°C até 3 mg/1 O2;

1. OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/1O2;
2. Turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);

j) cor: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/1

1) pH: 6,0 a 9,0;

m) substâncias potencialmente prejudiciais (teores máximos) :

Alumínio:	0,1 mg/1 Al
Amônia não ionizável:	0,02 mg/1 NH3.
Arsênio:	0,05 mg/1 As
Bário:	1,0 mg/1 Ba.
Sendo:	0,1 mg/1 Be
Boro:	0,75 mg/1 B
Benzeno :	0,01 mg/1
Benzo-a-pireno:	0,00001 mg/1
Cádmio:	0,001 mg/1 Cd
Cianetos:	0,01 mg/1 CN
Chumbo:	0,03 mg/1 Pb
Cloretos:	250 mg/1 Cl
Cloro Residual:	0,01 mg/1Cl
Cobalto:	0,2 mg/1 Co
Cobre:	0,02 mg/1 Cu
Cromo Trivalente:	0,5 mg/1 Cr
Cromo Hexavalente:	0,05 mg/1 Cr
1,1 dicloroetano :	0,0003 mg/1
1,2 dicloroetano:	0,01 mg/1
Estanho;	2,0 mg/1 Sn
Índice de Fenóis:	0,001 mg/1 C6H5 OH
Ferro solúvel:	0,3 mg/1 Fe
Fluoretos:	1,4 mg/1 F
Fosfato total:	0,025 mg/1 P
Lítio:	2,5 mg/1 Li
Manganês:	0,1 mg/1 Mn
Mercúrio:	0,0002 mg/1 Hg
Níquel:	0,025 mg/1 Ni
Nitrato:	10 mg/1N

Nitrito:	1,0 mg/1 N
Prata:	0,01mg/1 ^A g
Pentaclorofenol:	0,01 mg/1
Selênio:	0,01mg/1Se
Sólidos dissolvidos totais:	500 mg/1
Substâncias tenso-ativas que reagem com o azul de metileno :	0,5 mg/1 LAS 250 mg/1 SO4
Sulfatos:	0,002 mg/1 S
Sulfetos (como H2S não dissociado):	0,01 mg/1 0,03 mg/1 0,003 mg/1
Tetracloroetano:	0,01 mg/1
Tricloroetano:	0,02 mg/1 U
Tetracloroeto de carbono:	0,1 mg/1 V
2, 4, 6 triclorofenol:	0,18 mg/1Zn
Urânio total:	0,01 ug/1
Vanádio:	0,04 ug/1
Zinco:	0,002 ug/1
Aldrin:	0,005 ug/1
Clordano:	0,004 ug/1
DDT;	0,056 ug/1

Dieldrin:	0,01 ug/1
Endrin:	0,01 ug/1
Endossulfan:	0,02 ug/1
Epóxido de Heptacloro:	0,03 ug/1
Heptacloro:	0,001 ug/1
Lindano (gama.BHC)	0,001 ug/1
Metoxicloro:	0,01 ug/1
Dodecacloro + Nonacloro :	0,1 ug/1
Bifenilas Policloradas (PCB'S):	0,005 ug/1
Toxafeno:	0,1 ug/1
Demeton:	0,04 ug/1
Gution:	0,02 ug/1
Malation:	10,0 ug/1 em
Paration:	Paration
Carbaril:	4,0 ug/1
Compostos organofosforados e carbamatos totais:	10,0 ug/1
2,4 - D:	2,0 ug/1
2,4,5 - TP:	
2,4,5 - T:	

Art. 5º - Para as águas de Classe 2, são estabelecidos os mesmos limites ou condições da Classe 1, à exceção dos seguintes:

- não será permitida a presença de corantes artificiais que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;
- Coliformes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecido o Art. 26 desta Resolução. Para os demais usos, não deverá ser excedido uma limite de 1.000 coliformes fecais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês; no caso de não haver, na região, meios disponíveis para o exame de coliformes fecais, o índice limite será de até 5.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês;
- Cor: até 75 mg Pt/1
- Turbidez: até 100 UNT;
- DBO5 dias a 20°C até 5 mg/1O5;
- OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/1O2.

Art. 6º - Para as águas de Classe 3 são estabelecidos os limites ou condições seguintes:

- materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;
- não será permitida a presença de corantes artificiais que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;
- substâncias que formem depósitos objetáveis: virtualmente ausentes;
- número de coliformes fecais até 4.000 por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês; no caso de não haver, na região, meios disponíveis para o exame de coliformes fecais, índice limite será de até 20.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês;
- DBO5 dias a 20°C até 10 mg/1O2;
- OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/l O2
- Turbidez: até 100 UNT;
- Cor: até 75 mg Pt/1;
- pH: 6,0 a 9,0
- Substâncias potencialmente prejudiciais (teores máximos) :

Alumínio :	0, 1 mg/1 Al
Arsênio:	0,05 mg/1 As
Bário:	1,0 mg/1 Ba
Berílio:	0,1 mg/1 Be
Boro:	0,75 mg/1 B
Benzeno:	0,01 mg/1
Benzo-a-pireno:	0,00001 mg/1
Cádmio:	0,01 mg/1Cd

Cianetos:	0,2 mg/1CN
Chumbo:	0,05 mg/1 Pb
Cloretos:	250 mg/1Cl
Cobalto:	0,2 mg/1Co
Cobre:	0,5 mg/1Cu
Cromo Trivalente:	0,5 mg/1Cz
Cromo Hexavalente:	0,05 mg/1Cz
1,1 dicloroetano:	0,0003 mg/1
1.2 dicloroetano:	0,01 mg/1
Estanho:	2,0 mg/1Sn
Índice de Fenóis:	0,3 mg/1 C6H5OH
Ferro solúvel:	5,0 mg/1Fe
Fluoretos:	1,4 mg/1 F
Fosfato total:	0.025 mg/1P
Lítio:	2,5 mg/1 Li
Manganês:	0,5 mg/1 Mn
Mercúrio:	0,002 mg/1 Hg
Níquel:	0,025 mg/1 Ni
Nitrato:	10 mg/1 N
Nitrito:	1,0 mg/1 N
Nitrogênio amoniacal:	1,0 mg/1 N
Prata:	0,05 mg/1 Ag
Pentaclorofenol:	0,01 mg/1
Selênio:	0,01mg/1Se
Sólidos dissolvidos totais:	500 mg/1
Substâncias tenso-ativas que reagem com o azul de metileno:	0,5 mg/1 LAS 250 mg/1SO4
Sulfatos:	0,3 mg/1 S
Sulfatos (como H2S não dissociado):	0,01 mg/1 0,03 mg/1 0,003 mg/1
Tetradoroetano:	0,01 mg/1
Tricloroetano:	0,02 mg/1 U
Tetradoroeto de Carbono:	0,1 mg/1 V
2, 4, 6 triclorofenol:	5,0 mg/1 Zn
Urânio total:	0,03 ug/1
Vanádio:	0,3 ug/1
Zinco:	1,0 ug/1
Aldrin:	0,03 ug/1
Clordano:	0,2 ug/1
DDT:	150 ug/1
Dieldrin:	
Endrin:	
Endossulfan:	
Epóxido de Heptacloro:	0,1 ug/1
Heptacloro:	0,1 ug/1
Lindano (gama-BHC):	3,0 ug/1
Metoxicloro:	30,0 ug/1
Dodecacloro + Nonacloro:	0,001 ug/1
Bifenilas Policloradas (PCB'S):	0,001 ug/1
Toxafeno:	5,0 ug/1
Demeton:	14,0 ug/1
Gution:	0,005 ug/1
Malation:	100,0 ug/1
Paration:	35,0 ug/1
Carbaril:	70,0 ug/1
Compostos organofosforados e carbamatos totais em Paration:	100,0 ug/1 20,0 ug/1 10,0 ug/1
2,4 - D:	2,0 ug/1

2,4,5 - TP:
2,4,5 - T:

Art. 7º - Para as águas de Classe 4, são estabelecidos os limites ou condições seguintes:

- a) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- b) odor e aspecto: não objetáveis;
- c) óleos e graxas: toleram-se iridicências;
- d) substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;
- e) índice de fenóis até 1,0 mg/1 C₆H₅OH ;
- f) OD superior a 2,0 mg/1 O₂, em qualquer amostra;
- g) pH: 6 a 9.

ÁGUAS SALINAS

Art. 8º - Para as águas de Classe 5, são estabelecidos os limites ou condições seguintes:

- a) materiais flutuantes: virtualmente ausentes;
- b) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- c) substâncias que produzem odor e turbidez: virtualmente ausentes;
- d) corantes artificiais: virtualmente ausentes;
- e) substâncias que formem depósitos objetáveis: virtualmente ausentes;
- f) coliformes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecido o Art. 26 desta Resolução. Para o uso de criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana e que serão ingeridas cruas, não deverá ser excedida uma concentração média de 14 coliformes fecais por 100 mililitros, com não mais de 10% das amostras excedendo 43 coliformes fecais por 100 mililitros. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1,000 coliformes fecais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês; no caso de não haver, na região, meios disponíveis para o exame de coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês;
- g) DBO5 dias a 20°C até 5 mg/1 O₂ ;
- h) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/1 O₂ ;

1. pH: 6,5 à 8,5, não devendo haver uma mudança do

pH natural maior do que 0,2 unidade;

j) substâncias potencialmente prejudiciais (teores máximos) :

Alumínio:	1,5 mg/l Al
Amônia não ionizável:	0,4 mg/1 NH ₃ .
Arsênio:	0,05 mg/1 As
Bário:	1,0 mg/i Ba
Berílio:	1,5 mg/1 Be
Boro:	5,0 rrig/1 B
Cádmio:	0,005 mg/1 Cd
Chumbo:	0,01 mg/1 Ph
Cianetos:	0,005 mg/l CN
Cloro residual:	0,01 mg/1 Cl
Cobre :	0,05 mg/1 Cu
Cromo hexavalente:	0,05 mg/l Cr
Estanho:	2,0 mg/1 Sn
Índice de fenóis:	0,001 mg/l C ₆ H ₅ OH
Ferro:	0,3 mg/1 Fe
Fluoretos:	1,4 mg/l F
Manganês:	0,1 mg/1 Mn
Mercúrio:	0,0001 mg/1 Hg
Níquel:	0,1 mg/l Ni
Nitrato :	10,0 mg/1N
Nitrito :	1,0 mg/ N
Prata:	0,005 m/1 Ag
Selênio:	0,01 mg/1 Se
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno:	0,5 mg/1 - LAS
Sulfetos com H ₂ S:	0,002 mg/1 S
Tálio :	0, 1 mg/1 TI
	0,5 mg/1 U

Urânio Total:	0,17 mg/1 Zn
Zinco:	0,003 - ug/1
Aldrin:	0,004 ug/1
Clordano:	
DDT:	0,001 ug/1
Demeton:	0,1 ug/1
Dieldrin:	0,003 ug/1
Endossulfan:	0,034 ug/1
Endrin:	0,004 ug/1
Epóxido de Heptacloro:	0,001 ug/1
Heptacloro:	0,001 ug/1
Metoxicloro:	0,03 ug/1
Lindano (gama - BHC):	0,004 ug/1
Dodecacloro + Nonadoro:	0,001 ug/1
Gution:	0,01 ug/1
Malation:	0,1 ug/1
Toxafeno:	0,005 ug/1
Compostos organofosforados e carbamatos totais:	10,0 ug/1 em Paration
2,4 .- D:	10,0 ug/1
2, 4, 5 - TP:	10,0 ug/1
2, 4, 5 - T:	10,0 ug/1

Art. 9º - Para as águas de Classe 6, são estabelecidos os limites ou condições seguintes:

- materiais flutuantes; virtualmente ausentes;
- óleos e graxas: toleram-se iridicências;
- substâncias que produzem odor e turbidez: virtualmente ausentes;
- corantes artificiais: virtualmente ausentes;
- substâncias que formem depósitos objetáveis: virtualmente ausentes;
- coliformes: não deverá ser excedido um limite de 4,000 coliformes fecais por 100 ml em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês; no caso de não haver na região meio disponível para o exame de coliformes fecais, o índice limite será de 20.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês;
- DBO5 dias a 20°C até 10 mg/1 O2
- OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/1 O2 ;
- pH: 6,5, a 8,5, não devendo haver uma mudança do Ph natural maior do que 0,2 unidades;

ÁGUAS SALOBRAS

Art. 10 - Para as águas de Classe 7, são estabelecidos os limites ou condições seguintes:

- DBO5 dias a 20°C até 5 mg/1 O2;
- OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/1 O2 ;
- pH: 6,5 a 8,5
- óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- materiais flutuantes: virtualmente ausentes;
- substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes;
- substâncias que formem depósitos objetáveis: virtualmente ausentes;
- coliformes; para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecido o Art. 26 desta Resolução, Para o uso de criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana e que serão ingeridas cruas, não deverá ser excedido uma concentração média de 14 coliformes fecais por 100 mililitros com não mais de 10% das amostras excedendo 43 coliformes fecais por 100 mililitros. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes fecais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais, colhidas em qualquer mês; no caso de não haver na região, meios disponíveis para o exame de coliformes fecais, o índice limite será de até 5.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais, colhidas em qualquer mês;
- substâncias potencialmente prejudiciais (teores máximos) ;

Amônia não ionizável	0,4 mg/1 NH3.
Arsênio:	0,05 mg/1 As
Cádmio:	0,005 mg/1 Cd
Cianetos:	0,005 mg/1 CN
Chumbo:	0,01 mg/1 Pb
Cobre:	0,05 mg/1 Cu
Cromo hexavalente :	0,05 mg/1 Cr

Índice de fenóis:	0,001 mg/1C6H5OH
Fluoretos:	1,4 mg/1 F
Mercúrio:	0,0001 mg/1 Hg
Níquel:	0,1 mg/1 Ni
Sulfetos como H2S:	0,002 mg/1 S
Zinco :	0,17 mg/1 Zn
Aldrin:	0,003 ug/1
Clordano:	0,004 ug/1
DDT:	0,001 ug/1
Demeton:	0,1 ug/1
Dieldrin :	0,003 ug/1
Endrin :	0,004 ug/1
Endossulfan:	0,034 ug/1
Epóxido de heptacloro:	0,001 ug/1
Gution:	0,01 ug/1
Heptacloro:	0,001 ug/1
Lindano (gama . BHC) :	0,004 ug/1

Malation:	0,1 ug/1
Metoxicloro:	0,03 ug/1
Dodecacloro + Nonacloro:	0,001 ug/1
Paration:	0,04 ug/1
Toxafeno:	0,005 ug/1
Compostos organofosforados e carbamatos totais:	10,0 ug/1 em
2,4 - D:	Paration
2, 4, 5 - T:	10,0 ug/1
2, 4, 5 - TP:	10,0 ug/1
	10,0 ug/1

Art.111 - Para as águas de Classe 8, são estabelecidos os limites ou condições seguintes:

- pH: 5 a 9
- OD, em qualquer amostra, não inferior a 3,0 mg/1 O₂;
- óleos e graxas: toleram-se iridicências;
- materiais flutuantes: virtualmente ausentes;
- substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes;
- substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;
- coliformes: não deverá ser excedido um limite de 4.000 coliformes fecais por 100 ml em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês; no caso de não haver, na região, meios disponíveis para o exame de coliformes recais, o índice será de 20.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês;

Art. 12 - Os padrões de qualidade das águas estabelecidos nesta Resolução constituem-se em limites individuais para cada substância. Considerando eventuais ações sinérgicas entre as mesmas, estas ou outras não especificadas, não poderão conferir às águas características capazes de causarem efeitos letais ou alteração de comportamento, reprodução ou fisiologia da vida.

§ 1º - As substâncias potencialmente prejudiciais a que se refere esta Resolução, deverão ser investigadas sempre que houver suspeita de sua presença,

§ 2º - Considerando as limitações de ordem técnica para a quantificação dos níveis dessas substâncias, os laboratórios dos organismos competentes deverão estruturar-se para atenderem às condições propostas. Nos casos onde a metodologia analítica disponível for insuficiente para quantificar as concentrações dessas substâncias nas águas, os sedimentos e/ou biota aquática deverão ser investigados quanto a presença eventual dessas substâncias.

Art. 3º - Os limites de DBO, estabelecidos para as Classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que os teores mínimos de OD, previstos, não serão desobedecidos em nenhum ponto do mesmo, nas condições críticas de vazão (Qcrit. " Q7,10 , onde Q7.10, é a média das mínimas de 7 (sete) dias consecutivos em 10 (dez) anos de recorrência de cada seção do corpo receptor).

Art. 14 - Para os efeitos desta Resolução, consideram-se entes, cabendo aos órgãos de controle ambiental, quando necessário, quantificá-los para cada caso.

Art. 15 - Os órgãos de controle ambiental poderão acrescentar outros parâmetros ou tornar mais restritivos os estabelecidos nesta Resolução, tendo em vista as condições locais.

Art. 16 - Não há impedimento no aproveitamento de águas de melhor qualidade em usos menos exigentes, desde que tais usos não prejudiquem a qualidade estabelecida para essas águas.

Art. 17 - Não será permitido o lançamento de poluentes nos mananciais sub-superficiais.

Art. 18 - Nas águas de Classe Especial não serão tolerados lançamentos de águas residuárias, domésticas e industriais, lixo e outros resíduos sólidos, substâncias potencialmente tóxicas, defensivos agrícolas, fertilizantes químicos e outros poluentes, mesmo tratados. Caso sejam utilizadas para o abastecimento doméstico deverão ser submetidas a uma inspeção sanitária preliminar.

Art. 19 - Nas águas das Classes 1 a 8 serão tolerados lançamentos de desejos, desde que, além de atenderem ao disposto no Art. 21 desta Resolução, não venham a fazer com que os limites estabelecidos para as respectivas classes sejam ultrapassados.

Art. 20 - Tendo em vista os usos fixados para as Classes, os órgãos competentes enquadrarão as águas e estabelecerão programas de controle de poluição para a efetivação dos respectivos enquadramentos, obedecendo ao seguinte:

a) o corpo de água que, na data de enquadramento, apresentar condição em desacordo com a sua classe (qualidade inferior à estabelecida.), será objeto de providências com prazo determinado visando a sua recuperação, excetuados os parâmetros que excedam aos limites devido às condições naturais;

b) o enquadramento das águas federais na classificação será procedido pela SEMA, ouvidos o Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas; - CEEIBH e outras entidades públicas ou privadas interessadas;

c) o enquadramento das águas estaduais será efetuado pelo órgão estadual competente, ouvidas outras entidades públicas ou privadas interessadas;

d) os órgãos competentes definirão as condições específicas de qualidade dos corpos de água intermitentes;

e) os corpos de água já enquadrados na legislação anterior, na data da publicação desta Resolução, serão objetos de reestudo a fim de a ela se adaptarem;

f) enquanto não forem feitos os enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe 2, as salinas Classe 5 e as salobras Classe 7, porém, aquelas enquadradas na legislação anterior permanecerão na mesma classe até o reenquadramento;

g) os programas de acompanhamento da condição dos corpos de água seguirão normas e procedimentos a serem estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA.

Art. 21 - Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água desde que obedeçam às seguintes condições:

a) pH entre 5 a 9;

b) temperatura : inferior a 40°C, sendo que a elevação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C;

c) materiais sedimentáveis: até ml/litro em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;

d) regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor;

e) óleos e graxas:

- óleos minerais até 20 mg/l

- óleos vegetais e gorduras animais até 50 mg/l;

f) ausência de materiais flutuantes;

g) valores máximos admissíveis das seguintes substâncias:

Amônia:	5,0 mg/1 N
Arsênio total:	0,5 mg/1 As
Bário:	5,0 mg/ Ba
Boro :	5,0 mg/1 B
Cádmio :	0,2 mg/1 Cd
Cianetos:	0,2 mg/1 CN
Chumbo:	0,5 mg/1 Pb
Cobre:	1,0 mg/1 Cu
Cromo hexavalente :	0,5 mg/1 Cr
Cromo trivalente :	2,0 mg/1 Cr
Estanho :	4,0 mg/1 Sn
Índice de fenóis:	0,5 mg/1C6H5OH
Ferro solúvel:	15,0 mg/1 Fe
Fluoretos:	10,0 mg/1 F
Manganês solúvel:	1,0 mg/1 Mn
Mercúrio:	0,01 mg/1 Hg

Níquel:	2,0 mg/1 Ni
Prata :	0, 1 mg/1 Ag
Selênio:	0,05 mg/1 Se
Sulfetos:	1,0 mg/1 S
Sulfitos:	1,0 mg/1 S03
Zinco:	5,0 mg/1 Zn
Compostos organofosforados e carbomatos totais:	1,0 mg/1 em Paration
Sulfeto de carbono :	1,0 mg/1
Tricloroeteno :	1,0 mg/1
Clorofôrmio :	1,0 mg/1
Tetracloroeto de Carbono:	1,0 mg/1
Dicloroeteno:	1,0 mg/1
Dicloroeteno:	1,0 mg/1
Compostos organoclorados não listados acima (pesticidas, solventes, etc) :	0,05 mg/1
outras substâncias em concentrações que poderiam ser prejudiciais: de acordo com limites a serem fixados pelo CONAMA.	

h) tratamento especial, se provierem de hospitais e outros estabelecimentos nos quais haja despejos infectados com microorganismos patogênicos.

Art. 22 - Não será permitida a diluição de efluentes industriais com aluas não poluídas, tais como água de abastecimento, água de mar e água de refrigeração.

Parágrafo Único - Na hipótese de fonte de poluição geradora de diferentes despejos ou emissões individualizadas, os limites constantes desta regulamentação aplicar-se-ão a cada um deles ou ao conjunto após a mistura, a critério do órgão competente.

Art. 23 - Os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características em desacordo com o seu enquadramento nos termos desta Resolução.

Parágrafo Único - Resguardados os padrões de qualidade do corpo receptor, demonstrado por estudo de impacto ambiental realizado pela entidade responsável pela emissão, o competente poderá autorizar lançamentos acima dos limites estabelecidos no Art. 21, fixando o tipo de tratamento e as condições para es« lançamento.

Art. 24 - Os métodos de coleta e análise« das águas devem ser os especificados nas normas aprovadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial - INMETRO ou, na ausência delas, no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WPCF, última edição, ressalvado o disposto no Art. 12. O índice de fenóis deverá ser determinado conforme o método 510 B do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 16ª edição, de 1985.

Art. 25 - As indústrias que, na data da publicação desta Resolução, possuírem instalações ou projetos de tratamento de seus despejos, aprovados por órgão integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, que atendam à legislação anteriormente em vigor, terão prazo de três (3) anos, prorrogáveis até cinco (5) anos, a critério do Estadual Local, para se enquadrarem nas exigências desta Resolução. No entanto, as citadas instalações de tratamento deverão ser mantidas em operação com a capacidade, condições de funcionamento e demais características para as quais foram aprovadas, até que se cumpram as disposições desta Resolução.

BALNEABILIDADE

Art. 26 - As águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) serão enquadradas e terão sua condição avaliada nas categorias EXCELENTE, MUITO BOA.

SATISFATÓRIA e IMPRÓPRIA, da seguinte forma:

- EXCELENTE (3 estrelas) : Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das 5 semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 250 coliformes fecais por 1,00 mililitros ou 1.250 coliformes totais por 100 mililitros;
- MUITO BOAS (2 estrelas): Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das 5 semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 500 coliformes fecais por 100 mililitros ou 2.500 coliformes totais por 100 mililitros;
- SATISFATÓRIAS (1 estrela): Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das 5 semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 1.000 coliformes recalis por 100 mililitros ou 5.000 coliformes totais por 100 mililitros;
- IMPRÓPRIAS: Quando ocorrer, no trecho considerado, qualquer uma das seguintes circunstâncias:
 - não enquadramento em nenhuma das categorias anteriores, por terem ultrapassado os índices bacteriológicos nelas admitidos;
 - ocorrência, na região, de incidência relativamente elevada ou anormal de enfermidades transmissíveis por via hídrica, a critério das autoridades sanitárias;

3. sinais de poluição por esgotos, perceptíveis pelo olfato ou visão;
4. recebimento regular, intermitente ou esporádico, de esgotos por intermédio de valas, corpos d'água ou canalizações, inclusive galerias de águas pluviais, mesmo que seja de forma diluída;
5. presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação;
6. pH menor que 5 ou maior que 8,5 ;
7. presença, na água, de parasitas que afetem o homem ou a constatação da existência de seus hospedeiros intermediários infectados;
8. presença, nas águas doces, de moluscos transmissores potenciais de esquistossomo, caso em que os avisos de interdição ou alerta deverão mencionar especificamente esse risco sanitário;
9. outros fatores que contra-indiquem, temporariamente ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário.

Art. 27 - No acompanhamento da condição das praias ou balneários as categorias EXCELENTE, MUITO BOA e SATISFATÓRIA poderão ser reunidas numa única categoria denominada PRÓPRIA.

Art. 28 - Se a deterioração da qualidade das praias ou balneários ficar caracterizada como decorrência da lavagem de vias públicas pelas águas da chuva, ou como consequência de outra causa qualquer, essa circunstância deverá ser mencionada no Boletim de condição das praias e balneários.

Art. 29 - A coleta de amostras será feita, preferencialmente, nos dias de maior afluência do público às praias ou balneários.

Art. 30 - Os resultados dos exames poderão, também, se referir a períodos menores que 5 semanas, desde que cada um desses períodos seja especificado e tenham sido colhidas e examinadas, pelo menos, 5 amostras durante o tempo mencionado.

Art. 31 - Os exames de colimetria, previstos nesta Resolução, sempre que possível, serão feitos para a identificação e contagem de coliformes fecais, sendo permitida a utilização de índices expressos em coliformes totais, se a identificação e contagem forem difíceis ou impossíveis.

Art. 32 - À beira mar, a coleta de amostra para a determinação do número de coliformes fecais ou totais deve ser, de preferência, realizada nas condições de maré que apresentem, costumeiramente, no local, contagens bacteriológicas mais elevadas.

Art. 33 - As praias e outros balneários deverão ser interditados se o órgão de controle ambiental, em qualquer dos seus níveis (Municipal, Estadual ou Federal), constatar que a má qualidade das águas de recreação primária justifica a medida.

Art. 34 - Sem prejuízo do disposto no artigo anterior, sempre que houver uma afluência ou extravasamento de esgotos capaz de oferecer sério perigo em praias ou outros balneários, o trecho afetado deverá ser sinalizado, pela entidade responsável, com bandeiras vermelhas constando a palavra POLUÍDA em cor negra.

DISPOSIÇÕES GERAIS

Art. 35 - Aos órgãos de controle ambiental compete a aplicação desta Resolução, cabendo-lhes a fiscalização para o cumprimento da legislação, bem como a aplicação das penalidades previstas, inclusive a interdição de atividades industriais poluidoras.

Art. 36 - Na inexistência de entidade estadual encarregada do controle ambiental ou se, existindo, apresentar falhas, omissões ou prejuízo sensíveis aos usos estabelecidos para as águas, a Secretaria Especial do Meio Ambiente poderá agir diretamente, em caráter supletivo.

Art. 37 - Os estados de controle ambiental manterão a Secretaria Especial do Meio Ambiente informada sobre os enquadramentos dos corpos de água que efetuarem, bem como das normas e padrões complementares que estabelecerem.

Art. 38 - Os estabelecimentos industriais, que causam ou possam causar poluição das águas, devem informar ao órgão de controle ambiental, o volume e o tipo de seus efluentes, os equipamentos e dispositivos antipoluidores existentes, bem como seus planos de ação de emergência, sob pena das sanções cabíveis, ficando o referido órgão obrigado a enviar cópia dessas informações ao IBAMA, à STI (MIC), ao IBGE (SEPLAN) e ao DNAEE (MME).

Art. 39 - Os Estados, Territórios e o Distrito Federal, através dos respectivos órgãos de controle ambiental, deverão exercer sua atividade orientadora, fiscalizadora e punitiva das atividades potencialmente poluidoras instaladas em seu território, ainda que os corpos de água prejudicados não sejam de seu domínio ou jurisdição.

Art. 40 - O não cumprimento ao disposto nesta Resolução acarretará aos infratores as sanções previstas na Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e sua regulamentação pelo Decreto nº 88.351, de 01 de junho de 1983.

Art. 41 - Esta Resolução entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Deni Lineu Schwartz

7.2 LEGISLAÇÃO SOBRE USO DE AGROTÓXICOS E DESCARTE DE EMBALAGENS

LEI Nº 7.802, DE 11 DE JULHO DE 1989

Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA, faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º A pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, serão regidos por esta Lei.

Art. 2º Para os efeitos desta Lei, consideram-se:

I - agrotóxicos e afins:

a) os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos;

b) substâncias e produtos, empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento;

II - componentes: os princípios ativos, os produtos técnicos, suas matérias-primas, os ingredientes inertes e aditivos usados na fabricação de agrotóxicos e afins.

Art. 3º Os agrotóxicos, seus componentes e afins, de acordo com definição do art. 2º desta Lei, só poderão ser produzidos, exportados, importados, comercializados e utilizados, se previamente registrados em órgão federal, de acordo com as diretrizes e exigências dos órgãos federais responsáveis pelos setores da saúde, do meio ambiente e da agricultura.

§ 1º Fica criado o registro especial temporário para agrotóxicos, seus componentes e afins, quando se destinarem à pesquisa e à experimentação.

§ 2º Os registrantes e titulares de registro fornecerão, obrigatoriamente, à União, as inovações concernentes aos dados fornecidos para o registro de seus produtos.

§ 3º Entidades públicas e privadas de ensino, assistência técnica e pesquisa poderão realizar experimentação e pesquisas, e poderão fornecer laudos no campo da agronomia, toxicologia, resíduos, química e meio ambiente.

§ 4º Quando organizações internacionais responsáveis pela saúde, alimentação ou meio ambiente, das quais o Brasil seja membro integrante ou signatário de acordos e convênios, alertarem para riscos ou

desaconselharem o uso de agrotóxicos, seus componentes e afins, caberá à autoridade competente tomar imediatas providências, sob pena de responsabilidade.

§ 5º O registro para novo produto agrotóxico, seus componentes e afins, será concedido se a sua ação tóxica sobre o ser humano e o meio ambiente for comprovadamente igual ou menor do que a daqueles já registrados, para o mesmo fim, segundo os parâmetros fixados na regulamentação desta Lei.

§ 6º Fica proibido o registro de agrotóxicos, seus componentes e afins:

- a) para os quais o Brasil não disponha de métodos para desativação de seus componentes, de modo a impedir que os seus resíduos remanescentes provoquem riscos ao meio ambiente e à saúde pública;
- b) para os quais não haja antídoto ou tratamento eficaz no Brasil;
- c) que revelem características teratogênicas, carcinogênicas ou mutagênicas, de acordo com os resultados atualizados de experiências da comunidade científica;
- d) que provoquem distúrbios hormonais, danos ao aparelho reprodutor, de acordo com procedimentos e experiências atualizadas na comunidade científica;
- e) que se revelem mais perigosos para o homem do que os testes de laboratório, com animais, tenham podido demonstrar, segundo critérios técnicos e científicos atualizados;
- f) cujas características causem danos ao meio ambiente.

Art. 4º As pessoas físicas e jurídicas que sejam prestadoras de serviços na aplicação de agrotóxicos, seus componentes e afins, ou que os produzam, importem, exportem ou comercializem, ficam obrigadas a promover os seus registros nos órgãos competentes, do Estado ou do Município, atendidas as diretrizes e exigências dos órgãos federais responsáveis que atuam nas áreas da saúde, do meio ambiente e da agricultura.

Parágrafo único. São prestadoras de serviços as pessoas físicas e jurídicas que executam trabalho de prevenção, destruição e controle de seres vivos, considerados nocivos, aplicando agrotóxicos, seus componentes e afins.

Art. 5º Possuem legitimidade para requerer o cancelamento ou a impugnação, em nome próprio, do registro de agrotóxicos e afins, arguindo prejuízos ao meio ambiente, à saúde humana e dos animais:

- I - entidades de classe, representativas de profissões ligadas ao setor;
- II - partidos políticos, com representação no Congresso Nacional;
- III - entidades legalmente constituídas para defesa dos interesses difusos relacionados à proteção do consumidor, do meio ambiente e dos recursos naturais.

§ 1º Para efeito de registro e pedido de cancelamento ou impugnação de agrotóxicos e afins, todas as informações toxicológicas de contaminação ambiental e comportamento genético, bem como os efeitos no mecanismo hormonal, são de responsabilidade do estabelecimento registrante ou da entidade impugnante e devem proceder de laboratórios nacionais ou internacionais.

§ 2º A regulamentação desta Lei estabelecerá condições para o processo de impugnação ou cancelamento do registro, determinando que o prazo de tramitação não exceda 90 (noventa) dias e que os resultados apurados sejam publicados.

§ 3º Protocolado o pedido de registro, será publicado no Diário Oficial da União um resumo do mesmo.

Art. 6º As embalagens dos agrotóxicos e afins deverão atender, entre outros, aos seguintes requisitos:

- I - devem ser projetadas e fabricadas de forma a impedir qualquer vazamento, evaporação, perda ou alteração de seu conteúdo;

II - os materiais de que forem feitas devem ser insuscetíveis de ser atacados pelo conteúdo ou de formar com ele combinações nocivas ou perigosas;

III - devem ser suficientemente resistentes em todas as suas partes, de forma a não sofrer enfraquecimento e a responder adequadamente às exigências de sua normal conservação;

IV - devem ser providas de um lacre que seja irremediavelmente destruído ao ser aberto pela primeira vez.

Parágrafo único. Fica proibido o fracionamento ou a reembalagem de agrotóxicos e afins para fins de comercialização, salvo quando realizados nos estabelecimentos produtores dos mesmos.

Art. 7º Para serem vendidos ou expostos à venda em todo território nacional, os agrotóxicos e afins ficam obrigados a exibir rótulos próprios, redigidos em português, que contenham, entre outros, os seguintes dados:

I - indicações para a identificação do produto, compreendendo:

a) o nome do produto;

b) o nome e a percentagem de cada princípio ativo e a percentagem total dos ingredientes inertes que contém;

c) a quantidade de agrotóxicos, componentes ou afins, que a embalagem contém, expressa em unidades de peso ou volume, conforme o caso;

d) o nome e o endereço do fabricante e do importador;

e) os números de registro do produto e do estabelecimento fabricante ou importador;

f) o número do lote ou da partida;

g) um resumo dos principais usos do produto;

h) a classificação toxicológica do produto;

II - instruções para utilização, que compreendam:

a) a data de fabricação e de vencimento;

b) o intervalo de segurança, assim entendido o tempo que deverá transcorrer entre a aplicação e a colheita, uso ou consumo, a semeadura ou plantação, e a semeadura ou plantação do cultivo seguinte, conforme o caso;

c) informações sobre o modo de utilização, incluídas, entre outras: a indicação de onde ou sobre o que deve ser aplicado; o nome comum da praga ou enfermidade que se pode com ele combater ou os efeitos que se pode obter; a época em que a aplicação deve ser feita; o número de aplicações e o espaçamento entre elas, se for o caso; as doses e os limites de sua utilização;

d) informações sobre os equipamentos a serem utilizados e sobre o destino final das embalagens;

III - informações relativas aos perigos potenciais, compreendidos:

a) os possíveis efeitos prejudiciais sobre a saúde do homem, dos animais e sobre o meio ambiente;

b) precauções para evitar danos a pessoas que os aplicam ou manipulam e a terceiros, aos animais domésticos, fauna, flora e meio ambiente;

c) símbolos de perigo e frases de advertência padronizados, de acordo com a classificação toxicológica do produto;

d) instruções para o caso de acidente, incluindo sintomas de alarme, primeiros socorros, antídotos e recomendações para os médicos;

IV - recomendação para que o usuário leia o rótulo antes de utilizar o produto.

1º Os textos e símbolos impressos nos rótulos serão claramente visíveis e facilmente legíveis em condições normais e por pessoas comuns.

2º Fica facultada a inscrição, nos rótulos, de dados não estabelecidos como obrigatórios, desde que:

I - não dificultem a visibilidade e a compreensão dos dados obrigatórios;

II - não contenham:

a) afirmações ou imagens que possam induzir o usuário a erro quanto à natureza, composição, segurança e eficácia do produto, e sua adequação ao uso;

b) comparações falsas ou equívocas com outros produtos;

c) indicações que contradigam as informações obrigatórias;

d) declarações de propriedade relativas à inocuidade, tais como "seguro", "não venenoso", "não tóxico"; com ou sem uma frase complementar, como: "quando utilizado segundo as instruções";

e) afirmações de que o produto é recomendado por qualquer órgão do Governo.

3º Quando, mediante aprovação do órgão competente, for juntado folheto complementar que amplie os dados do rótulo, ou que contenha dados que obrigatoriamente deste deveriam constar, mas que nele não couberam, pelas dimensões reduzidas da embalagem, observar-se-á o seguinte:

I - deve-se incluir no rótulo frase que recomende a leitura do folheto anexo, antes da utilização do produto;

II - em qualquer hipótese, os símbolos de perigo, o nome do produto, as precauções e instruções de primeiros socorros, bem como o nome e o endereço do fabricante ou importador devem constar tanto do rótulo como do folheto.

Art. 8º A propaganda comercial de agrotóxicos, componentes e afins, em qualquer meio de comunicação, conterá, obrigatoriamente, clara advertência sobre os riscos do produto à saúde dos homens, animais e ao meio ambiente, e observará o seguinte:

I - estimulará os compradores e usuários a ler atentamente o rótulo e, se for o caso, o folheto, ou a pedir que alguém os leia para eles, se não souberem ler;

II - não conterá nenhuma representação visual de práticas potencialmente perigosas, tais como a manipulação ou aplicação sem equipamento protetor, o uso em proximidade de alimentos ou em presença de crianças;

III - obedecerá ao disposto no inciso II do § 2º do art. 7º desta Lei.

Art. 9º No exercício de sua competência, a União adotará as seguintes providências:

I - legislar sobre a produção, registro, comércio interestadual, exportação, importação, transporte, classificação e controle tecnológico e toxicológico;

II - controlar e fiscalizar os estabelecimentos de produção, importação e exportação;

III - analisar os produtos agrotóxicos, seus componentes e afins, nacionais e importados;

IV - controlar e fiscalizar a produção, a exportação e a importação.

Art. 10. Compete aos Estados e ao Distrito Federal, nos termos dos arts. 23 e 24 da Constituição Federal, legislar sobre o uso, a produção, o consumo, o comércio e o armazenamento dos agrotóxicos, seus componentes e afins, bem como fiscalizar o uso, o consumo, o comércio, o armazenamento e o transporte interno.

Art. 11. Cabe ao Município legislar supletivamente sobre o uso e o armazenamento dos agrotóxicos, seus componentes e afins.

Art. 12. A União, através dos órgãos competentes, prestará o apoio necessário às ações de controle e fiscalização, à Unidade da Federação que não dispuser dos meios necessários.

Art. 13. A venda de agrotóxicos e afins aos usuários será feita através de receituário próprio, prescrito por profissionais legalmente habilitados, salvo casos excepcionais que forem previstos na regulamentação desta Lei.

Art. 14. As responsabilidades administrativa, civil e penal, pelos danos causados à saúde das pessoas e ao meio ambiente, quando a produção, a comercialização, a utilização e o transporte não cumprirem o disposto nesta Lei, na sua regulamentação e nas legislações estaduais e municipais, cabem:

- a) ao profissional, quando comprovada receita errada, displicente ou indevida;
- b) ao usuário ou a prestador de serviços, quando em desacordo com o receituário;
- c) ao comerciante, quando efetuar venda sem o respectivo receituário ou em desacordo com a receita;
- d) ao registrante que, por dolo ou por culpa, omitir informações ou fornecer informações incorretas;
- e) ao produtor que produzir mercadorias em desacordo com as especificações constantes do registro do produto, do rótulo, da bula, do folheto e da propaganda;
- f) ao empregador, quando não fornecer e não fizer manutenção dos equipamentos adequados à proteção da saúde dos trabalhadores ou dos equipamentos na produção, distribuição e aplicação dos produtos.

Art. 15. Aquele que produzir, comercializar, transportar, aplicar ou prestar serviços na aplicação de agrotóxicos, seus componentes e afins, descumprindo as exigências estabelecidas nas leis e nos seus regulamentos, ficará sujeito à pena de reclusão de 2 (dois) a 4 (quatro) anos, além da multa de 100 (cem) a 1.000 (mil) MVR. Em caso de culpa, será punido com pena de reclusão de 1 (um) a 3 (três) anos, além da multa de 50 (cinquenta) a 500 (quinhentos) MVR.

Art. 16. O empregador, profissional responsável ou o prestador de serviço, que deixar de promover as medidas necessárias de proteção à saúde e ao meio ambiente, estará sujeito à pena de reclusão de 2 (dois) a 4 (quatro) anos, além de multa de 100 (cem) a 1.000 (mil) MVR. Em caso de culpa, será punido com pena de reclusão de 1 (um) a 3 (três) anos, além de multa de 50 (cinquenta) a 500 (quinhentos) MVR.

Art. 17. Sem prejuízo das responsabilidades civil e penal cabíveis, a infração de disposições desta Lei acarretará, isolada ou cumulativamente, nos termos previstos em regulamento, independente das medidas cautelares de estabelecimento e apreensão do produto ou alimentos contaminados, a aplicação das seguintes sanções:

- I - advertência;
- II - multa de até 1000 (mil) vezes o Maior Valor de Referência - MVR, aplicável em dobro em caso de reincidência;
- III - condenação de produto;
- IV - inutilização de produto;
- V - suspensão de autorização, registro ou licença;
- VI - cancelamento de autorização, registro ou licença;
- VII - interdição temporária ou definitiva de estabelecimento;
- VIII - destruição de vegetais, partes de vegetais e alimentos, com resíduos acima do permitido;
- IX - destruição de vegetais, partes de vegetais e alimentos, nos quais tenha havido aplicação de agrotóxicos de uso não autorizado, a critério do órgão competente.

Parágrafo único. A autoridade fiscalizadora fará a divulgação das sanções impostas aos infratores desta Lei.

Art. 18. Após a conclusão do processo administrativo, os agrotóxicos e afins, apreendidos como resultado da ação fiscalizadora, serão inutilizados ou poderão ter outro destino, a critério da autoridade competente.

Parágrafo único. Os custos referentes a quaisquer dos procedimentos mencionados neste artigo correrão por conta do infrator.

Art. 19. O Poder Executivo desenvolverá ações de instrução, divulgação e esclarecimento, que estimulem o uso seguro e eficaz dos agrotóxicos, seus componentes e afins, com o objetivo de reduzir os efeitos prejudiciais para os seres humanos e o meio ambiente e de prevenir acidentes decorrentes de sua utilização imprópria.

Art. 20. As empresas e os prestadores de serviços que já exercem atividades no ramo de agrotóxicos, seus componentes e afins, têm o prazo de até 6 (seis) meses, a partir da regulamentação desta Lei, para se adaptarem às suas exigências.

Parágrafo único. Aos titulares do registro de produtos agrotóxicos que têm como componentes os organoclorados será exigida imediata reavaliação de seu registro, nos termos desta Lei.

Art. 21. O Poder Executivo regulamentará esta Lei no prazo de 90 (noventa) dias, contado da data de sua publicação.

Art. 22. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 23. Revogam-se as disposições em contrário.

Brasília, 11 de julho de 1989; 168º da Independência e 101º da República.

JOSÉ SARNEY

Íris Rezende Machado

João Alves Filho

Rubens Bayma Denys

DECRETO Nº 98.816, DE 11 DE JANEIRO DE 1990

Regulamenta a Lei nº 7.802, de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA, no uso das atribuições que lhe confere o artigo 84, inciso IV, da Constituição,

DECRETA:

CAPÍTULO I

Das disposições preliminares

Art. 1º A pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, serão regidos pela Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989 e este regulamento.

Art. 2º Para os efeitos deste regulamento, entende-se por:

I - pesquisa e experimentação - os procedimentos efetuados visando verificar a aplicabilidade e a eficiência dos agrotóxicos, seus componentes e afins:

II - produção - as fases de obtenção dos agrotóxicos, seus componentes e afins, por processos químicos, físicos ou biológicos:

III - embalagem - o invólucro, recipiente ou qualquer forma de acondicionamento, removível ou não, destinado a conter, cobrir, empacotar, envasar, proteger ou manter, especificamente ou não, os agrotóxicos e afins;

IV - rotulagem - o ato de identificação impresso ou litografado, bem como dizeres ou figuras pintadas ou gravadas a fogo, por pressão ou decalque, aplicados sobre quaisquer tipos de embalagem unitária de agrotóxicos ou afins, ou sobre qualquer outro tipo de protetor de embalagem incluída a complementarão sob forma de etiqueta, carimbo indelével, bula ou folheto;

V - transporte - o ato de deslocamento, em todo o território nacional, de agrotóxicos, seus componentes e afins;

VI - armazenamento - o ato de armazenar, estocar ou guardar os agrotóxicos, seus componentes e afins;

VII - comercialização - a operação de comprar, vender, permutar, ceder ou repassar os agrotóxicos, seus componentes e afins;

VIII - propaganda comercial - a comunicação de caráter comercial ou técnico-comercial dirigida a público específico;

IX - utilização - o emprego de agrotóxicos e afins, através de sua aplicação, visando alcançar uma determinada finalidade;

X - importação - o ato de adquirir do exterior matérias-primas e produtos técnicos, destinados à fabricação e manipulação de agrotóxicos e afins, bem como de produtos formulados;

XI - exportação - o ato de saída de agrotóxicos, seus componentes e afins, de qualquer ponto do País para o exterior, sejam de fabricação ou formulação local ou importados;

XII - resíduo - a substância ou mistura de substâncias remanescentes ou existentes em alimentos ou no meio ambiente, decorrente do uso ou não de agrotóxicos e afins, inclusive qualquer derivado específico, tais como produtos de conversão e de degradação, metabólicos, produtos de reação e impurezas, considerados toxicológica e ambientalmente importantes;

XIII - registro de produto - o ato privativo de órgão federal competente, destinado a atribuir o direito de produzir, comercializar, exportar, importar e utilizar agrotóxicos, seus componentes e afins, sem prejuízo da observação das condições de autorização de uso;

XIV - registro especial temporário - o ato privativo de órgão federal competente destinado a atribuir o direito de utilizar em pesquisa e experimentação agrotóxicos e afins;

XV - registro de empresa e de prestador de serviços - o ato privativo dos órgãos competentes estaduais, municipais e do Distrito Federal, concedendo permissão para o funcionamento do estabelecimento ou unidade prestadora de serviços;

XVI - classificação - a diferenciação de um agrotóxico ou afim em classes, em função de sua utilização, modo de ação e potencial ecotoxicológico ao homem, aos seres vivos e ao meio ambiente;

XVII - controle - a verificação do cumprimento dos dispositivos regulamentadores dos agrotóxicos, seus componentes e afins;

XVIII - inspeção - o acompanhamento, por técnicos especializados, das fases de produção, transporte, armazenamento, comercialização, utilização, importação, exportação e destino final de agrotóxicos, seus componentes e afins;

IX - fiscalização - a ação direta dos órgãos do Poder Público, com poder de polícia, na verificação do cumprimento da legislação específica;

XX - agrotóxicos - os produtos químicos destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como as substâncias e produtos, empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento;

XXI - componentes - os princípios ativos, os produtos técnicos, suas matérias-primas, os ingredientes inertes e aditivos usados na fabricação de agrotóxicos e afins;

XXII - afins - os produtos e os agentes de processos físicos e biológicos que tenham a mesma finalidade dos agrotóxicos, bem como outros produtos químicos, físicos e biológicos utilizados na defesa fitossanitária, domissanitária e ambiental, não enquadrados no inciso XX;

XXIII - agente biológico de controle - o organismo vivo, de ocorrência natural ou obtido através de manipulação genética, introduzido no ambiente para o controle de uma população ou de atividades biológicas de outro organismo vivo considerado nocivo;

XXIV - princípio ativo ou ingrediente ativo - a substância, o produto ou o agente resultante de processos de natureza química, física ou biológica, empregados para conferir eficácia aos agrotóxicos e afins;

XXV - produto técnico - a substância obtida diretamente da matéria-prima por processo químico, físico ou biológico, cuja composição contém teores definidos de ingredientes ativos;

XXVI - matéria-prima - a substância destinada à obtenção direta do produto técnico por processo químico, físico ou biológico;

XXVII - ingrediente inerte - a substância não ativa em relação a eficácia dos agrotóxicos, seus componentes e afins, resultante dos processos de obtenção destes produtos, bem como àquela usada apenas como veículo ou diluente nas preparações;

XXVIII - aditivo - qualquer substância adicionada intencionalmente aos agrotóxicos ou afins, além do ingrediente ativo e do solvente, para melhorar sua ação, função, durabilidade, estabilidade e detecção ou para facilitar o processo de produção;

XXIX - adjuvante - a substância usada para imprimir as características desejadas às formulações;

XXX - solvente - o líquido no qual uma ou mais substâncias se dissolvem para formar uma solução; e

XXXI - formulação - o produto resultante da transformação dos produtos técnicos, mediante adição de ingredientes inertes, com ou sem adjuvantes e aditivos.

Parágrafo único. A classificação de que trata o inciso XVI, no que se refere a toxicidade humana, obedecerá a seguinte gradação:

a) classe I - extremamente tóxico;

b) classe II - altamente tóxico;

c) classe III - medianamente tóxico; e

d) classe IV - pouco tóxico.

CAPÍTULO II

Das competências

Art. 3º Ao Ministério da Agricultura compete:

I - estabelecer, dentro de sua competência, as exigências relativas aos dados e informações a serem apresentados pelo requerente para efeito de registro, de renovação de registro e de extensão de uso dos agrotóxicos, seus componentes e afins, com finalidade fitossanitária, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas e nas pastagens;

II - avaliar os agrotóxicos, seus componentes e afins, com finalidade fitossanitária de uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas e nas pastagens, quanto à eficiência requerida do produto;

III - conceder o registro a agrotóxicos, seus componentes e afins com finalidade fitossanitária, de uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas e nas pastagens, atendidas as diretrizes e exigências do Ministério da Saúde e do Ministério do Interior;

IV - conceder o registro especial temporário a agrotóxicos, seus componentes e afins, com finalidade fitossanitária, para o uso específico a que se propõe em pesquisa ou experimentação, atendidas as diretrizes e exigências do Ministério da Saúde e do Ministério do Interior;

V - controlar, fiscalizar e inspecionar a produção, a importação e a exportação de agrotóxicos, seus componentes e afins com finalidade fitossanitária, de uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas e nas pastagens, bem como os respectivos estabelecimentos;

VI - controlar e analisar os agrotóxicos e afins, com finalidade fitossanitária; bem como estabelecer os métodos oficiais de amostragem e os limites de tolerância analítica, na sua área de competência;

VII - prestar apoio às Unidades da Federação nas ações de controle e fiscalização dos agrotóxicos, seus componentes e afins, com finalidade fitossanitária, de uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas e nas pastagens;

VIII - desenvolver ações de instrução, divulgação e esclarecimento que assegurem o uso correto e eficaz dos agrotóxicos e afins, com finalidade fitossanitária, de uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas e nas pastagens;

IX - divulgar periodicamente a relação dos agrotóxicos, seus componentes e afins, com finalidade fitossanitária, registrados para uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas e nas pastagens;

X - promover, juntamente com os órgãos federais competentes pelos setores de saúde e meio ambiente, a reavaliação do registro de agrotóxicos, seus componentes e afins, com finalidade fitossanitária, de uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas e nas pastagens, quando organizações internacionais responsáveis pela saúde, alimentação ou meio ambiente, das quais o Brasil seja membro integrante ou signatário de acordos e convênios, alertarem para riscos ou desaconselharem o uso desses produtos;

XI - promover a avaliação com os órgãos federais de saúde e de meio ambiente, de pedidos de cancelamento ou impugnação de registro de agrotóxicos, seus componentes e afins, com finalidade fitossanitária, de uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas e nas pastagens;

XII - estabelecer o intervalo de segurança dos agrotóxicos e afins, com finalidade fitossanitária, juntamente com o Ministério da Saúde; e

XIII - estabelecer os parâmetros para rotulagem de agrotóxicos e afins, quanto às informações técnico - agronômicas.

Art. 4º Ao Ministério da Saúde compete:

I - estabelecer, dentro de sua competência, as exigências relativas aos dados e/ou informações a serem apresentados pelo requerente para efeito de registro, de renovação de registro e de extensão de uso dos agrotóxicos, seus componentes e afins;

II - avaliar e classificar toxicologicamente os agrotóxicos, seus componentes e afins, quanto aos aspectos de saúde humana;

III - avaliar os agrotóxicos, seus componentes e afins, destinados à higienização, desinfecção e desinfestação de ambientes domiciliares, públicos ou coletivos, no tratamento de água e no uso em campanhas de saúde pública, quanto a eficiência requerida do produto;

IV - estabelecer, juntamente com o Ministério da Agricultura, os intervalos de segurança, tendo em vista os limites máximos residuais em alimentos, para os agrotóxicos e afins, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas e nas pastagens, frente a padrões estabelecidos;

V - conceder o registro a agrotóxicos, seus componentes e afins, destinados à higienização, desinfecção ou desinfestação de ambientes domiciliares, públicos ou coletivos, ao tratamento de água e ao uso em campanhas de saúde pública, atendidas as exigências do Ministério do Interior;

VI - conceder o registro especial temporário a agrotóxicos, seus componentes e afins, empregados na higienização, desinfecção e desinfestação de ambientes domiciliares, públicos ou coletivos, no tratamento de água e em campanhas de saúde pública, para o uso específico a que se propõe em pesquisa e experimentação, atendidas as diretrizes e exigências do Ministério do Interior;

VII - estabelecer os parâmetros para rotulagem de agrotóxicos e afins, quanto as precauções de uso e cuidados com a saúde humana;

- VIII - controlar, fiscalizar e inspecionar a produção, a importação e a exportação dos agrotóxicos, seus componentes e afins, bem como os respectivos estabelecimentos, quanto ao aspecto de saúde humana;
- IX - controlar a qualidade dos agrotóxicos, seus componentes e afins destinados à higienização, desinfecção ou desinfestação de ambientes domiciliares, públicos ou coletivos, ao tratamento de água e ao uso em campanha de saúde pública, frente às características do produto registrado;
- X - prestar apoio às Unidades da Federação nas ações de controle e fiscalização dos agrotóxicos, seus componentes e afins, na área de sua competência;
- XI - desenvolver ações de instrução, divulgação e esclarecimento que assegurem o uso correto e eficaz dos agrotóxicos e afins, na área de sua competência;
- XII - divulgar, periodicamente, a relação dos agrotóxicos, seus componentes e afins, registrados para o uso na higienização, desinfecção ou desinfestação de ambientes domiciliares, públicos ou coletivos, no tratamento de água e em campanhas de saúde pública;
- XIII - promover, juntamente com o órgão competente pelo setor de meio ambiente, a reavaliação do registro de agrotóxicos, seus componentes e afins destinados à higienização, desinfecção ou desinfestação de ambientes domiciliares, públicos ou coletivos, ao tratamento da água e ao uso em campanhas de saúde pública, quando organizações internacionais responsáveis pela saúde, alimentação ou meio ambiente, das quais o Brasil seja membro integrante ou signatário de acordos e convênios, alertarem para riscos ou desaconselharem o uso desses produtos;
- XIV - promover a avaliação com o órgão federal de meio ambiente, de pedidos de cancelamento ou impugnação de registro de agrotóxicos, seus componentes e afins, empregados na higienização, desinfecção e desinfestação de ambientes domiciliares, públicos ou coletivos, no tratamento de água e em campanha de saúde pública.

Art. 5º Ao Ministério do Interior compete:

- I - estabelecer, dentro de sua competência, as exigências relativas aos dados e informações a serem apresentados pelo requerente, para efeito de registro, de renovação de registro e de extensão de uso agrotóxicos, seus componentes e afins;
- II - avaliar os agrotóxicos, seus componentes e afins destinados ao uso na proteção de florestas, de ambiente hídricos e outros ecossistemas, quanto à eficiência requerida do produto;
- III - avaliar os agrotóxicos, seus componentes e afins e estabelecer a sua classificação, quanto ao potencial de periculosidade ambiental;
- IV - conceder o registro a agrotóxicos, seus componentes e afins, destinados ao uso na proteção de florestas, de ambientes hídricos e outros ecossistemas, atendidas as diretrizes e exigências do Ministério da Saúde;
- V - conceder o registro especial temporário a agrotóxicos, seus componentes e afins empregados na proteção de florestas, de ambientes hídricos e outros ecossistemas, para o uso específico a que se propõe em pesquisa e experimentação, atendidas as diretrizes e exigências do Ministério da Saúde;
- VI - estabelecer os parâmetros para rotulagem de agrotóxicos e afins, quanto as precauções de uso e proteção da qualidade ambiental;
- VII - controlar, fiscalizar e inspecionar a produção, a importação e a exportação dos agrotóxicos, seus componentes e afins, bem como os respectivos estabelecimentos, com vistas à proteção ambiental;
- VIII - controlar a qualidade dos agrotóxicos, seus componentes e afins, de uso na proteção de florestas, em ambientes hídricos e outros ecossistemas, frente às características do produto registrado;

IX - prestar apoio às Unidades da Federação nas ações de controle e fiscalização dos agrotóxicos, seus componentes e afins, na área de sua competência;

X - desenvolver ações de instrução, divulgação e esclarecimento que assegurem o uso correto dos agrotóxicos e afins, na área de sua competência;

XI - divulgar periodicamente a relação dos agrotóxicos seus componentes e afins registrados e destinados ao uso na proteção de florestas, de ambientes hídricos e outros ecossistemas;

XII - promover, juntamente com o Ministério da Saúde, a reavaliação do registro de produtos de uso na proteção de florestas em ambientes hídricos e outros ecossistemas, quando organizações internacionais responsáveis pela saúde, alimentação ou meio ambiente, dos quais o Brasil seja membro integrante ou signatário de acordos e convênios, alertarem para riscos ou desaconselharem o uso desses produtos;

XIII - avaliar, em conjunto com o Ministério da Saúde, pedidos de cancelamento ou impugnação de registro de produtos usados na proteção de florestas, de ambientes hídricos e outros ecossistemas.

CAPÍTULO III

Do registro

SEÇÃO I

Do Registro do Produto

Art. 6º Os agrotóxicos, seus componentes e afins, para serem produzidos, importados, exportados, comercializados e utilizados no Território Nacional, terão de ser previamente registrados no órgão federal competente, atendidas as exigências dos órgãos federais responsáveis pelos setores da agricultura, da saúde e do meio ambiente.

Art. 7º Para a obtenção do registro, os requerentes terão de fornecer os dados e documentos que forem exigidos neste regulamento e em legislação específica.

Parágrafo único. Os requerentes fornecerão obrigatoriamente ao órgão federal registrante as inovações concernentes aos dados e documentos apresentados para o registro dos seus produtos.

Art. 8º Para efeito de registro, de renovação de registro ou de extensão de uso de agrotóxicos, seus componentes e afins, o requerente deverá encaminhar ao órgão federal competente:

I - requerimento em 4 (quatro) vias, solicitando o registro, a renovação de registro ou a extensão de uso de agrotóxicos, seus componentes e afins, no qual deverá constar, no mínimo:

a) nome e endereço completo do requerente;

b) finalidade do registro;

c) comprovante de que a empresa requerente está registrada em órgão competente do Estado, do Distrito Federal ou do Município;

d) marca comercial do produto;

e) certificado de análise química;

f) certificado de análise física;

g) nome químico e comum do ingrediente ativo, devendo o nome químico ser indicado de forma constante nas listas publicadas pelo órgão registrante; no caso de produtos novos ainda não constantes nas listas, o nome químico deverá ser de acordo com a nomenclatura Tupac ou ISO, sempre em português. O nome comum deverá ser escrito em letras maiúsculas, na grafia internacional, e o correspondente em português, indicando a entidade que o aprovou;

h) classificação taxonômica do agente, em caso de agente biológico de controle;

i) classe, forma de apresentação e composição quali-quantitativa do ingrediente ativo, dos ingredientes inertes, adjuvantes e demais componentes, quando presentes. As concentrações devem ser expressas em:

- gramas por quilograma (g/kg) - para as formulações sólidas e produtos técnicos;
- gramas por litro (g/l) - para as formulações líquidas;
- mililitros por litro (ml/l) ou gramas por litro (g/l) - para os resíduos não sulfonados e óleos minerais fungicidas; e
- quando os ingredientes ativos forem de natureza biológica, a concentração deve ser expressa na unidade que, em cada caso, permita sua avaliação de forma adequada;

j) grupo químico, quando definido, se o produto é sistêmico, e, para os herbicidas, se é de ação total ou seletiva;

l) sinonímia;

m) fórmula estrutural e fórmula bruta;

n) informações sobre o registro em outros países, inclusive o de origem, ou as razões do contrário, em casos de produtos novos importados ainda não registrados;

o) modalidade de emprego;

p) concentração, dosagem utilizada, época de aplicação, frequência, forma de apresentação e de aplicação e restrições de uso;

q) intervalo de segurança; e

r) métodos para desativação do agrotóxicos e de seus componentes e afins.

II - relatório técnico I - dados e informações, em 2 (duas) vias, exigidos pelo Ministério de Agricultura, dos quais constem, necessariamente:

- a) testes e informações sobre a eficiência e praticabilidade agrônômica do produto comercial;
- b) testes e informações referentes à compatibilidade;
- c) modelo de rótulo e bula, para formulações de pronto uso;
- d) modelos e características da embalagem;
- e) dados agrônômicos e exigíveis de acordo com a legislação específica complementar;

III - relatório técnico II - dados e informações em 2 (duas) vias, exigidos pelo Ministério da Saúde, dos quais constem, necessariamente:

- a) método analítico e sua sensibilidade para avaliar o resíduo de agrotóxico remanescente no produto vegetal ou animal;
- b) resultados das análises quantitativas efetuadas indicando a persistência dos resíduos;
- c) intervalo de reentrada de pessoas nas culturas tratadas;
- d) tolerâncias disponíveis de preferência a nível internacional;
- e) dados biológicos, envolvendo aspectos bioquímicos e ensaios toxicológicos, de acordo com legislação específica complementar, a ser estabelecida pelo Ministério da Saúde; e
- f) dados relativos ao potencial mutagênico, embriofetotóxico e carcinogênico em animais.

IV - relatório técnico III - dados e informações, em 2 (duas) vias, exigidos pelo Ministério do Interior, dos quais constem necessariamente;

a) dados físico-químicos;

b) dados relativos à toxicidade para microorganismos, microcrustáceos, peixes, algas e organismos de solo e plantas;

- c) dados relativos à bioacumulação, persistência, biodegradabilidade, mobilidade, absorção e dessorção;
- d) dados relativos à toxicidade para animais superiores; e
- e) dados relativos ao potencial mutagênico, embriofetotóxico e carcinogênico em animais;

Parágrafo único. No ato de protocolo do pedido de registro, de renovação de registro ou de extensão de uso, uma via do requerimento receberá carimbo do órgão competente e ficará de posse do requerente.

Art. 9º O registro de agrotóxicos, seus componentes e afins, terá validade de 5 (cinco) anos, renovável a pedido do interessado, por períodos sucessivos de igual duração, através da apresentação de requerimento protocolado até 180 (cento e oitenta) dias antes do término de sua validade.

1º A renovação de registro se dará através dos mesmos procedimentos adotados para efeitos de registro.

2º Será declarada a caducidade do registro do produto cuja renovação não tenha sido solicitada no prazo referido no caput deste artigo.

3º Os agrotóxicos e afins, que apresentam redução da sua eficiência agrônômica ou riscos a saúde humana ou ao meio ambiente, poderão a qualquer tempo ser reavaliados, podendo ter seus registros alterados, suspensos ou cancelados.

Art. 10. Protocolizado o pedido de registro, de renovação de registro ou de extensão de uso, o órgão federal competente deverá promover a publicação no Diário Oficial da União de um resumo do mesmo, em até 15 (quinze) dias úteis, a contar da data do protocolo de recebimento, contendo no mínimo:

I - nome do requerente;

II - marca comercial do produto;

III - nome químico e comum do ingrediente ativo;

IV - nome científico do ingrediente ativo no caso de agente biológico;

V - motivo da solicitação: registro, renovação, extensão de uso; e

VI - indicação do uso pretendido.

Art. 11. O órgão federal competente pelo registro deverá encaminhar, no prazo máximo de 60 (sessenta) dias a partir da solicitação de registro, de renovação de registro ou de extensão de uso, uma via do requerimento, o relatório técnico respectivo e uma via do seu parecer, dos órgãos responsáveis pelas demais avaliações do agrotóxico, componente ou afim.

1º No prazo referido no caput deste artigo, o órgão registrante avaliará, improrrogavelmente, a eficiência do produto.

2º O prazo máximo para a avaliação da documentação e omissão de parecer pelos órgãos responsáveis pelas áreas de saúde e meio ambiente será de 90 (noventa) dias, contados a partir do recebimento da documentação.

3º O prazo referido neste artigo terá sua contagem suspensa quando o órgão federal responsável pela saúde ou meio ambiente solicitar por escrito, fundamentadamente, ao interessado, documentos ou informações adicionais pertinentes ao pedido de registro, recomeçando a fluir a contagem a partir do atendimento à solicitação pelo tempo que faltar, acrescidos de mais 30 (trinta) dias.

4º O não atendimento ou o atendimento parcial do interessado sem justificativa por escrito, em até 30 (trinta) dias, a contar da data do recebimento da notificação, implicará arquivamento do processo de registro, por despacho fundamentado.

5º A aceitação ou não da justificativa apresentada, de que trata o parágrafo anterior, ficará a critério do órgão que originou a solicitação, podendo ser concedido novo prazo de até 360 (trezentos e sessenta)

dias para a apresentação completa das informações ou documentos necessários, a critério do órgão solicitante.

6° Após o recebimento das respectivas avaliações toxicológicas e ambientais, o órgão registrante concluirá no prazo máximo de 30 (trinta) dias, a análise do processo, para o atendimento ou não da solicitação do requerente.

Art. 12. O registro de produtos destinados exclusivamente para exportação será efetuado mediante cadastramento no órgão federal registrante e comprovação do atendimento das exigências técnicas internacionais de agricultura, saúde e meio ambiente, emanadas de órgãos governamentais e de acordos e convênios dos quais o país seja signatário.

1° Para efeito de obtenção do cadastramento mencionado no caput deste artigo, a empresa exportadora deverá fornecer, dentre outras, as seguintes informações:

- a) nome químico e comum e, no caso de agente biológico de controle, classificação taxonômica do agente;
- b) classe e formulação;
- c) informação ampla acerca das razões pela qual o produto não é utilizado no país; e
- d) quantidade.

2° O órgão federal responsável pelo cadastramento, deverá notificar o país importador acerca do produto a ser exportado.

Art. 13. Quando organizações internacionais responsáveis pela saúde, alimentação ou meio ambiente, das quais o Brasil seja membro integrante ou signatário de acordos e convênios, alertarem para riscos ou desaconselharem o uso de agrotóxicos, seus componentes e afins, caberá ao órgão federal registrante avaliar imediatamente os problemas e informações apresenta, consultando o órgão oficial de Agricultura, Saúde ou Meio Ambiente, conforme o caso.

Parágrafo único. Procedida a avaliação técnica, autoridade competente poderá tomar uma ou mais das medidas seguintes:

- a) proibir ou suspender o uso;
- b) cancelar ou suspender o registro;
- c) restringir o uso através de atos específicos;
- d) restringir a comercialização;
- e) proibir, suspender ou restringir a importação; e
- f) propor a mudança de formulação e do método de aplicação.

Art. 14. O registro para novo produto agrotóxico, seus componentes e afins será concedido se a sua ação tóxica sobre o ser humano e o meio ambiente for comprovadamente igual ou menor do que a daqueles já registrados, para a mesma finalidade.

Parágrafo único. Para avaliação comparada de toxicidade, na área de saúde e do meio ambiente, devem ser observados os seguintes parâmetros:

- a) toxicidade da formulação;
- b) presença de problemas toxicológicos especiais, tais como: neurotoxicidade, fetotoxicidade, ação hormonal e comportamental, e ação reprodutiva;
- c) persistência no ambiente;
- d) bioacumulação;
- e) formulação; e

f) método de aplicação.

Art. 15. O requerente deve apresentar, quando solicitado, amostras para análises e experiências, consideradas necessárias pelos órgãos federais registrantes.

Art. 16. O registro de produtos de que trata este regulamento será negado sempre que não forem atendidas as condições, as exigências e, os procedimentos para tal fim previstos em Lei, regulamento ou em instruções oficiais.

Art. 17. Será cancelado o registro de agrotóxicos, seus componentes e afins, sempre que constatada modificação não autorizada em sua fórmula, dosagem, condições de fabricação, indicação de aplicação e especificações enunciadas em rótulos, folhetos ou bulas, ou quaisquer outras modificações em desacordo ao registro concedido.

Parágrafo único. Qualquer alteração ou mudança nos dados técnicos constantes no registro obrigará a novo pedido de registro.

SESSÃO II

Produtos Destinados à Pesquisa e Experimentação

Art. 18. O registro especial temporário será exigido para novos agrotóxicos, seus componentes e afins destinados à pesquisa e experimentação, quando ainda não registrados para os fins de produção, comercialização e utilização no País.

Art. 19. A pesquisa e experimentação de agrotóxicos, seus componentes e afins deverão ser mantidas sob controle e responsabilidade da entidade requerente, a qual responderá por quaisquer danos causados à agricultura, ao meio ambiente e à saúde humana.

§ 1º Os produtos agrícolas e os restos de cultura provenientes das áreas tratadas não poderão ser utilizados para alimentação humana ou animal.

§ 2º Quando da pesquisa e experimentação, deverá ocorrer a desatinação adequada das embalagens dos produtos, de maneira a garantir a menor emissão de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos no ambiente

Art. 20. O registro especial temporário para pesquisa e experimentação será efetuado pelo órgão federal competente, por solicitação do interessado, desde que o mesmo apresente:

I - o objetivo da pesquisa e experimentação;

II - o projeto experimental;

III - o laudo de composição físico-química;

IV - a autorização para importação, concedida pelo órgão responsável pelo registro, em caso de produtos importados;

V - avaliação toxicológica preliminar, no caso de pesquisa e experimentação em campo;

VI - avaliação ambiental preliminar, no caso de pesquisa e experimentação em campo;

VII - No caso de agentes biológicos de controle:

a) agentes biológicos de ocorrência natural:

1 - caracterização morfológica e/ou bioquímica;

2 - obediência aos requisitos quarentenários, quando importados; e

3 - avaliação ambiental preliminar.

b) agentes biológicos manipulados geneticamente:

1 - caracterização morfológica e/ou bioquímica;

2 - obediência aos requisitos quarentenários, quando importados;

3 - avaliação toxicológica e ambiental preliminar; e

4 - comprovante da realização de experimentação em campo, no país de origem, quando importados.

§ 1º Os produtos codificados, sem especificações determinadas, só obterão o registro especial temporário para experimentos em áreas controladas.

§ 2º Os produtos a serem pesquisados e experimentados no Brasil deverão ser considerados como da Classe Toxicológica I, no que se refere aos cuidados de manipulação e aplicação.

§ 3º Os operadores que aplicarem produtos a serem experimentados deverão possuir e utilizar equipamentos de proteção individual (EPI's) e deverão ser habilitados para a função, conforme legislação pertinente.

§ 4º A avaliação toxicológica preliminar será fornecida pelo Ministério da Saúde, no prazo máximo de 30 (trinta) dias, a partir do recebimento da documentação.

§ 5º A avaliação ambiental preliminar será fornecida pelo Ministério do Interior, no prazo máximo de 30 (trinta) dias, a partir do recebimento da documentação.

§ 6º O órgão federal responsável pelo registro terá o prazo máximo de 90 (noventa) dias, a partir do recebimento da documentação, para concessão ou não do registro.

Art. 21. Em caso de produtos manipulados geneticamente, no País ou no exterior, será necessária a avaliação por parte de uma comissão técnica com especialistas de notório saber científico, representando os órgãos federais de agricultura, saúde e meio ambiente, a serem convidados pelo órgão federal registrante, que deverá se pronunciar no prazo máximo de 90 (noventa) dias, a partir do recebimento da documentação.

SESSÃO III

Das Proibições

Art. 22. São proibidos os registros de agrotóxicos, seus componentes e afins:

I - para os quais o País não disponha de métodos para desativação de seus componentes, de modo a impedir que os seus resíduos remanescentes provoquem riscos ao meio ambiente e à saúde pública;

II - para os quais não haja antídotos ou tratamento eficaz no País, exceto para os agentes de controle biológico e para os agrotóxicos de origem química, quando usados em concentrações comprovadamente não letais para os homens e animais;

III - os considerados teratogênicos que apresentarem evidências suficientes neste sentido, a partir de observações na espécie humana ou de estudos com, pelo menos, duas espécies de animais de experimentação;

IV - os considerados carcinogênicos que apresentarem evidências suficientes neste sentido, a partir de observações na espécie humana ou de estudos com, pelo menos, duas espécies de animais de experimentação;

V - os considerados mutagênicos, capazes de induzir mutações observadas em, no mínimo, dois testes, um deles para detectar mutações gênicas, realizado inclusive com o uso de ativação metabólica, e o outro para detectar mutações cromossômicas;

VI - que provoquem distúrbios hormonais, danos ao aparelho reprodutor, de acordo com procedimentos e experiências atualizadas na comunidade científica;

VII - que se revelem mais perigosos para o homem do que os testes de laboratório, com animais, tenham podido demonstrar, segundo critérios técnicos e científicos atualizados; e

VIII - cujas características causem danos ao meio ambiente.

1° Devem ser considerados como desativação de seus componentes os processos de inativação dos princípios ativos que reduzam ao máximo o poder toxicológico destes.

2° Os testes, provas e estudos sobre mutagênese, carcinogênese e teratogênese devem ser efetuados com critérios aceitos por instituições científicas ou de saúde pública, nacionais ou reconhecidas internacionalmente, devendo os resultados ser avaliados, caso a caso, por uma comissão técnica do Ministério da Saúde, que inclua especialistas da comunidade científica nacional e, quando for o caso, também de representante do Ministério do Interior.

SEÇÃO IV

Do Cancelamento ou da Impugnação

Art. 23. Para efeito do artigo 5° da Lei nº 7.802/89, o requerimento de impugnação ou cancelamento será formalizado através de solicitação em 5 (cinco) vias, dirigido ao órgão federal competente pelo registro, em qualquer tempo, a partir da publicação prevista no art. 10 do presente regulamento.

Art. 24. No requerimento a que se refere o artigo anterior, deverá constar laudo técnico firmado, no mínimo por dois profissionais brasileiros habilitados na área de biociências, acompanhado dos resultados das análises realizadas por laboratório nacional ou do exterior, reconhecidos internacionalmente.

Art. 25. O órgão federal registrante terá o prazo de 90 (noventa) dias, a partir do recebimento da documentação, para se pronunciar, devendo adotar os seguintes procedimentos:

I - notificar a empresa responsável pelo produto registrado, ou em vias de obtenção de registro; e

II - encaminhar a documentação pertinente aos órgãos federais responsáveis pelos setores de agricultura, saúde e meio ambiente, conforme os motivos apresentados, para avaliação e análise em suas áreas de competência.

Art. 26. Os órgãos federais responsáveis pelos setores de agricultura, saúde e meio ambiente, no prazo máximo de 30 (trinta) dias, a partir do recebimento da documentação, deverão se posicionar sobre o pedido de cancelamento ou impugnação, remetendo a seguir seu parecer ao órgão federal registrante, que adotará a medida pertinente cabível.

Art. 27. A empresa responsável pelo produto registrado, ou em vias de obtenção de registro, terá o prazo máximo de 30 (trinta) dias, a contar da notificação, para apresentar sua defesa.

Art. 28. Após a decisão administrativa, da impugnação ou cancelamento, o órgão federal registrante comunicará ao requerente o deferimento ou indeferimento da solicitação e publicará a decisão no Diário Oficial da União.

SEÇÃO V

Do Registro das Empresas

Art. 29. Para efeito de obtenção de registro nos órgãos competentes do Estado, do Distrito Federal ou do Município, as pessoas físicas ou jurídicas que sejam prestadoras de serviços na aplicação de agrotóxicos, seus componentes e afins, ou que os produzam, importem, exportem ou comercializem, deverão apresentar, dentre outros documentos, requerimento solicitando o registro, onde constem, no mínimo, as informações contidas no Anexo I deste Regulamento.

§ 1° Para os efeitos deste regulamento, ficam as cooperativas equiparadas às empresas comerciais.

§ 2° Nenhum estabelecimento que opere com produtos abrangidos por esta Lei poderá funcionar sem a assistência e responsabilidade efetivas de técnico legalmente habilitado.

§ 3º Cada estabelecimento terá registro específico e independente, ainda que exista mais de um na mesma localidade, pertencente à mesma empresa.

§ 4º Quando um só estabelecimento industrializar ou comercializar outros produtos além de agrotóxicos, seus componentes e afins, será obrigatória a existência de instalações separadas para a fabricação e o acondicionamento dos materiais, substâncias e produtos acabados.

§ 5º Sempre que ocorrerem modificações nas informações da documentação apresentada, deverá a firma responsável comunicar o fato aos órgãos fiscalizadores, onde estiver registrada, no prazo máximo de 30 (trinta) dias.

§ 6º As alterações estatutárias ou contratuais das empresas registrantes serão efetuadas por averbação ou apostilamento no certificado de registro, que manterá seu prazo de validade.

Art. 30. As empresas importadoras, exportadoras ou produtoras de agrotóxicos, seus componentes e afins, passarão a adotar, para cada partida importada, exportada ou produzida, uma codificação de conformidade com o Anexo II deste regulamento, a qual deverá constar de todas as embalagens dela originadas, não podendo ser usado o mesmo código para partidas diferentes.

Art. 31. As empresas fornecerão aos órgãos fiscalizadores, onde estejam registradas, no início de cada semestre, dados referentes às quantidades de agrotóxicos, seus componentes e afins importados, exportados, produzidos, comercializados e aplicados no semestre anterior, preenchendo formulário, conforme modelo do Anexo III deste regulamento.

Art. 32. As pessoas físicas ou jurídicas que comercializem, importem, exportem ou que sejam prestadoras de serviços na aplicação de agrotóxicos, seus componentes e afins, ficam obrigadas a manter à disposição do serviço de fiscalização o livro de registro ou outro sistema de controle, contendo:

I - no caso dos estabelecimentos que comercializem agrotóxicos e afins no mercado interno:

- a) relação detalhada do estoque existente; e
- b) nome comercial dos produtos e quantidades comercializadas, acompanhados dos respectivos receiptuários;

II - no caso dos estabelecimentos que importem ou exportem agrotóxicos, seus componentes e afins:

- a) relação detalhada do estoque existente; e
- b) nome comercial dos produtos e quantidades importadas ou exportadas, acompanhados das respectivas autorizações de importação ou exportação dos produtos, concedidas pelo órgão federal competente;

III - no caso das pessoas físicas ou jurídicas que sejam prestadoras de serviços na aplicação de agrotóxicos e afins:

- a) relação detalhada do estoque existente;
- b) nome comercial dos produtos e quantidades aplicadas, acompanhados dos respectivos receiptuários e guia de aplicação, em 2 (duas) vias, ficando uma via de posse do contratante; e
- c) guia de aplicação, da qual deverão constar, no mínimo:

- 1 - nome do usuário e endereço;
- 2 - cultura e áreas tratadas, para agrotóxicos com finalidade fitossanitária;
- 3 - local da aplicação e endereço;
- 4 - nome comercial do produto usado;
- 5 - quantidade empregada do produto comercial;
- 6 - formas de aplicação;

- 7 - data da prestação do serviço;
- 8 - riscos oferecidos pelo produto ao ser humano, meio ambiente e animais domésticos;
- 9 - cuidados necessários;
- 10 - identificação do aplicador e assinatura;
- 11 - identificação do responsável técnico e assinatura; e
- 12 - assinatura do usuário.

CAPÍTULO IV

Da embalagem, da rotulagem e da propaganda

SEÇÃO I

Da Embalagem e da Rotulagem

Art. 33. É obrigatória a aprovação, pelo órgão federal registrante, da embalagem e rotulagem de agrotóxicos e afins, por ocasião do processo de pedido de registro.

§ 1º As embalagens dos agrotóxicos e afins deverão atender aos seguintes requisitos:

- a) devem ser projetadas e fabricadas de forma a impedir qualquer vazamento, evaporação, perda ou alteração de seu conteúdo;
- b) os materiais de que forem feitas devem ser insuscetíveis de ser atacados pelo conteúdo ou de formar com ele combinações nocivas ou perigosas;
- c) devem ser suficientemente resistentes em todas as suas partes, de forma a não sofrer enfraquecimento e a responder adequadamente às exigências de sua normal conservação;
- d) devem ser providas de um lacre que seja irremediavelmente destruído ao ser aberto pela primeira vez, acompanhados de tampa de segurança; e
- e) devem constar em destaque, em alto relevo ou outra forma, informações que determinem o não reaproveitamento das embalagens.

Art. 34. Para os agrotóxicos e afins de classes toxicológicas I, II e III, não será permitido o registro de produtos premidos (aerossóis), exceto os de uso domissanitário, onde a diluição de uso será considerada no estabelecimento das classes de risco.

Parágrafo único. Entendem-se por agrotóxicos e afins, de uso domissanitário, aqueles com finalidade de uso nos domicílios, peridomicílios, edifícios públicos e coletivos e em áreas urbanas.

Art. 35. Não serão permitidas embalagens de venda a varejo para produtos técnicos, sendo que esta forma somente poderá ser fornecida à empresa formuladora.

Art. 36. Só será permitida a utilização de embalagens de vidro para agrotóxicos e afins, quando não existirem no mercado interno embalagens apropriadas e aprovadas pelo órgão federal registrante, ouvidos os órgãos federais responsáveis pelos setores de saúde e meio ambiente.

Art. 37. A embalagem e a rotulagem dos agrotóxicos e afins devem ser feitas de maneira a impedir que sejam confundidas com produtos de higiene, farmacêuticos, alimentares, dietéticos, bebidas, cosméticos ou perfumes.

Art. 38. Deverão constar obrigatoriamente do rótulo de agrotóxicos e afins, conforme modelo do Anexo IV:

I - na coluna central:

- a) marca comercial do produto;
- b) composição quali-quantitativa das formulações, indicadas por seus nomes químicos e comuns, vertidos para o português, ou científicos, internacionalmente aceitos;

- c) porcentagem total dos ingredientes inertes;
- d) quantidade de agrotóxico ou afim que a embalagem contém, expressa em unidades de medida, conforme o caso;
- e) classe e tipo de formulação;
- f) nome e endereço do registrante, fabricante, formulador ou do Importador;
- g) número de registro do produto comercial e sigla do órgão registrante;
- h) número do lote ou da partida;
- i) recomendação em destaque para que o usuário leia o rótulo e a bula antes de utilizar o produto e que a conserve em seu poder;
- j) data de fabricação e de vencimento;
- l) indicações se a formulação é explosiva, inflamável, comburente, corrosiva ou irritante;
- m) os dizeres: "É obrigatório o uso de equipamentos de segurança, proteja-se"; e
- n) classificação toxicológica;

II - na coluna da esquerda:

- a) precauções de uso e advertências quanto aos cuidados de proteção ao meio ambiente; e
- b) instruções de armazenamento do produto, visando sua conservação e prevenção contra acidentes.

III - na coluna da direita.

- a) precauções de uso e recomendações gerais, quanto a primeiros socorros, antídotos e tratamentos, no que diz respeito à saúde humana; e
- b) telefone de 3 (três) dígitos dos centros de informações toxicológicas.

Art. 39. Para efeito de rotulagem, deverão ser observados:

I - data de fabricação e vencimento, constando: mês e ano, sendo que o mês deverá ser impresso com três letras iniciais;

II - rótulo confeccionado em fundo branco e dizeres em letras pretas;

III - rótulo em que conste pictogramas internacionalmente aceitos, dispostos ao longo da faixa de classificação toxicológica, todos em preto com o fundo branco, de acordo com modelo do Anexo IV; e

IV - rótulos confeccionados com materiais, cuja qualidade assegure a devida resistência à ação dos agentes atmosféricos, bem como as manipulações usuais.

Art. 40. Os produtos agrotóxicos e afins deverão ser apresentados com folheto ou bula, aprovados pelo órgão federal registrante.

Art. 41. Deverão constar necessariamente do folheto ou bula, além de todos os dados constantes do rótulo, os que se seguem:

I - instruções de uso do produto, mencionando, no mínimo:

- a) culturas;
- b) pragas, doenças, ervas daninhas e outras finalidades de uso identificadas por nomes comuns e científicos;
- c) dosagens do ingrediente ativo, de forma a relacionar claramente a quantidade a ser utilizada por hectare, por número de plantas ou por hectolitros do veículo utilizado, quando aplicável;
- d) modo de aplicação;
- e) intervalo de segurança, assim entendido como o período de tempo que deverá, transcorrer entre a última aplicação e a colheita, uso ou consumo, a sementeira ou o plantio, e a sementeira ou plantio seguinte, conforme o caso;

- f) intervalo de reentrada de pessoas nas culturas e áreas tratadas;
 - g) limitações de uso;
 - h) informações sobre os equipamentos de aplicação;
 - i) informações sobre os equipamentos de proteção individual a serem utilizados, conforme normas regulamentadoras vigentes; e
 - j) informações sobre o destino final de embalagens e das sobras de agrotóxicos e afins;
- II - dados relativos à proteção da saúde humana:
- a) mecanismos de ação, absorção e excreção para o ser humano;
 - b) efeitos agudos e crônicos; e
 - c) efeitos colaterais;
- III - dados relativos a proteção do meio ambiente; e
- IV - dados e informações adicionais julgadas necessárias pelos órgãos federais responsáveis pela agricultura, saúde e meio ambiente.

SEÇÃO II

Da Propaganda Comercial

Art. 42. Entende-se por clara advertência para os efeitos do artigo 8º da Lei nº 7.802 de 1989, a citação de danos eventuais à saúde e ao meio ambiente, com dizeres, sons e imagens em mesma proporção e tamanho do produto anunciado.

Art. 43. A propaganda comercial de agrotóxicos e afins, comercializáveis mediante prescrição de receita, deverá mencionar expressa referência a esta exigência.

Art. 44. A propaganda comercial de agrotóxicos, componentes e afins, em qualquer meio de comunicação, conterá, obrigatoriamente, clara advertência sobre os riscos do produto a saúde dos homens, animais e ao meio ambiente, e observará o seguinte:

I - estimulará os compradores e usuários a ler atentamente o rótulo e, se for o caso, o folheto, ou a pedir que alguém os leia para eles, se não souberem ler;

II - não conterá:

- a) representação visual de práticas potencialmente perigosas, tais como a manipulação ou aplicação sem equipamento protetor, o uso em proximidade de alimentos ou em presença de criança;
- b) afirmações ou imagens que possam induzir o usuário a erro quanto à natureza, composição, segurança e eficácia do produto, e sua adequação ao uso;
- c) comparações falsas ou equívocas com outros produtos;
- d) indicações que contradigam as informações obrigatórias do rótulo;
- e) declarações de propriedades relativas à inoquidade, tais como seguro, não venenoso, não tóxico, com ou sem uma frase complementar, como: quando utilizado segundo as instruções; e
- f) afirmações de que o produto é recomendado por qualquer órgão do Governo;

III - conterá clara orientação para que o usuário consulte profissional habilitado e siga corretamente as instruções recebidas;

IV - destacará a importância do manejo integrado de pragas; e

V - restringir-se-á, na paisagem de fundo, a imagens de culturas ou ambientes para os quais se destine o produto.

Parágrafo único. O oferecimento de brindes deverá atender, no que couber, as disposições do presente artigo, ficando vedada a oferta de quantidades extras do produto a título de promoção comercial.

SEÇÃO III

Da Destinação Final de Resíduos e Embalagens

Art. 45. É proibida a reutilização de embalagens de agrotóxicos e afins pelo usuário, comerciante, distribuidor, cooperativas e prestadores de serviços.

Parágrafo único. O órgão federal registrante poderá autorizar o reaproveitamento de embalagens de agrotóxicos, seus componentes e afins, pela empresa produtora, ouvidos os demais órgãos federais envolvidos.

Art. 46. O descarte de embalagens e resíduos de agrotóxicos e afins deverá atender às recomendações técnicas apresentadas na bula, relativas aos processos de incineração, enterro e outros, observadas as exigências dos setores de saúde, agricultura e meio ambiente.

Art. 47. No caso de agentes biológicos de controle, os resíduos deverão ser incinerados.

Art. 48. Os agrotóxicos e afins apreendidos por ação fiscalizadora terão seu destino final estabelecido após a conclusão do processo administrativo, a critério da autoridade competente.

Parágrafo único. Os agrotóxicos e afins apreendidos por ação fiscalizadora, quando formulados em desacordo com as especificações constantes do registro, terão seu destino final determinado pela autoridade competente, sendo a execução de inteira responsabilidade da empresa produtora.

CAPÍTULO V

Do armazenamento e do transporte

Art. 49. O armazenamento de agrotóxicos, seus componentes e afins, obedecerá às normas nacionais vigentes, sendo observadas instruções fornecidas pelo fabricante, bem como as condições de segurança explicitadas no rótulo e bula.

Art. 50. O transporte de agrotóxicos, seus componentes e afins deverá se submeter às regras e procedimentos estabelecidos para transporte de produtos perigosos, constantes da legislação específica em vigor.

CAPÍTULO VI

Do receituário

Art. 51. Os agrotóxicos e afins só poderão ser comercializados diretamente ao usuário, mediante apresentação de receituário próprio prescrito por profissional legalmente habilitado.

§ 1º Considera-se usuário toda pessoa física ou jurídica que utilize agrotóxico ou afim.

§ 2º Considera-se legalmente habilitado o profissional que possua formação técnica, no mínimo, de nível médio ou segundo grau, na área de conhecimentos relacionados com a matéria de que trata este regulamento, e esteja inscrito no respectivo órgão fiscalizador da profissão.

Art. 52. A receita referida neste capítulo deverá ser expedida em 5 (cinco) vias, a primeira permanecendo em poder do estabelecimento comercial, a segunda com o usuário, a terceira com o profissional que a prescreveu, a quarta com o Conselho Regional Profissional e a quinta com o órgão estadual competente.

§ 1º A receita deverá ser mantida à disposição dos órgãos fiscalizadores pelo período de no mínimo 5 (cinco) anos, a contar da data da emissão.

§ 2º O estabelecimento comercial deverá remeter até o quinto dia útil do mês subsequente uma via da receita ao Conselho Regional Profissional e outra ao órgão estadual competente.

Art. 53. A receita deverá ser específica para cada problema e deverá conter, no mínimo:

I - nome e endereço completo do técnico responsável, e número de seu registro no Conselho Regional Profissional;

II - nome do consulente, da propriedade e sua localização;

III - diagnóstico; e

IV - recomendação técnica com as seguintes informações:

a) nome do produto comercial que deverá ser utilizado;

b) cultura e área onde será aplicado;

c) dosagens de aplicação e quantidades totais a serem adquiridas;

d) modalidade de aplicação, sendo que no caso de aplicação aérea devem ser registradas as instruções específicas;

e) época de aplicação;

f) intervalo de segurança;

g) precauções de uso;

h) primeiros socorros nos casos de acidentes;

i) advertências relacionadas à proteção do meio ambiente;

j) instruções sobre a disposição final de resíduos e embalagens;

l) orientações quanto ao manejo integrado de pragas;

m) orientação quanto à utilização de Equipamento de Proteção Individual (EPI); e

n) data, assinatura e carimbo do técnico, com indicação do nome, do registro no Conselho Regional Profissional e do CPF.

Parágrafo único. Só poderão ser prescritos produtos com observância das recomendações de uso aprovadas no registro.

Art. 54. Consideram-se como caso excepcional, de acordo com o art. 13 da Lei nº 7.802 de 1989, a prescrição e a venda de agrotóxicos destinados à higienização, desinfecção ou desinfestação de ambientes domiciliares, públicos ou coletivos, ao tratamento de água e ao uso em campanhas de saúde pública.

CAPÍTULO VII

Do controle, da inspeção e da fiscalização

SEÇÃO I

Do Controle de Qualidade

Art. 55. Além das medidas previstas neste regulamento, sempre que se fizer necessário atualizar o processo tecnológico, os Ministérios da Agricultura, da Saúde e do Interior baixarão normas e aperfeiçoarão mecanismos destinados a garantir ao consumidor a qualidade dos agrotóxicos, seus componentes e afins, tendo em vista a identidade, atividade, pureza e eficácia dos produtos.

Parágrafo único. As medidas a que se refere este artigo se efetivarão essencialmente através das especificações de qualidade do produto, do controle de qualidade dos mesmos e da inspeção da produção.

Art. 56. Sem prejuízo do controle e da fiscalização, a cargo dos Poderes Públicos, todo estabelecimento destinado à produção de agrotóxicos, seus componentes e afins, deverá possuir Departamento Técnico de Inspeção de Produção que funcione de forma autônoma em sua esfera de competência, com a finalidade de verificar a qualidade das matérias-primas ou substâncias, os aspectos qualitativos das operações de fabricação e a estabilidade dos agrotóxicos, seus componentes e afins produzidos.

Parágrafo único. É facultado as empresas produtoras de agrotóxicos, seus componentes e afins, realizar os controles previstos neste artigo em institutos ou laboratórios oficiais ou privados, de acordo com a legislação vigente.

SEÇÃO II

Da Inspeção e da Fiscalização

Art. 57. Serão objeto de inspeção e fiscalização, com vistas ao controle, os agrotóxicos, seus componentes e afins, sua produção, os veículos destinados ao transporte, o armazenamento, a comercialização, a utilização, a propaganda comercial, a rotulagem e a disposição final de resíduos e embalagens.

Art. 58. A ação fiscalizadora é da competência:

I - dos órgãos federais responsáveis pelos setores de agricultura, saúde e meio ambiente:

- a) quando os agrotóxicos, seus componentes e afins estiverem em trânsito de uma para outra unidade federativa por vias terrestre, lacustre, fluvial, marítima e aérea, sob controle de órgãos e agentes federais;
- b) quando se tratar de estabelecimentos de produção;
- c) quando se tratar de agrotóxicos, seus componentes e afins, importados ou exportados; e
- d) quando se tratar de coleta de amostras para análise prévia de controle ou fiscal, nos casos de suspeita de fraude que decorram de cancelamento de registro ou interdição dos agrotóxicos, seus componentes e afins, em todo o território nacional.

II - dos órgãos competentes estaduais de agricultura, saúde e meio ambiente:

- a) quando se tratar do uso e consumo dos agrotóxicos e afins na área de jurisdição respectiva;
- b) quando se tratar de estabelecimentos de comercialização, armazenamento e prestação de serviços;
- c) quando se tratar de assuntos relacionados à destinação final de resíduos e embalagens;
- d) quando se tratar de transportes por vias terrestre, lacustre, fluvial, marítima e aérea em suas áreas de competência; e
- e) quando se tratar de coleta de amostras para análise fiscal.

Parágrafo único. A competência de que trata este artigo poderá ser delegada pela União e pelos Estados, ressalvados os casos de indelegabilidade previstos em lei.

Art. 59. As ações de inspeção e fiscalização se efetivarão em caráter permanente e constituirão atividade de rotina dos órgãos responsáveis pela agricultura, saúde e meio ambiente.

Parágrafo único. Quando solicitadas pelos órgãos competentes, deverão as empresas prestar as informações ou proceder a entrega de documentos, nos prazos estabelecidos, a fim de não obstem as ações de inspeção e fiscalização e as medidas que se fizerem necessárias.

Art. 60. A inspeção da produção de agrotóxicos, seus componentes e afins terá em vista, prioritariamente, o processo de fabricação, levando em conta os fatores intrínsecos e extrínsecos, tais como a contaminação das matérias-primas, dos produtos técnicos e do produto formulado, e a qualidade do produto.

Art. 61. A inspeção e a fiscalização serão exercidas por agentes devidamente credenciados pelo órgão central da repartição inspetora ou fiscalizadora.

Parágrafo único. O agente deverá ter formação profissional com habilitação para o exercício de suas atribuições.

Art. 62. Os agentes de inspeção e fiscalização em suas atividades terão atribuições específicas e gozarão das seguintes prerrogativas, dentre outras:

I - dispor de livre acesso aos locais onde se processem, em qualquer fase, a industrialização, o comércio e o transporte dos agrotóxicos, seus componentes e afins;

II - colher amostras necessárias às análises de controle ou fiscal, lavrando o respectivo termo de apreensão;

III - executar visitas rotineiras de inspeções e vistorias para apuração de infrações ou eventos que tornem os produtos passíveis de alteração, das quais lavrarão os respectivos termos;

IV - verificar o atendimento das condições de preservação da qualidade ambiental;

V - verificar a procedência e condições dos produtos, quando expostos à venda;

VI - interditar, parcial ou totalmente, lavrando o termo respectivo, os estabelecimentos industriais ou comerciais em que se realizem atividades previstas neste regulamento, bem como lotes ou partidas dos produtos, em caso de inobservância ou desobediência aos termos da Lei nº 7.802/89, deste regulamento e legislação complementar;

VII - proceder à imediata utilização da unidade do produto, cuja adulteração ou deterioração seja flagrante, e a apreensão e interdição do restante do lote ou partida, para análise fiscal; e

VIII - lavrar os autos de infração para início do processo administrativo previsto neste regulamento.

Art. 63. A inspeção será realizada por meio de exames e vistorias:

I - da matéria-prima, de qualquer origem ou natureza;

II - da manipulação, transformação, elaboração, conservação, embalagem e rotulagem dos produtos;

III - dos equipamentos e instalações do estabelecimento; e

IV - do laboratório de controle de qualidade dos produtos.

Parágrafo único. A inspeção será executada para verificar o cumprimento das disposições aplicáveis ao caso.

Art 64. A fiscalização será exercida sobre os produtos em comercialização, em estabelecimentos produtores e comerciais e em depósitos ou outros locais de propriedade dos usuários, de acordo com as especificações baixadas em ato administrativo.

Parágrafo único. Constatada qualquer irregularidade, o produto será apreendido e submetido a análise fiscal.

Art. 65. Para efeito de análise fiscal, será realizada coleta de amostra representativa do produto, pela autoridade fiscalizadora.

1º A coleta de amostra será realizada em 3 (três) partes, de acordo com técnica e metodologias indicadas em ato administrativo.

2º A amostra deverá ser autenticada e tornada inviolável na presença do interessado, e, na ausência ou recusa deste, de duas testemunhas.

3º Uma parte será utilizada pelo laboratório oficial, outra permanecerá no órgão fiscalizador e a última ficará em poder do interessado para perícia de contraprova.

Art. 66. A análise fiscal será realizada por laboratório oficial, ou devidamente credenciado, com o emprego de metodologia oficial, para identificar ocorrências de fraudes, desobediência à legislação, falsificação e adulteração, observadas pelo Agente Fiscal, desde a produção até a comercialização ou utilização.

Parágrafo único. A metodologia oficial para as análises finais será determinada em ato administrativo pelo órgão federal pertinente.

Art. 67. O resultado da análise fiscal deverá ser informado ao fiscalizador e ao fiscalizado, no prazo máximo de 46 (quarenta e cinco) dias, contados da data da coleta da amostra.

Art. 68. O interessado que não concordar com o resultado da análise poderá requerer perícia de contraprova, arcando com o ônus da mesma.

1º A perícia de contraprova deverá ser requerida dentro do prazo de 10 (dez) dias, contados do recebimento do resultado da análise fiscal.

2º No requerimento de contraprova, o interessado indicará o seu perito, que deverá satisfazer os requisitos legais pertinentes à perícia, sob pena de recusa liminar.

Art. 69. A perícia de contraprova será realizada em laboratório oficial, ou devidamente credenciado, com a presença de peritos do interessado e do órgão fiscalizador, com a assistência técnica do responsável pela análise anterior.

1º A perícia de contraprova não excederá o prazo de 15 (quinze) dias, contados da data de seu requerimento, salvo quando condições técnicas exigirem a sua prorrogação.

2º A parte da amostra a ser utilizada na perícia de contraprova não poderá estar violada, o que será, obrigatoriamente, atestado pelos peritos.

3º Verificada a violação da amostra, não será realizada a perícia de contraprova, sendo finalizado o processo de fiscalização e instaurada sindicância para apuração de responsabilidades.

4º Ao perito interessado será dado conhecimento da análise fiscal, prestadas as informações que solicitar e exibidos os documentos necessários ao desempenho de sua tarefa.

5º Da perícia de contraprova serão lavrados laudos e ata, assinados pelos peritos, sendo arquivados os originais no laboratório oficial ou credenciado, após a entrega de cópias à autoridade fiscalizadora e ao requerente.

6º Se os peritos apresentarem laudo divergente do laudo da análise fiscal, o desempate será feito por um terceiro perito, eleito de comum acordo ou, em caso negativo, designado pela autoridade competente, realizando-se nova análise de amostras em poder do órgão fiscalizador, facultada a assistência dos peritos anteriormente nomeados.

7º Qualquer que seja o resultado da perícia de desempate, não será permitida a sua repetição, tendo o seu resultado prevalência sobre os demais.

Art. 70. A autoridade responsável pela fiscalização e inspeção comunicará ao interessado o resultado final das análises, aplicando as penalidades cabíveis, se verificadas irregularidades.

CAPÍTULO VIII

Das infrações, das sanções e do processo

SEÇÃO I

Das Infrações

Art. 71. Constitui infração, para os efeitos deste regulamento, toda ação ou omissão que importe na inobservância de preceitos nele estabelecidos ou na desobediência às determinações de caráter normativo dos órgãos ou das autoridades administrativas competentes.

§ 1º Responderá pela infração quem a cometer, incentivar a sua prática ou dela se beneficiar.

§ 2º Considera-se causa a ação ou omissão sem a qual a infração não teria ocorrido.

§ 3º Exclui a imputação de infração a causa decorrente de força maior ou proveniente de eventos naturais ou circunstâncias imprevisíveis.

Art. 72. As responsabilidades administrativa, civil e penal, nos casos previstos na Lei, recairão sobre:

I - o registrante que, por dolo ou por culpa, omitir informações ou fornece-las incorretamente;

II - o produtor que produzir agrotóxicos, seus componentes e afins em desacordo com as especificações constantes do registro;

III - o profissional que receitar a utilização de agrotóxicos e afins de forma errada, displicente ou indevida;

IV - o comerciante que efetuar venda de agrotóxicos e afins sem o respectivo receituário ou em desacordo com o mesmo;

V - o empregador que não fornecer ou não fizer a manutenção dos equipamentos de proteção individual do trabalhador ou não proceder à manutenção dos equipamentos destinados à produção, distribuição e aplicação dos agrotóxicos e afins; e

VI - o usuário ou o prestador de serviços que utilizar agrotóxicos e afins em desacordo com o receituário.

Art. 73. São infrações:

I - produzir, manipular, acondicionar, transportar, armazenar, comercializar, importar, exportar e utilizar agrotóxicos, seus componentes e afins em desacordo com as disposições deste regulamento e dos atos normativos que o complementarem;

II - produzir, manipular, comercializar e armazenar agrotóxicos, seus componentes e afins, em estabelecimentos que não estejam registrados nos órgãos competentes;

III - fraudar, falsificar e adulterar agrotóxicos, seus componentes e afins;

IV - alterar a composição ou a rotulagem dos agrotóxicos, seus componentes e afins, sem prévia autorização do órgão registrante;

V - armazenar agrotóxicos, seus componentes e afins, sem respeitar as condições de segurança, quando haja riscos à saúde humana e ao meio ambiente;

VI - comercializar agrotóxicos e afins sem receituário;

VII - emitir ou prestar informações incorretas às autoridades registrantes, fiscalizadoras ou inspetoras;

VIII - utilizar inadequadamente agrotóxicos, seus componentes e afins, bem como não utilizar equipamentos de proteção da saúde do trabalhador;

IX - utilizar agrotóxicos, seus componentes e afins sem os devidos cuidados com a proteção da saúde humana e do meio ambiente;

X - utilizar agrotóxicos e afins em desacordo com o receituário;

XI - dificultar a fiscalização ou inspeção ou não atender às intimações em tempo hábil;

XII - concorrer, de qualquer modo, para a prática de infração ou dela obter vantagem;

XIII - dispor, de forma inadequada, as embalagens ou restos de agrotóxicos, seus componentes e afins;

XIV - receitar erradamente, displicentemente ou indevidamente;

XV - não fornecer ou não fazer a manutenção dos equipamentos de proteção do trabalhador; e

XVI - dar destinação indevida a embalagem, aos restos e resíduos dos agrotóxicos, seus componentes e afins.

SEÇÃO II

Das Sanções Penais

Art. 74. Aquele que produzir, comercializar, transportar, aplicar agrotóxicos, seus componentes e afins, ou prestar serviços na sua aplicação descumprindo as exigências estabelecidas nas leis e nos seus regulamentos, ficará sujeito à pena de reclusão de 2 (dois) a 4 (quatro) anos e multa de 100 (cem) a 1.000 (mil) MVR. Em caso de culpa, será punido com pena de reclusão de 1 (um) a 3 (três) anos e multa de 50 (cinquenta) a 500 (quinhentos) MVR.

Art. 75. O empregador, o profissional responsável ou o prestador de serviços que deixar de promover as medidas necessárias de proteção à saúde e ao meio ambiente, estará sujeito à pena de reclusão de 2 (dois) a 4 (quatro) anos e multa de 100 (cem) a 1.000 (mil) MVR. Em caso de culpa, será punido com pena de reclusão de 1 (um) a 3 (três) anos de multa e 50 (cinquenta) a 500 (quinhentos) MVR.

SEÇÃO III.

Das Sanções Administrativas

Art. 76. Sem prejuízo das responsabilidades civil e penal cabíveis, a infração de disposições legais acarretará, isolada ou cumulativamente, nos termos deste Regulamento, independente das medidas cautelares de embargo de estabelecimento e apreensão do produto ou alimentos contaminados, a aplicação das seguintes sanções:

I - advertência;

II - multa de até 1.000 (mil) vezes o Maior Valor de Referência (MVR), aplicável em dobro em caso de reincidência;

III - condenação de produto;

IV - inutilização de produto;

V - suspensão de autorização, registro ou licença;

VI - cancelamento de autorização, registro ou licença;

VII - interdição temporária ou definitiva de estabelecimento;

VIII - destruição de vegetais, partes de vegetais e alimentos, com resíduos acima do permitido; e

IX - destruição de vegetais, partes de vegetais e alimentos, nos quais tenha havido aplicação de agrotóxicos de uso não autorizado a critério do órgão competente.

SEÇÃO IV

Da Gradação da Pena

Art. 77. Para a imposição da pena e sua gradação, a autoridade competente observará:

I - as circunstâncias atenuantes e agravantes;

II - a gravidade do fato, tendo em vista as suas conseqüências para a saúde humana e o meio ambiente;

e

III - os antecedentes do infrator quanto ao cumprimento das normas agrícolas, sanitárias e ambientais.

Art. 78. Para a imposição da pena e sua gradação, serão levadas em contas as circunstâncias atenuantes e agravantes:

I - são atenuantes:

a) a ação do infrator não ter sido fundamental para a consecução do evento;

b) menor grau de compreensão e escolaridade do infrator;

c) o infrator, por espontânea vontade, procurar minorar ou reparar as conseqüências do ato lesivo que lhe for imputado; e

d) ser o infrator primário, e a falta cometida ser de pequena monta;

II - são agravantes:

- a) ser o infrator reincidente;
- b) ter o infrator cometido a infração visando a obtenção de qualquer tipo de vantagem;
- c) ter o infrator conhecimento do ato lesivo e deixar de tomar as providências necessárias com o fito de evitá-lo;
- d) coagir outrem para a execução material da infração;
- e) ter a infração conseqüência danosa à agricultura, saúde humana e ao meio ambiente;e
- f) ter o infrator agido com dolo, fraude ou má-fé.

1° Havendo concurso de circunstâncias atenuantes e agravantes, a aplicação da pena será considerada em razão das que sejam preponderantes.

2° A reincidência torna o infrator passível de enquadramento na penalidade máxima, e a caracterização da infração como gravíssima.

Art. 79. Quando a mesma infração for objeto de punição em mais de um dispositivo deste regulamento, prevalecerá o enquadramento no item mais específico em relação ao mais genérico.

SEÇÃO V

Da Classificação das Infrações

Art. 80. As infrações classificam se em:

I - leves, aquelas em que o infrator seja beneficiado por circunstância atenuante;

II - graves, aquelas em que for verificada uma circunstância agravante; e

III - gravíssimas, aquelas em que verificada a ocorrência de duas ou mais circunstâncias agravantes.

SEÇÃO VI

Da Aplicação das Sanções Administrativas

Art. 81. A advertência será aplicada nas infrações leves, nos casos de infrator primário, quando o dano possa ser reparado e quando o infrator não tenha agido com dolo ou má-fé.

Art. 82. A multa será aplicada, em ser os casos não compreendidos no artigo anterior, obedecendo à seguinte gradação:

I - de 1 a 200 MVR, nas infrações leves, nos casos em que não decorram conseqüências danosas ou quando o dano possa ser reparado;

II - de 200 a 500 MVR, nas infrações graves, nos casos em que decorra conseqüência danosa irreparável;

III - de 500 a 1.000 MVR, nas infrações gravíssimas.

§ 1° As multas serão agravadas até o grau máximo, nos casos de artifício, ardil, simulação ou embaraço da ação fiscalizadora, levando-se em conta, além das circunstâncias atenuantes ou agravantes, a situação econômico-financeira do infrator.

§ 2° A multa será aplicada em dobro nos casos de reincidência.

Art. 83. A condenação, seguida de apreensão, será aplicada quando o produto não atender às condições e especificações do seu registro.

Art. 84. A inutilização será aplicada nos casos de produto sem registro ou naqueles em que ficar constatada a impossibilidade de lhe ser dada outra destinação ou reaproveitamento.

Art. 85. A suspensão de autorização de uso, de registro ou de licença de produto será aplicada nos casos em que sejam constatadas irregularidades reparáveis ou ocorrências danosas, pendentes de comprovação da responsabilidade do fabricante.

Art. 86. O cancelamento da autorização de uso, de registro ou licença de produto será aplicado nos casos em que não comporte a suspensão de que trata o artigo anterior ou seja constatada fraude de responsabilidade do fabricante.

Art. 87. A suspensão de autorização de funcionamento, de registro ou da licença do estabelecimento será aplicada nos casos de ocorrência de irregularidades ou prática de infrações reiteradas, passíveis, entretanto, de ser sanadas.

Art. 88. O cancelamento de autorização de funcionamento ou licença de estabelecimento será aplicado nos casos de impossibilidade de serem sanadas as irregularidades ou quando constatada a fraude ou má-fé do fabricante.

Art. 89. A interdição temporária ou definitiva de estabelecimento ocorrerá sempre que constatada a irregularidade ou prática de infração reiterada ou quando se verificar, mediante inspeção técnica, a inexistência de condições sanitárias ou ambientais para o funcionamento do estabelecimento.

Art. 90. A destruição de vegetais, parte de vegetais e alimentos será determinada pela autoridade sanitária competente, sempre que apresentarem resíduos acima dos níveis permitidos.

Art. 91. A destruição de vegetais, parte de vegetais e alimentos, nos quais tenha havido aplicação de agrotóxicos e afins de uso não autorizado, será determinada pela autoridade fiscalizadora competente, de cujo ato será lavrado termo, em conformidade com o artigo 98 deste regulamento.

SEÇÃO VII

Do Processo

Art. 92. As infrações à legislação serão apuradas em procedimento administrativo próprio, iniciado com a lavratura de auto de infração, observados o rito e prazos estabelecidos neste regulamento e na legislação federal, estadual ou municipal aplicável.

Art. 93. O procedimento administrativo na esfera federal será instaurado nas atividades de fiscalização dos estabelecimentos de produção, importação e exportação de agrotóxicos, seus componentes e afins, bem como no controle do trânsito interestadual e internacional dos mesmos, sem prejuízo dos casos previstos no artigo 12 da Lei nº 7.802, de 1989.

Art. 94. O procedimento administrativo na esfera estadual e no Distrito Federal será instaurado nas atividades de fiscalização do uso, do consumo, do comércio, do armazenamento e do transporte interno de agrotóxicos, seus componentes e afins, em conformidade com a legislação estadual específica.

Art. 95. O procedimento administrativo na esfera municipal será instaurado nas atividades da fiscalização do uso e do armazenamento de agrotóxicos, seus componentes e afins, em conformidade com a legislação municipal específica.

Art. 96. As normas de procedimento processual administrativo federal, complementares a este regulamento, serão estabelecidas em ato conjunto dos órgãos de agricultura, saúde e meio ambiente, no qual conste:

I - discriminação ao procedimento administrativo complementar sobre auto de infração, defesa, recurso, notificação, prazo e execução; e

II - modelos oficiais do auto de infração e dos termos de condenação, utilização, interdição e destruição.

Parágrafo único. Os modelos de que trata inciso II deste artigo serão padronizados para as áreas de atuação federal, distinguindo-os apenas a menção da sigla do órgão fiscalizador e a numeração própria, a qual terá um código numérico comum que identifique a unidade da federação onde ocorrer a infração.

Art. 97. A imposição de sanção pecuniária pelos Estados, Distrito Federal e Municípios excluirá a exigência do pagamento de multa federal, quando na mesma hipótese de incidência, em valor igual ou superior.

SEÇÃO VIII

Do Auto de Infração

Art. 98. O auto de infração será lavrado pela autoridade federal competente devendo conter:

I - nome do infrator, seu domicílio e residência, bem como os demais elementos necessários à sua qualificação e identificação civil;

II - local, data e hora da infração; e

III - descrição da infração em conformidade com o contido no artigo 73 deste regulamento, e menção do dispositivo legal transgredido.

Art. 99. Procedida a autuação, uma via do auto de infração será entregue ao autuado, outra será encaminhada à repartição do órgão fiscalizador e uma terceira ficará de posse do autuante.

Art. 100. A repartição fiscalizadora expedirá pessoalmente, por via postal ou, quando necessário, por edital, citação do infrator a qual, além dos dados contidos no auto de infração. conterá:

I - penalidade a que está sujeito o infrator e o respectivo preceito legal que autoriza a sua imposição;

II - prazo para o recolhimento da multa quando aplicada; e

III - prazo para interposição de defesa.

Art. 101. A autoridade competente que tiver ciência ou notícia de ocorrência de infração é obrigada a promover a sua apuração imediata, mediante processo administrativo próprio, sob pena de responsabilidade.

Art. 102. As omissões ou incorreções na lavratura do auto de infração não acarretarão nulidade do mesmo, quando do processo constarem os elementos necessários à determinação da infração e do infrator.

SEÇÃO IX

Da Defesa e do Recurso

Art. 103. O infrator poderá apresentar a defesa ao órgão federal local, no prazo de 15 (quinze) dias, a contar da data da citação.

Art. 104. Recebida a defesa ou decorrido o prazo estipulado para a mesma, a autoridade competente proferirá o julgamento, no prazo de 15 (quinze) dias, e, se procedente o auto de infração, a autoridade julgadora expedirá, de ofício, notificação ao autuado, remetendo cópia da decisão, em processo instruído, ao Ministério Público.

Art. 105. Das decisões condenatórias, poderá o infrator, dentro de igual prazo fixado para a defesa, recorrer em única instância ao órgão central da administração federal de agricultura, saúde e meio ambiente.

Art. 106. Os recursos interpostos terão efeito suspensivo somente em relação à destruição de vegetais, partes de vegetais e alimentos.

Art. 107. Após a decisão final, será dada ciência ao autuado, pessoalmente, por via postal ou por edital publicado em órgão oficial de imprensa.

SEÇÃO X

Da Contagem dos Prazos

Art. 108. Na contagem dos prazos estabelecidos neste regulamento, excluir-se-á o dia do início e incluir-se-á o do vencimento, prorrogando-se este, automaticamente, para o primeiro dia útil, se recair em dia que não haja expediente no órgão competente.

§ 1º A prescrição interrompe-se pela citação, notificação ou outro ato da autoridade competente, que objetive a sua apuração e conseqüente imposição de pena.

§ 2º Não corre o prazo prescricional enquanto houver processo administrativo pendente de decisão.

SEÇÃO XI

Da Execução

Art. 109. As decisões definitivas, pelo trânsito em julgado do processo, serão executadas:

I - por via administrativa; e

II - judicialmente.

Art. 110. Será executada por via administrativa:

I - a pena de advertência que será aplicada através de notificação à parte infratora e pela inscrição no registro cadastral;

II - a pena de multa que será aplicada enquanto não inscrita em dívida ativa através de notificação para o pagamento;

III - a pena de condenação de produto que será aplicada após a apreensão com a lavratura de termo de condenação;

IV - a pena de inutilização de produto que será aplicada com a lavratura do competente termo de inutilização;

V - a pena de suspensão de autorização, registro ou licença que será anotada nas fichas cadastrais da repartição competente, expedindo-se notificação oficial;

VI - a pena de cancelamento de autorização, registro ou licença que será anotada nas fichas cadastrais da repartição competente, expedindo-se notificação oficial;

VII - a pena de interdição que será aplicada através de notificação, determinando a suspensão imediata da atividade, com lavratura de termo de interdição no local; e

VIII - a pena de destruição que será aplicada com a lavratura de termo de destruição.

§ 1º As medidas cautelares de embargo de estabelecimento e apreensão do produto ou alimentos contaminados serão executadas com a lavratura de termo correspondente.

§ 2º Não atendida a notificação, a autoridade administrativa poderá requisitar força policial para que as penas previstas nos incisos III, IV, VII e VIII deste artigo, bem como as medidas cautelares previstas no parágrafo anterior, sejam executadas.

Art. 111. Será executada por via judicial a pena de multa após a sua inscrição em dívida ativa, para cobrança do débito, cabendo seu recolhimento ao erário federal, estadual ou municipal, em conformidade com a esfera governamental, sob cuja jurisdição haja sido instaurado o processo.

SEÇÃO XII

Da Divulgação das Sanções Impostas

Art. 112. A autoridade fiscalizadora competente, depois de proferida a decisão final, dará divulgação da mesma através da imprensa local de maior circulação.

Parágrafo único. Nos processos de tramitação na esfera municipal será dada ciência da sua decisão aos Estados e destes e do Distrito Federal à União, nas áreas de agricultura saúde e meio ambiente, para as devidas anotações em cadastro centralizado próprio.

CAPÍTULO VIII

Das disposições finais e transitórias

Art. 113. As empresas detentoras de registro de agrotóxicos organoclorados terão o prazo máximo de 60 (sessenta) dias para se manifestar sobre a sua reavaliação, a contar da publicação deste regulamento.

Parágrafo único. Decorrido o prazo referido no caput deste artigo, sem que haja a manifestação do registrante, dar-se-á o cancelamento automático do registro.

Art. 114. Os serviços prestados pelos órgãos federais de agricultura, saúde e meio ambiente, na execução deste regulamento, serão remunerados de acordo com as legislações específicas de cada órgão, e seu recolhimento se processará na forma que a lei específica de cada setor federal dispuser.

Art. 115. O descumprimento de prazo previsto neste regulamento acarretará responsabilidade administrativa, salvo motivo justificado.

Parágrafo único. A administração pública adotará medidas para a apuração da responsabilidade, nos casos de descumprimento dos prazos.

Art. 116. Os requerimentos apresentados anteriormente à data da publicação da Lei nº 7.802, de 1989, terão prosseguimento em conformidade com a lei vigente à data da sua apresentação, devendo os demais adaptarem-se à lei e a este regulamento.

Art. 117. Fica instituída a Comissão Técnica de Assessoramento para Agrotóxicos, composta por 6 (seis) membros de notório saber a serem indicados pelos órgãos federais responsáveis pelos setores de agricultura, saúde e meio ambiente, a qual será convocada sempre que julgado necessário.

1º Dentre as atribuições da comissão referida no artigo, compete:

I - autorizar o uso emergencial de agrotóxicos e afins no prazo nunca superior a 6 (seis) meses; e

II - estabelecer os critérios para o uso controlado dos agrotóxicos e afins.

2º A comissão terá o prazo máximo de 30 (trinta) dias para emitir parecer conclusivo quanto à autorização de uso emergencial.

Art. 118. As disposições deste regulamento aplicam-se supletivamente aos saneantes domissanitários, como tais definidos no item VII do artigo 3º da lei nº 63.360, de 23 de setembro de 1976, sem prejuízo da legislação que lhes é própria, inclusive de natureza repressiva.

Art. 119. Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 120. Revogam-se as disposições em contrário.

Brasília, 11 de janeiro de 1990; 169º da Independência e 102º da República.

JOSÉ SARNEY

Halley Margon Vaz

Seigo Tsuzuki

João Alves Filho

Rubens Bayma Denys

LEI Nº 9.974, DE 6 DE JUNHO DE 2000.

Altera a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA, faço saber que o CONGRESSO NACIONAL decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art 1º O artigo 6º da Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, passa a vigorar com a seguinte redação:

"Art. 6º"

"I – devem ser projetadas e fabricadas de forma a impedir qualquer vazamento, evaporação, perda ou alteração de seu conteúdo e de modo a facilitar as operações de lavagem, classificação, reutilização e reciclagem;" (NR)

"§ 1º O fracionamento e a reembalagem de agrotóxicos e afins com o objetivo de comercialização somente poderão ser realizados pela empresa produtora, ou por estabelecimento devidamente credenciado, sob responsabilidade daquela, em locais e condições previamente autorizados pelos órgãos competentes." (NR)

"§ 2º Os usuários de agrotóxicos, seus componentes e afins deverão efetuar a devolução das embalagens vazias dos produtos aos estabelecimentos comerciais em que foram adquiridos, de acordo com as instruções previstas nas respectivas bulas, no prazo de até um ano, contado da data de compra, ou prazo superior, se autorizado pelo órgão registrante, podendo a devolução ser intermediada por postos ou centros de recolhimento, desde que autorizados e fiscalizados pelo órgão competente." (AC)

"§ 3º Quando o produto não for fabricado no País, assumirá a responsabilidade de que trata o § 2º a pessoa jurídica responsável pela importação e, tratando-se de produto importado submetido a processamento industrial ou a novo acondicionamento, caberá ao órgão registrante defini-la."(AC)

"§ 4º As embalagens rígidas que contiverem formulações miscíveis ou dispensáveis em água deverão ser submetidas pelo usuário à operação de tríplex lavagem, tecnologia equivalente, conforme normas e técnicas oriundas dos órgãos competentes e orientação constante de seus rótulos e bulas." (AC)

"§ 5º As empresas produtoras e comercializadoras de agrotóxicos, seus componentes e afins, são responsáveis pela destinação das embalagens vazias dos produtos por elas fabricados e comercializados, após a devolução pelos usuários, e pela dos produtos apreendidos pela ação fiscalizadora e dos impróprios para utilização ou em desuso, com vistas à sua reutilização, reciclagem ou inutilização, obedecidas as normas e instruções dos órgãos registrantes e sanitário-ambientais competentes." (AC)

"§ 6º As empresas produtoras de equipamentos para pulverização deverão, no prazo de cento e oitenta dias da publicação desta Lei, inserir nos novos equipamentos adaptações destinadas a facilitar as operações de tríplex lavagem ou tecnologia equivalente." (AC)

Art 2º O *caput* e a alínea *b* do inciso II do art. 7º da Lei nº 7.802, de 1989, passam a vigorar com a seguinte redação:

"Art. 7º Para serem vendidos ou expostos à venda em todo o território nacional, os agrotóxicos e afins são obrigados a exibir rótulos próprios e bulas, redigidos em português, que contenham, entre outros, os seguintes dados:" (NR)

"b) informações sobre os equipamentos a serem usados e a descrição dos processos de tríplex lavagem ou tecnologia equivalente, procedimentos para a devolução, destinação, transporte, reciclagem, reutilização e inutilização das embalagens vazias e efeitos sobre meio ambiente decorrentes da destinação inadequada dos recipientes." (NR)

Art 3º A Lei nº 7.802, de 1989, passa a vigorar acrescido do seguinte art. 12A:

"Art. 12A. Compete ao Poder Público a fiscalização:" (AC)

"I – da devolução e destinação de embalagens vazias de agrotóxicos, seus componentes e afins, de produtos apreendidos pela ação fiscalizadora e daqueles impróprios para utilização ou em desuso;" (AC)

"II – do armazenamento, transporte, reciclagem, reutilização e inutilização de embalagens vazias e produtos referidos no inciso I." (AC)

Art 4º O *caput* e as alíneas *b*, *c* e *e* do art. 14 da Lei nº 7.802, de 1989, passam a vigorar com a seguinte redação:

"Art. 14. As responsabilidades administrativa, civil e penal pelos danos causados à saúde das pessoas e ao meio ambiente, quando a produção, comercialização, utilização, transporte e destinação de embalagens vazias de agrotóxicos, seus componentes e afins, não cumprirem o disposto na legislação pertinente, cabem:" (NR)

"b) ao usuário ou ao prestador de serviços, quando proceder em desacordo com o receituário ou as recomendações do fabricante e órgãos registrantes e sanitário-ambientais;" (NR)

"c) ao comerciante, quando efetuar venda sem o respectivo receituário ou em desacordo com a receita ou recomendações do fabricante e órgãos registrantes e sanitários-ambientais;"

"e) ao produtor, quando produzir mercadorias em desacordo com as especificações constantes do registro do produto, do rótulo, da bula, do folheto e da propaganda, ou não der destinação às embalagens vazias em conformidade com a legislação pertinente;" (NR)

Art 5º O art. 15 da Lei nº 7.802, de 1989, passa a vigorar com a seguinte:

"Art. 15. Aquele que produzir, comercializar, transportar, aplicar, prestar serviço, der destinação a resíduos e embalagens vazias de agrotóxicos, seus componentes e afins em descumprimento às exigências estabelecidas em legislação pertinente estará sujeito à pena de reclusão, de dois a quatro anos, além de multa." (NR)

Art 6º O art. 19 da Lei nº 7.802, de 1989, passa a vigorar com o seguinte parágrafo único:

"Parágrafo único. As empresas produtoras e comercializadoras de agrotóxicos, seus componentes e afins, implementarão com o Poder Público, programas educativos e mecanismos de controle e estímulo à devolução das embalagens vazias por parte dos usuários, no prazo de cento e oitenta dias contado da publicação desta Lei." (AC)

Art 7º (VETADO)

AC = Acréscimo

Brasília, 6 de junho de 2000; 179º da Independência e 112º da República.

FERNANDO HENRIQUE CARDOSO

José Gregori

Marcus Vinicius Pratini de Moraes

José Serra

Alcides Lopes Tápias

José Sarney Filho

DECRETO Nº 3.550, DE 27 DE JULHO DE 2000.

Dá nova redação a dispositivos do Decreto nº 98.816, de 11 de janeiro de 1990, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, ao registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA, no uso da atribuição que lhe confere o art. 84, inciso IV, da Constituição e tendo em vista o disposto nas Leis nº 7.802, de 11 de julho de 1989 e nº 9.974, de 6 de junho de 2000.

DECRETA:

Art 1º Os arts. 33, 38, 41, 45, 48, 58 e 72 do Decreto nº 98.816, de 11 de janeiro de 1990, passam a vigorar com a seguinte redação:

"Art. 33. As embalagens, os rótulos e as bulas de agrotóxicos e afins estão sujeitos à aprovação dos órgãos federais competentes, por ocasião do registro do produto ou da autorização para alteração nas embalagens, rótulos ou bulas.

Parágrafo único. As alterações que se fizerem necessárias em rótulos e bulas decorrentes de restrições, estabelecidas por órgãos competentes dos Estados ou do Distrito Federal, deverão ser comunicadas pelo titular do registro do agrotóxico ou afim aos órgãos federais, no prazo de até trinta dias e, nesse mesmo lapso, encaminhadas cópias dos documentos modificados e aprovados pelo órgão que estabeleceu as exigências." (NR)

f) nome, endereço do registrante, fabricante, formulador, manipulador e importador;

o) os dizeres: RESTRIÇÕES ESTADUAIS E DO DISTRITO FEDERAL: VIDE BULA.

c) orientação para que sejam seguidas as instruções contidas na bula referentes ao destino de embalagens e de produtos impróprios para utilização ou em desuso.

....."(NR)

j) informações sobre os equipamentos a serem usados e a descrição dos processos de triplíce lavagem da embalagem ou tecnologia equivalente;

l) informações sobre os procedimentos para a devolução, destinação, transporte, reciclagem, reutilização e inutilização das embalagens vazias;

m) informações sobre os procedimentos para a devolução e destinação de produtos impróprios para utilização ou em desuso.

III – dados relativos à proteção do meio ambiente e informações sobre os efeitos decorrentes da destinação inadequada de embalagens;

V – restrições estabelecidas por órgão competente do Estado ou do Distrito Federal." (NR)

"Art. 45. Somente empresa produtora de agrotóxicos, componentes ou afins, e mediante aprovação dos órgãos federais intervenientes no processo de registro, poderá efetuar a reutilização de embalagens." (NR)

"Art. 48. Os agrotóxicos, seus componentes e afins apreendidos por ação fiscalizadora terão seu destino final estabelecido após a conclusão do processo administrativo, a critério da autoridade competente, cabendo à empresa produtora e comercializadora a adoção das providências estabelecidas e, ao infrator, arcar com os custos decorrentes.

Parágrafo único. Nos casos em que não houver possibilidade de identificação ou responsabilidade da empresa produtora ou comercializadora, o infrator assumirá a responsabilidade e os custos referentes a quaisquer procedimentos definidos pela autoridade fiscalizadora." (NR)

c) quando se tratar de devolução e destinação adequada de embalagens de agrotóxicos, seus componentes e afins, de produtos apreendidos pela ação fiscalizadora e daqueles impróprios para utilização ou em desuso;

f) quando do armazenamento, transporte, reciclagem, reutilização e inutilização de embalagens vazias e dos produtos apreendidos pela ação fiscalizadora e daqueles impróprios para utilização ou em desuso."(NR)

"Art.72. As responsabilidades administrativa, civil e penal pelos danos causados à saúde das pessoas e no meio ambiente, quando a produção, manipulação, comercialização, utilização, transporte e a destinação de embalagens vazias de agrotóxicos, seus componentes e afins não cumprirem o disposto na legislação pertinente, recairão sobre:

II – o produtor, quando produzir mercadorias em desacordo com as especificações constantes do regime do produto, do rótulo, da bula e da propaganda, ou não der destinação às embalagens vazias em conformidade com a legislação pertinente.

IV – o comerciante, quando efetuar a venda sem o respectivo receituário ou em desacordo com a receita ou recomendações do fabricante e órgãos registrantes e sanitário –ambientais;

VI – o usuário ou o prestador de serviços, quando proceder em desacordo com o receituário ou as recomendações do fabricante e órgãos registrantes e sanitário-ambientais." (NR)

Art 2º O Decreto nº 98.816, de 11 de janeiro de 1990, passa a vigorar acrescido dos seguintes artigos:

"Art. 33-A. As embalagens dos agrotóxicos e afins deverão atender aos seguintes requisitos:

I – devem ser projetadas e fabricadas de forma a impedir qualquer vazamento, evaporação, perda ou alteração de seu conteúdo e de modo a facilitar as operações de lavagem, classificação, reutilização e reciclagem;

II – os materiais de que forem feitas devem ser imunes à ação de seu conteúdo ou insuscetíveis de formar com ele combinações nocivas ou perigosas;

III – devem ser suficientemente resistentes em todas as suas partes e satisfazer adequadamente às exigências de sua normal conservação;

IV – devem ser providas de lacre ou outro dispositivo que seja irremediavelmente destruído ao ser aberto pela primeira vez, acompanhadas da tampa de segurança;

V – as embalagens rígidas deverão apresentar, de forma indelével e preferencialmente no seu fundo, o nome da empresa titular do registro." (NR)

"Art. 33-B. O fracionamento e a reembalagem de agrotóxicos e afins com o objetivo de comercialização somente poderão ser realizados pela empresa produtora, ou por estabelecimento devidamente

credenciado, sob responsabilidade daquela, em locais e condições previamente autorizados pelos órgãos competentes.

I – devem ser projetadas e fabricadas de forma a impedir qualquer vazamento, evaporação, perda ou alteração de seu conteúdo e de modo a facilitar as operações de lavagem, classificação, reutilização e reciclagem;

II – os materiais de que forem feitas devem ser imunes à ação de seu conteúdo ou insuscetíveis de formar com ele combinações nocivas ou perigosas;

III – devem ser suficientemente resistentes em todas as suas partes e satisfazer adequadamente às exigências de sua normal conservação;

IV – devem ser providas de lacre ou outro dispositivo que seja irremediavelmente destruído ao ser aberto pela primeira vez, acompanhadas de tampa de segurança;

V – as embalagens rígidas deverão apresentar, de forma indelével e preferencialmente no seu fundo, o nome da empresa titular do registro." (NR)

"Art. 33-B. O fracionamento e a reembalagem de agrotóxicos e afins com o objetivo de comercialização somente poderão ser realizados pela empresa produtora, ou por estabelecimento devidamente credenciado, sob responsabilidade daquela, em locais e condições previamente autorizados pelos órgãos competentes.

§ 1º Os órgãos federais, integrantes no processo de registro do produto, examinarão os pedidos de autorização para fracionamento e reembalagem após o registro do estabelecimento no órgão competente, na categoria de manipulador e comerciante.

§ 2º Os agrotóxicos e afins comercializados a partir do fracionamento ou de reembalagem deverão dispor de rótulos, bulas e embalagens aprovados pelos órgãos federais.

§ 3º Deverão constar do rótulo e da bula dos produtos que podem sofrer fracionamento ou reembalagem, além das exigências já estabelecidas na legislação em vigor, o nome e o endereço do estabelecimento que efetuou o fracionamento ou a reembalagem.

§ 4º O fracionamento e reembalagem de agrotóxicos e afins, com o objetivo de comercialização será facultado a formulações que se apresentem em estado líquido e para volumes unitários finais previamente autorizados pelos órgãos federais competentes."(NR)

"Art. 33-C. Os usuários de agrotóxicos e afins deverão efetuar a devolução das embalagens vazias, e respectivas tampas, dos produtos aos estabelecimentos comerciais em que foram adquiridos, observadas as instruções estabelecidas nos rótulos e bulas, no prazo de até um ano, contado da data de sua compra.

§ 1º Se, ao término do prazo de que trata o caput, remanescer produto na embalagem, ainda no seu prazo de validade, será facultada a devolução da embalagem no final deste prazo.

§ 2º É facultada ao usuário a devolução das embalagens vazias a qualquer unidade de recebimento credenciada.

§ 3º Os usuários deverão manter à disposição dos órgãos fiscalizadores os comprovantes de devolução de embalagens vazias, fornecidas pelos estabelecimentos comerciais ou pelas unidades de recebimento, pelo prazo de, no mínimo, um ano, após a devolução da embalagem.

§ 4º No caso de embalagens contendo produtos impróprios para utilização ou em desuso, o usuário observará as orientações contidas nas respectivas bulas, cabendo às empresas produtoras e comercializadoras promover o recolhimento e a destinação admitidos pelo órgão ambiental competente.

§ 5º As embalagens rígidas, que contiverem formulações miscíveis ou dispersíveis em água, deverão ser submetidas pelo usuário à operação de tríplice lavagem, ou tecnologia equivalente, conforme orientação constante de seus rótulos e bulas.

§ 6º Os usuários de componentes deverão efetuar a devolução das embalagens vazias aos estabelecimentos comerciais onde foram adquiridos e, quando se tratar de produto adquirido no exterior, incumbir-se de sua destinação adequada." (NR)

"Art. 33-D. Os estabelecimentos comerciais deverão dispor de instalações adequadas devidamente dimensionadas para recebimento e armazenamento das embalagens vazias devolvidas pelos usuários, até que sejam recolhidas pelas respectivas empresas produtoras e comercializadoras, responsáveis pela destinação final destas embalagens.

§ 1º Os estabelecimentos comerciais:

I – deverão disponibilizar unidades de recebimento, cujas condições de funcionamento e acesso não venham a dificultar a devolução pelos usuários, se não tiverem condições de receber ou armazenar embalagens vazias no mesmo local onde são realizadas as vendas dos produtos;

II – farão constar da nota fiscal de venda do produto o endereço para devolução da embalagem vazia e comunicarão ao usuário, formalmente, qualquer alteração no endereço;

III – ficam obrigados a manter à disposição do serviço de fiscalização o sistema de controle das quantidades e dos tipos de embalagens adquiridas e devolvidas pelos usuários, com as respectivas datas das ocorrências." (NR)

"Art. 33-E. As unidades de recebimento de embalagens vazias fornecerão comprovante de recebimento das embalagens onde deverão constar, no mínimo:

I – nome da pessoa física ou jurídica que efetuou a devolução;

II – data do recebimento;

III – quantidades e tipos de embalagens recebidas; e

IV – nomes das empresas responsáveis pela destinação final das embalagens."(NR)

"Art. 33-F. Os estabelecimentos destinados ao desenvolvimento de atividades que envolvam embalagens vazias de agrotóxicos, componentes ou afins, bem como produtos em desuso ou impróprios para utilização, deverão obter licenciamento ambiental." (NR)

"Art. 33-G. As empresas produtoras de agrotóxicos, componentes ou afins são responsáveis pelo recolhimento, transporte e pela destinação final das embalagens vazias, devolvidas pelos usuários aos estabelecimentos comerciais ou às unidades de recebimento, e dos produtos por elas fabricados e comercializados:

I – apreendidos pela ação fiscalizatória;

II – impróprios para utilização ou em desuso, com vistas à sua reciclagem ou inutilização, de acordo com normas e instruções dos órgãos registrante e sanitário-ambiental competentes.

§ 1º As empresas registrantes e produtoras de agrotóxicos e afins podem instalar e manter postos ou centros de recolhimento de embalagens usadas e vazias.

§ 2º As empresas produtoras de componentes estabelecidas no País são responsáveis pelo recebimento e destinação final adequada das embalagens vazias que contiveram produtos por elas.

§ 3º O prazo para recolhimento e destinação final das embalagens pelas empresas registrantes e produtoras é de, no máximo, um ano, a contar data de devolução pelos usuários.

§ 4º Os responsáveis por postos e centros de recolhimento de embalagens vazias deverão manter à disposição dos órgãos de fiscalização sistema de controle das quantidades e dos tipos de embalagens recebidos e encaminhadas à destinação final." (NR)

"Art. 33-H. Quando o produto não for fabricado no País a pessoa física ou jurídica responsável pela importação assumirá, com vistas a reutilização, reciclagem ou inutilização, a responsabilidade pela destinação:

I – das embalagens vazias dos produtores importados e comercializados, após a devolução pelos usuários;

II – dos produtos apreendidos pela ação fiscalizatória e dos impróprios para utilização ou em desuso.

Parágrafo único. Tratando-se de produtoras de equipamentos para pulverização deverão, até 4 de dezembro de 2000, inserir nos novos equipamentos adaptações destinadas a facilitar as operações de tríplex lavagem ou de tecnologia equivalente." (NR)

"Art. 119-A. As empresas produtoras de equipamentos para pulverização deverão, até 4 de dezembro de 2000, inserir nos novos equipamentos adaptações destinadas a facilitar as operações de tríplex lavagem ou de tecnologia equivalente." (NR)

"Art. 119-B. As empresas produtoras e comercializadoras de agrotóxicos, seus componentes e afins deverão:

I – estruturar-se adequadamente para as operações de recebimento, recolhimento e destinação de embalagens vazias e produtos de que trata este Decreto, até 22 de janeiro de 2001;

II – implementar, em colaboração com o Poder Público, programas educativos e mecanismos de controle e estímulo à devolução das embalagens vazias por parte dos usuários, até 4 de dezembro de 2000; e

III – implementar, em colaboração com o Poder Público, medidas transitórias para orientação dos usuários quanto ao atendimento às exigências previstas neste Decreto, enquanto se realizam as adequações dos estabelecimentos comerciais e dos rótulos e bulas." (NR)

"Art. 119-C. As empresas titulares de registro de agrotóxicos ou afins deverão apresentar, até 22 de janeiro de 2001, aos órgãos federais dos setores de agricultura, saúde e meio ambiente, modelo de rótulo e bula atualizados." (NR)

Art 3º Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação.

Brasília, 27 de julho de 2000; 179º da Independência e 112º da República.

FERNANDO HENRIQUE CARDOSO

Marcus Vinicius Pratini de Moraes

Barjas Negri

José Sarney Filho

DECRETO N° 3.828, DE 31 DE MAIO DE 2001

Altera e inclui dispositivos ao Decreto n°98.816, de 11 de janeiro de 1990, que dispõe sobre o controle e a fiscalização de agrotóxicos e dá outras providências.

O PRESIDENTE DE REPÚBLICA , no uso das atribuições que lhe confere o art. 84, inciso IV, da Constituição Federal,

DECRETA:

Art. 1º Os arts. 119-B e 119-C do Decreto nº 98.816, de 11 de janeiro de 1990, passam a vigorar com a seguinte redação:

"Art.119-B....."

I - estruturar-se adequadamente para as operações de recebimento, recolhimento e destinação de embalagens vazias e produtos de que trata este Decreto, até 31 de maio de 2002 .

....." (NR)

Art. 119-C. As empresas titulares de registro de agrotóxicos ou afins deverão apresentar, até 30 de novembro de 2001, aos órgãos federais dos setores de agricultura, saúde e meio ambiente, modelo de rótulo e bula atualizados, atendidas suas diretrizes e exigências." (NR)

Art. 2º O Decreto nº 98.816, de 11 de janeiro de 1990, passa a vigorar acrescido do seguinte artigo:

"Art. 8º-F. As empresas que efetuarem o pedido de registro de matérias-primas, ingredientes inertes e aditivos, conforme previsto no art. 8º-D, poderão os importar, comercializar e utilizar até a conclusão da avaliação do pleito pelos órgãos federais competentes." (NR)

Art. 3º Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação.

Brasília, 31 de maio de 2001; 180º da Independência e 113º da República.

FERNANDO HENRIQUE CARDOSO

Marcus Vinicius Pratini de Moraes

José Serra

José Sarney Filho

7.3 LEGISLAÇÃO SOBRE EMPREGO DE ADITIVOS EM ALIMENTOS

DECRETO Nº 55.871, DE 26 DE MARÇO DE 1965.

Modifica o Decreto nº 50.040, de 24 de janeiro de 1961, referente a normas reguladoras do emprego de aditivos para alimentos, alterado pelo Decreto nº 691, de 13 de março de 1962.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA, usando das atribuições que lhe confere o artigo 87, inciso I, da Constituição Federal, e na conformidade do que estatui a letra " b " do número XV do artigo 5º da Constituição Federal e nos termos da Lei nº 2.312, de 3 de setembro de 1954, regulamentada pelo Decreto nº 49.974-A, de 21 de julho de 1961,

DECRETA:

Art 1º Considera-se alimento, para os fins do presente Decreto a substância destinada a ser ingerida pelo homem e fornecer elementos necessários a seu desenvolvimento e manutenção.

§ 1º Inclui-se as bebidas entre os alimentos.

§ 2º As expressões "generos alimentícios" e "produto alimentícios" são empregados com o mesmo sentido da palavra alimento.

Art 2º Considera-se aditivo para alimento a substância intencionalmente adicionada ao mesmo com a finalidade de conservar, intensificar ou modificar suas propriedades, desde que não prejudique seu valor nutritivo.

Parágrafo único. Excluem-se do disposto neste artigo, os ingredientes normalmente exigidos para o preparo do alimento.

Art 3º Considera-se "aditivo incidental" a substância residual ou migrada, presente no alimento, como decorrência das fases de produção, beneficiamento, acondicionamento, estocagem e transporte do alimento ou das matérias primas nêle empregadas.

Parágrafo único. Os aditivos a que se refere êste artigo não devem exercer efeito sôbre as propriedades do alimento.

Art 4º Os aditivos a que se refere o presente Decreto compreendem:

- 1) Corante - a substância que confere ou intensifica a côr dos alimentos.
- 2) Flavorizante - a substância que confere ou intensifica o sabor e o aroma dos alimentos e aromatizantes a substância que confere e intensifica o aroma dos alimentos.
- 3) Conservador - a substância que impede ou retarda a alteração dos alimentos provocada por microorganismos ou enzimas.
- 4) Antioxidante - a substância que retarda o aparecimento de alteração oxidativa nos alimentos.
- 5) Estabilizante - a substância que favorece e mantém as características físicas das emulsões e suspensões.
- 6) Espumífero e Antiespumífero - a substância que modifica a tensão superficial dos alimentos líquidos.
- 7) Espessante - a substância capaz de aumentar, nos alimentos, a viscosidade de soluções, emunentes e suspensões.
- 8) Edulcorante - a substância orgânica artificial, não glicidia, capaz de conferir sabor doce aos alimentos.
- 9) Umectante - a substância capaz de evitar a perda da umidade dos alimentos.

10) Antiumectante - a substância capaz de reduzir as características higroscópicas dos alimentos.

11) Acidulante - a substância capaz de comunicar ou intensificar o gosto ácido dos alimentos.

Parágrafo único. Para os fins do presente Decreto, a adição de substâncias reveladoras, indicadoras, suplementares, medicamentosas e profiláticas aos alimentos terão seu uso e teor regidos pela legislação específica.

Art 5º Será tolerado o uso do aditivo desde que:

- a) seja indispensável à adequada tecnologia de fabricação;
- b) tenha sido previamente registrado no órgão competente do Ministério da Saúde;
- c) seja empregado na quantidade estritamente necessária à obtenção do efeito desejado, respeitado o limite máximo que vier a ser fixado.

Art 6º Ficam isentos do registro prévio os aditivos incluídos na Farmacopéia Brasileira.

Parágrafo único. É obrigatório constar da rotulagem do aditivo o seu nome, o número de registro ou a declaração: "Segundo a Farmacopéia Brasileira".

Art 7º O emprêgo de novos aditivos dependerá de aprovação pela Comissão Permanente a que se refere o presente Decreto, devendo a solicitação prévia ser instruída com os seguintes elementos:

- a) finalidade do uso do aditivo;
- b) relação dos alimentos aos quais se deseja incorporá-lo;
- c) natureza química e suas propriedades;
- d) documentação científica, com os resultados das provas efetuadas, de ser o mesmo inócuo na quantidade que se propõe usar;
- e) detalhes sobre as medidas a serem tomadas pelo fabricante para o controle do aditivo no alimento, inclusive métodos de análises qualitativa e quantitativa;
- f) nome do tecnologista responsável.

Art 8º É proibido o uso de aditivo em alimentos quando:

- 1) houver evidência ou suspeita de que o mesmo possui toxicidade atual ou potencial;
- 2) interferir sensível e desfavoravelmente no valor nutritivo do alimento;
- 3) servir para encobrir falhas no processamento e nas técnicas de manipulação;
- 4) encobrir alteração ou adulteração na matéria prima ou do produto já elaborado;
- 5) induzir o consumidor a erro, engano ou confusão;
- 6) não satisfazer as exigências do presente decreto.

Art 9º Os alimentos que contiverem aditivos deverão trazer, na rotulagem, a indicação dos aditivos utilizados, explicitamente ou em código, a juízo da autoridade competente, devendo, porém, em ambos os casos, ser mencionada, por extenso, a respectiva classe.

Art 10. Os corantes tolerados pelo presente Decreto compreendem: corantes naturais, caramelo e corantes artificiais.

§ 1º Considera-se "corante natural" o pigmento ou corante inócuo extraído de substância vegetal ou animal.

§ 2º Considera-se "caramelo" o produto obtido, a partir de açúcares, pelo aquecimento e temperatura superior ao seu ponto de fusão e ulterior tratamento indicado pela tecnologia.

§ 3º Considera-se "corante artificial" a substância, corante artificial de composição química definida, obtida por processo de síntese.

Art 11. Nos alimentos contendo corante artificial é obrigatória a declaração "Colorido Artificialmente".

Art 12. Será obrigatório constar da rotulagem do corante: o número do registro; o nome comercial do sinônimo oficialmente reconhecido conforme discriminação deste Decreto e ainda a declaração de que se destina a gêneros alimentícios.

Art 13. Será tolerada a venda de mistura ou solução de, no máximo, três corantes.

Parágrafo único. Deverá constar da rotulagem da mistura ou da solução posta à venda sua composição qualitativa e quantitativa, bem como o número de registro dos corantes componentes.

Art 14. Será tolerado nos alimentos emprêgo de mistura de antioxidantes na dose máxima de 0,02g (dois centigramas) por cento no total, ressalvados os casos previstos na Tabela I, anexa.

Art 15. Os flavorizantes e os aromatizantes tolerados no presente Decreto compreendem: essências naturais, essências artificiais, extratos vegetais aromáticos e flavorizantes quimicamente definidos.

Art 16. Considera-se "essência natural", "oléo essencial", "oléo etéreo" ou simplesmente "essência", o produto aromático, sávido, volátil, sob a forma oleosa, extraído de vegetais.

§ 1º As essências naturais, puras ou em mistura, podem ser apresentadas " *in natura* " ou adicionadas de outras substâncias próprias para uso alimentar, devendo constar da rotulagem a natureza do veículo e a concentração da essência.

§ 2º As essências naturais podem ser privadas de algum de seus componentes, desde que satisfaçam às exigências relativas às essências no que lhes seja aplicável, devendo constar da rotulagem as modificações sofridas.

Art 17. Considera-se "essência artificial" o produto constituído por substâncias artificiais aromáticas, contendo ou não substâncias extraídas de vegetais.

Parágrafo único. As essências artificiais podem ser apresentadas em solução ou adicionadas de outras substâncias próprias para uso alimentar, devendo constar da rotulagem a natureza do diluente e o teor da essência.

Art 18. Considera-se "extrato vegetal aromático" o produto aromático e sávido obtido de plantas ou de partes de plantas.

Art 19. Considera-se "flavorizante quimicamente definido" o principio ativo aromático e sávido, natural ou sintético, quimicamente definido.

Art 20. É proibida, aos flavorizantes, a adição:

- a) de corantes, exceto o caramelo;
- b) de substâncias de efeitos fisiologicos indeterminados;
- c) das seguintes substâncias:

Ácidos minerais; ácidos cianídrico e seus derivados; ácido salicílico, seus sais e seus ésteres; ácidos benzóico seus sais e seus ésteres; ésteres de ácido nitroso; ésteres do ácido nítrico; brometo, cloreto e iodeto de etíla; cloroformio; éter etílico; álcool metílico; nitro benzeno; etileno glicol; di-etileno glicol; di-etileno glicol etil-éter; cumarina e outras substâncias prejudiciais à saúde.

Art 21. Nos alimentos contendo essência artificial ou flavorizante sintético será obrigatório a declaração; "Aromatizado artificialmente".

Art 22. Ficam sujeitos ao presente Decreto os produtos alimentícios importados.

Art 23. Os produtos alimentícios destinados a exportação poderão ser especialmente fabricados de acôrdo com as normas sôbre aditivos do país a que se destinem, devendo, nestas circunstâncias, constar da rotulagem a declaração: "Produto destinado a exportação, não podendo ser vendido no território nacional."

Art 24. Constituí infração passível de sanções prevista na legislação em vigor fabricar, manter em dispósito, expor à venda ou dar ao consumo produtos em desacôrdo com o presente Decreto.

Art 25. Fica instituída uma Comissão Permanente de Aditivos para Alimentos (C.P.A.A.), vinculada ao Ministério da Saúde e integrada por um (1) representante da Comissão Nacional de Alimentação, um (1) representante do Serviço de Inspeção de Produtos Agropecuários e Materiais Agrícolas, um (1) representante do Instituto de Fermentação, um (1) representante do Instituto Adolfo Lutz, um (1) representante do Instituto Dr. Francisco Albuquerque, um (1) representante do Laboratório Central de Contrôle de Drogas, Medicamentos e Alimentos, um (1) representante do Serviço Nacional de Fiscalização da Medicina e Farmácia e um (1) técnico em Bromatologia indicado pela Confederação Nacional da Indústria, sob a presidência do Diretor-Geral do Departamento Nacional de Saúde.

Art 26. Competirá à C.P.A.A. a que se refere o artigo anterior:

- a) dipor sôbre a forma do seu funcionamento;
- b) elaborar e rever a lista dos aditivos cuja adição direta ao alimento seja permitida, fixando os respectivos limites de tolerância e estabelecendo seus padrões de identidade e qualidade;
- c) elaborar e rever a lista dos "aditivos incidentais" fixado o respectivo limite de tolerância e estabelecendo, quando necessário, padrões de identidade e qualidade;
- d) encaminhar suas resoluções e deliberações diretamente para publicação nos órgãos oficiais.

§ 1º As listas a que se refere êste artigo poderão ser revista por iniciativa da C.P.A.A. ou a requerimento da parte interessada.

§ 2º A proposta de modificação, a que se refere o parágrafo anterior, será formulada na conformidade das normas aprovadas pela C.P.A.A.

§ 3º As resoluções da C.P.A.A. serão publicadas nos órgãos oficiais, podendo delas ser dado conhecimento aos interessados mediante circulares.

§ 4º As deliberações da C.P.A.A. produzirão efeito na data da sua publicação em órgão oficial, excetuados os casos em que a própria C.P.A.A. fixar prazo especial.

§ 5º Caberá recurso de decisão da C.P.A.A. a ela endereçado e sôbre o qual a mesma disporá na forma estabelecida em conformidade com a alínea " a " dêste artigo.

Art 27. A C.P.A.A. reunir-se-á no período de fevereiro a novembro de cada ano, ordinariamente duas vêzes por mês, e extraordinariamente desde que convocada por seu presidente, por iniciativa própria ou a requerimento de mais de um têtço de seus membros.

Art 28. Caberá aos diretores das repartições indicadas no artigo 25 designar os respectivos representantes e seus suplentes.

Art 29. Os membros da C.P.A.A. farão jus a gratificação de categoria A, até o máximo de 4 (quatro) reuniões mensais, na forma do Decreto nº 55.090, de 28 de novembro de 1964, correndo as despesas por conta da dotação que couber, do Ministério da Saúde.

Art 30. Ficam mantidos os aditivos constantes das tabelas anexas aos Decretos nº^s 50.040-61 e 691-62 com as alterações introduzidas nas Tabelas, que acompanham o presente Decreto, pela Comissão Permanente, instituída pelo art. 25 do Decreto número 50.040-61.

§ 1º A C.P.A.A. poderá excluir qualquer dos aditivos anteriormente permitidos, incluir novos aditivos ou alterar os limites de adição anteriormente fixados, desde que nova concepção científica ou técnica contrarie convicção estabelecida quanto à sua inocuidade ou limites de tolerância.

§ 2º As alterações a que se refere o parágrafo anterior deverão ser devidamente fundamentadas e o teor dessa fundamentação será levado ao conhecimento dos interessados.

Art 31. A aplicação do presente Decreto incumbe em cada caso às autoridades sanitárias federais, estaduais ou municipais, que aplicarão as sanções decorrentes do seu não cumprimento, nos termos da legislação ordinária vigente.

Art 32. Este Decreto entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Brasília, 26 de março de 1965; 144º da Independência e 77º da República.

H. CASTELLO BRANCO

Raymundo de Britto

ANEXO 1

GEOPROCESSAMENTO

1. INTRODUÇÃO

As técnicas de processamento de imagens de satélite foram utilizadas neste estudo para os seguintes fins:

- Localização dos pontos amostrados;
- Visualização da situação do uso e ocupação das bacias;
- Visualização da cobertura vegetal estudada.

2. METODOLOGIA

A metodologia de trabalho constou das seguintes etapas:

Aquisição das Imagens de Satélite - Foram adquiridas as imagens digitais do sensor multiespectral TM (*Thematic Mapper*) Landsat 7 correspondentes às cenas inteiras das órbitas pontos 223/67 e 223/68, ambas imageadas em 7 de julho de 2001. Utilizando *software* ENVI versão 3.1 as imagens foram processadas e registradas (Registro de Imagens ou Correção Geométrica).

Georeferenciamento - O registro das imagens além de servir para a correção de distorções devidas à geometria de imageamento do sensor TM, é necessária para se obter um produto georeferenciado no qual as informações dos mapeamentos temáticos são então lançadas. O ajuste, correção geométrica, registro ou ainda georeferenciamento da imagem é realizado através de operações matemáticas do tipo funções polinomiais, que são estabelecidas entre a posição do *pixel* na imagem em relação às coordenadas do ponto equivalente num mapa georeferenciado.

Para estabelecer registro das imagens trabalhadas, utilizou-se as bases cartográficas correspondentes às folhas, em escala 1:250.000, MIR-278 (Folha SC.22-X-C), MIR-279 (Folha SC.22-X-D), MIR-303 (Folha SC.22-Z-A), MIR-304 (Folha SC.22-Z-B), MIR-323 (Folha SC.22-Z-C) e MIR-324 (Folha SC.22-Z-D) editadas pelo DSG (Diretoria de Serviço Cartográfico, Ministério do Exército) e pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

Em cada uma das cartas topográficas acima mencionadas, foram selecionados cerca de 10 pontos de controles, homogeneamente distribuídos em cada uma das cartas topográficas e que, simultaneamente, pudessem ser reconhecidos e localizados nas imagens processadas.

Para a execução do registro, selecionou-se somente aqueles pontos que promoviam o menor erro médio de posicionamento (geralmente valores inferiores a

0,5%), dentro da tolerância permitida pela escala da base. As coordenadas geográficas conhecidas, retiradas das bases cartográficas, foram correlacionadas aos pontos equivalentes nas imagens, gerando com este procedimento imagens georeferenciadas utilizando-se o sistema de projeção plana retangular Universal Transversa de Mercator (UTM) referenciadas ao datum SAD 69 (Sistema Geodésico Brasileiro). A transformação das coordenadas foi modelada utilizando um polinômio de 1ª ordem pelo método dos mínimos quadrados, e a reamostragem dos valores digitais (DN's) seguiu o método do vizinho mais próximo.

Mosaico: As duas imagens georeferenciadas foram mosaicadas gerando-se uma imagem única.

Máscara: A partir da imagem mosaicada foi aplicada uma máscara utilizando um shapefile das bacias estudadas.

Ampliação de contraste linear e equalização: A cena selecionada foi submetida a técnicas de realces e então selecionado a composição colorida (RGB) utilizada nos trabalhos. Os processamentos para realce têm como objetivos primordiais a melhoria e o realçamento das propriedades espectrais e espaciais das imagens, através da geração de um produto com valores espectrais mais contrastantes, os quais facilitam a sua interpretação visual.

Dentre as técnicas de realce mais comumente aplicadas foram executados os procedimentos de realce por ampliação linear de contraste seguido de equalização e da geração de composições coloridas RGB. Ambas as técnicas consistem basicamente em aumentar a variância do conteúdo de informação das imagens originais, através de manipulação de seus histogramas, tal que todo o intervalo dinâmico de variação dos valores digitais dos pixels (0 - 255) seja preenchido.

Na ampliação linear de contraste este aumento do intervalo dinâmico resulta numa redistribuição uniforme de todas as classes de valores digitais presentes na imagem.

Na ampliação por equalização, um maior realce é obtido para as classes de pixels mais populosas (região central do histograma), ou seja das classes provavelmente mais importantes, enquanto as classes com menor número de pixels são amalgamadas.

Composição colorida padrão RGB: Consiste na combinação de um conjunto de três bandas individuais (tripletes) com as respectivas cores padrões RGB (R canal vermelho - *red*, G canal verde – *green* e B canal azul - *Blue*) associando-se aleatoriamente uma banda a uma dada cor.

No trabalho aqui apresentado, para efeito de determinação das melhores composições a serem utilizadas, foram consideradas todas as possibilidades de combinação entre três bandas originais do TM-LANDSAT-7. A melhor combinação colorida obtida para utilização na finalidade desejada foi a composição 5R, 4G e 3B (Mapa 2 em anexo), que mais se aproxima da realidade.

Na composição selecionada (5R4G3B), a banda 4 que se caracteriza por apresentar as mais altas reflectâncias da vegetação, foi colocada no canal verde (*Green*). Por esta razão a vegetação aparece nesta combinação em tons verdes, tanto mais intensos quanto maior for a biomassa vegetal (Mapa 2 em anexo).

Classificação Supervisionada MaxVer: Para a classificação da imagem da área estudada foi aplicado o método da máxima verossimilhança onde, a partir da seleção de um número razoavelmente elevado de pixels para cada conjunto de treinamento (classes), foi realizada a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais da imagem. Os conjuntos de treinamento definiram o diagrama de dispersão das classes e suas distribuições de probabilidade, considerando a distribuição de probabilidade normal para cada classe do treinamento. Como resultado da classificação foi obtida uma imagem digital que constitui um mapa de pixels classificados, representados por cores.

Imagem Índice de Vegetação: Neste trabalho a geração de uma imagem índice de vegetação teve o intuito de mostrar a distribuição das diversas formas de vegetação nas bacias estudadas e os contrastes entre as áreas com diferentes percentuais de biomassa (desde as áreas de floresta até as formas mais abertas de cerrado) e outros usos (plantios, pastagens e solo exposto). A razão de bandas consegue realçar a diferença de comportamento espectral dos alvos em algumas bandas. Se observarmos o comportamento da vegetação, do solo e da água (**Figura 1**), verificamos que a resposta da vegetação na banda 4 do sensor TM do LANDSAT, situada na faixa do infravermelho próximo (NIR), é bem maior que na banda 3, na faixa do vermelho (R).

Enquanto isso, o solo tem resposta um pouco maior e a água apresenta mais baixo valor.

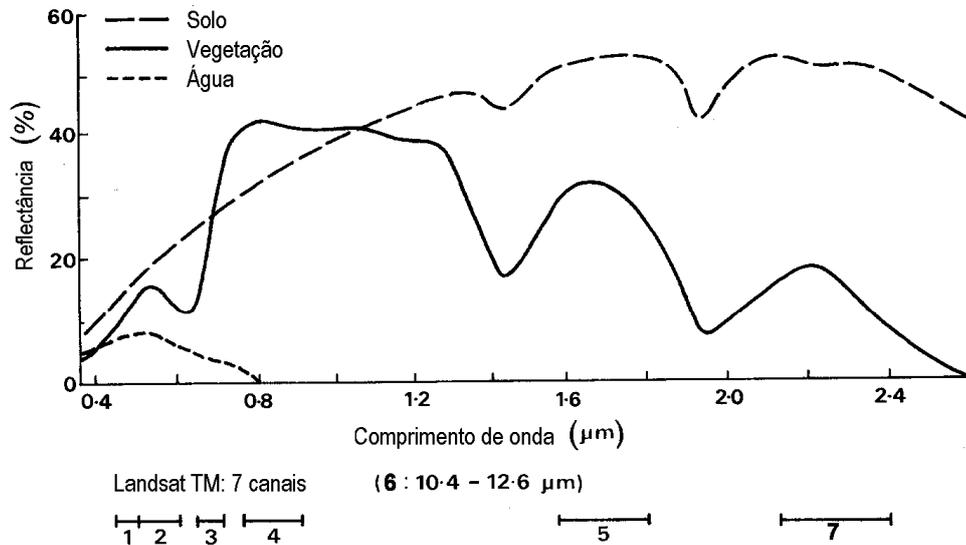


Figura 1 – Comportamento espectral de alvos (solo, vegetação e água).

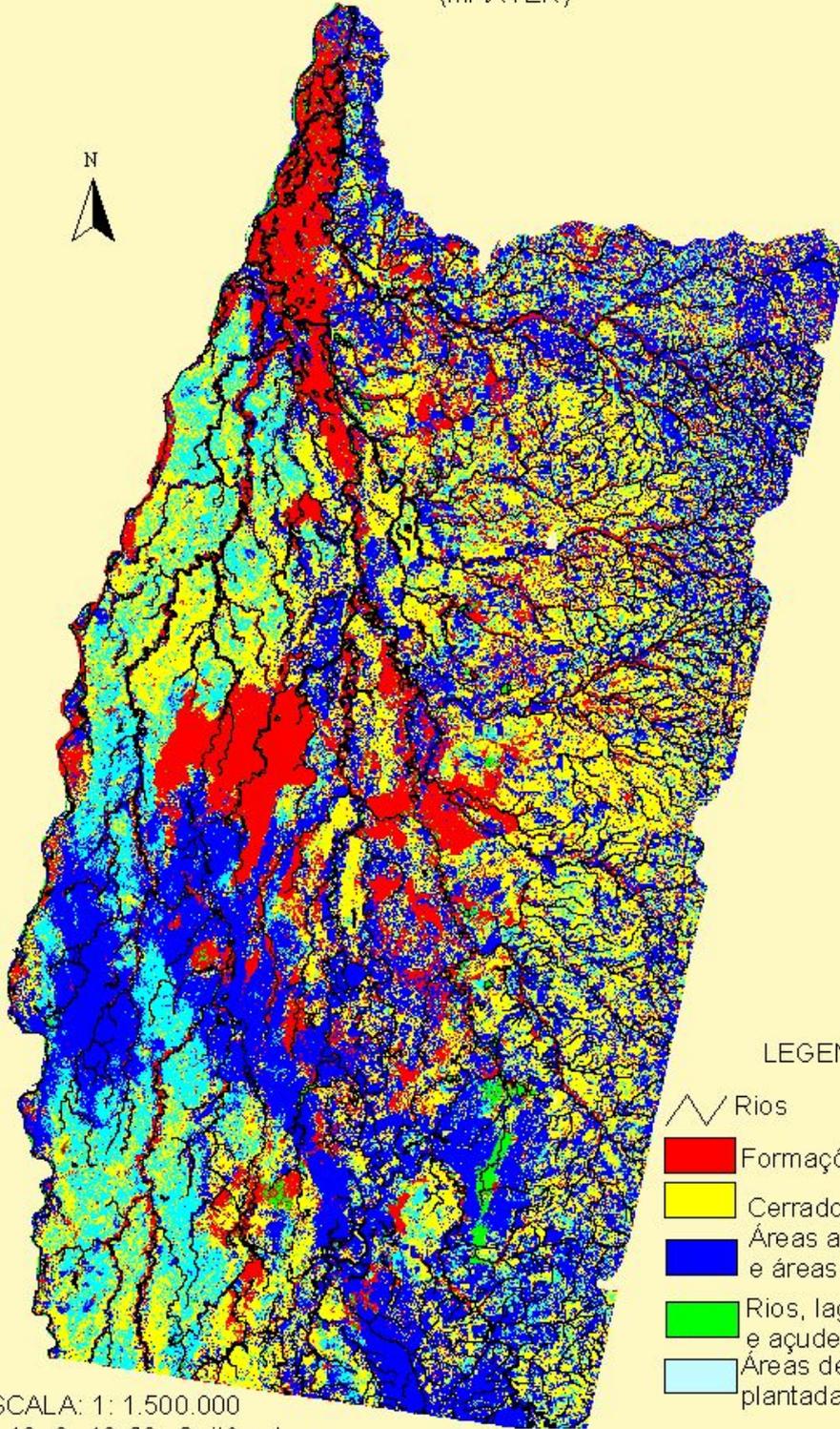
Logo, a razão entre TM4 e TM3 para a vegetação deverá ser bem maior que para o solo, que por sua vez será maior do que para a água. Portanto, é de se esperar que na imagem de razão de bandas TM4/TM3, a vegetação apresente regiões mais claras, o solo um nível de cinza intermediário e a água uma tonalidade escura. Portanto, numericamente teremos:

$$\begin{aligned} \text{Razão_veg} &>> 1 \\ \text{Razão_solo} &> 1 \\ \text{Razão_água} &< 1 \end{aligned}$$

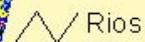
Na banda TM-3 a maior parte da radiação incidente é absorvida devido à presença de pigmentos na folha, enquanto que na TM-4 a alta reflectância e a baixa absorção são decorrentes de um espalhamento interno devido à estrutura interna da folha, mais especificamente do arranjo do mesófilo. A simples razão $((\text{TM4} - \text{TM3})/(\text{TM4} + \text{TM3}))$ entre as duas bandas resultou em uma imagem com diferentes níveis de cinza onde áreas escuras representam os mais altos índices de biomassa (floresta) e as mais claras representam formações mais abertas.

Os mapas com os resultados da Classificação Supervisionada e do Índice de Vegetação são apresentados a seguir:

CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA MÁXIMA VEROSSIMILHANÇA
(MAXVER)



LEGENDA:



Rios



Formações florestais



Cerrado



Áreas agriculturadas
e áreas queimadas



Rios, lagos, represas
e açudes



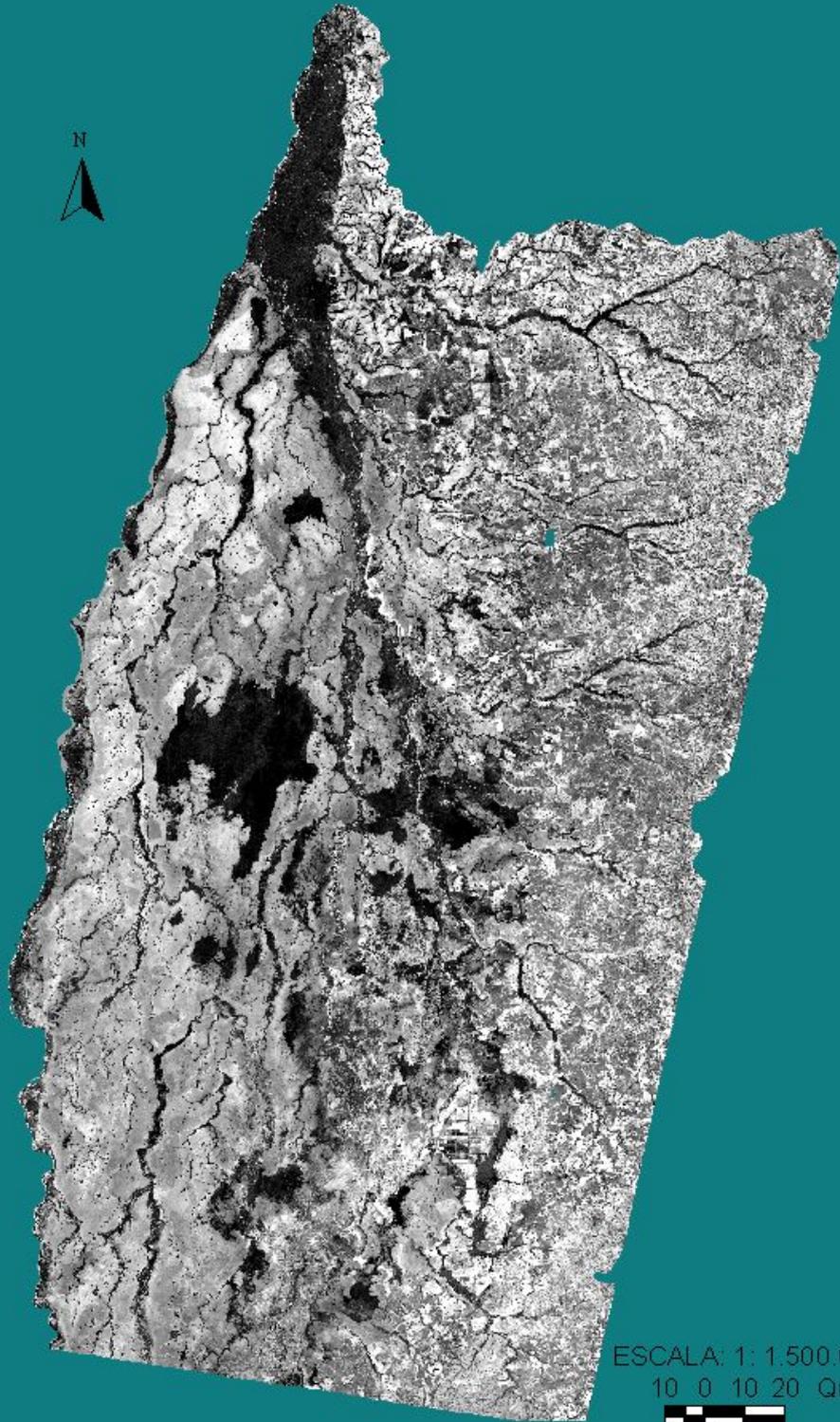
Áreas de pastagem
plantada e ou natural

ESCALA: 1: 1.500.000

10 0 10 20 Quilômetros



IMAGEM ÍNDICE DE VEGETAÇÃO
(Razão entre as Bandas 3 e 4)



ESCALA: 1: 1.500.000
10 0 10 20 Quilômetros

