

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO ESPECIALIZAÇÃO E PERÍCIA E AUDITORIA**  
**AMBIENTAL**

**CARINA BARDINI CADORIN**

**PROCEDIMENTOS DE PERÍCIA AMBIENTAL APLICADOS NA**  
**ATIVIDADE DA RIZICULTURA: AVALIAÇÃO DE IMPACTOS**  
**AMBIENTAIS CAUSADOS PELO USO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS**  
**NA REGIÃO SUL DO ESTADO DE SANTA CATARINA**

**CRICIÚMA, AGOSTO DE 2011**

**CARINA BARDINI CADORIN**

**PROCEDIMENTOS DE PERÍCIA AMBIENTAL APLICADOS NA  
ATIVIDADE DA RIZICULTURA: AVALIAÇÃO DE IMPACTOS  
AMBIENTAIS CAUSADOS PELO USO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS  
NA REGIÃO SUL DO ESTADO DE SANTA CATARINA.**

Monografia apresentada à Diretoria de Pós-graduação da Universidade do Extremo Sul Catarinense- UNESC, para a obtenção do título de especialista em Perícia e Auditoria Ambiental.

Orientador: Prof.(Dr, MSc). Carlyle Torres Bezerra de Menezes.

**CRICIÚMA, AGOSTO DE 2011**

**DEDICATÓRIA:**

Dedico à minha família, a Deus e a todos que me apoiaram em mais esta jornada.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos professores, aos colegas de classe, aos amigos que surgiram e a todos que torceram por mim.

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para a presente e as futuras gerações”

Artigo 225 da Constituição Brasileira

## RESUMO

A cultura do arroz é importante para a economia do país, ocupando uma área de aproximadamente 2,5 milhões de hectares. A utilização da água para irrigação no Brasil tem crescido muito nos últimos anos. O uso de agrotóxicos e fertilizantes de maneira descontrolada vem gerando efluentes altamente tóxicos, podendo contaminar o meio ambiente e o homem.

Em Santa Catarina, a cultura do arroz, tem uma parcela de contribuição para contaminação ambiental dos recursos hídricos, comprometendo a qualidade das águas superficiais e subterrâneas. Este trabalho teve como objetivo, avaliar a atividade rizícola na região sul do Estado de Santa Catarina, além de identificar os impactos ambientais decorrentes da atividade na região, a partir da utilização de instrumentos que podem ser utilizados em uma perícia ambiental.

Foram visitadas 21 propriedades agrícolas, totalizando uma área de 814 hectares de arroz irrigado. Os insumos e defensivos agrícolas mais utilizados pelos produtores são: adubos de formulações NPK, uréia, bem como diversos tipos de agrotóxicos que possuem princípios ativos com potencial para contaminação ambiental.

A valoração do dano ambiental na vegetação ciliar foi estimada com a aplicação do método do DEPRN, permitindo identificar alguns impactos ambientais ocasionados pela rizicultura, simulando a realidade local.

**Palavras-chave:** Agrotóxicos, Impactos ambientais, Contaminação ambiental, Valoração do dano ambiental.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	9
2. OBJETIVOS .....	10
2.1 OBJETIVO GERAL .....	10
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	10
3. JUSTIFICATIVA .....	11
4. ÁREA DE ESTUDO.....	11
4.1 SELEÇÃO DO LOCAL.....	12
5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
5.1 HISTÓRICO DA CULTURA DO ARROZ.....	14
5.2 SISTEMA DE CULTIVO DO ARROZ IRRIGADO.....	15
5.3 IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DA RIZICULTURA.....	18
5.3.1 Lavoura junto às margens dos rios.....	19
5.3.2 Resíduos de agrotóxicos na água.....	19
5.3.3 Drenagem das quadras de arroz na fase de preparo do solo e após a semeadura do arroz.....	19
5.4 USO DE AGROTÓXICOS E SUAS CONSEQÜÊNCIAS.....	20
5.5 CONSUMO DE AGROTÓXICOS NA CULTURA DO ARROZ.....	22
5.6 TRANSPORTE DE AGROTÓXICOS NO AMBIENTE.....	23
5.7 CLASSIFICAÇÃO DOS AGROTÓXICOS.....	26
6. PERÍCIA AMBIENTAL.....	32
7 DIREITO AMBIENTAL.....	33
7.1 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL.....	35

7.1.1 Licenciamento Ambiental.....	37
8. VALOR DO MEIO AMBIENTE.....	40
8.1 VALORAÇÃO DO DANO AMBIENTAL PELO MÉTODO DEPRN.....	41
9. METODOLOGIA.....	44
9.1 APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS.....	44
9.2 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS.....	45
9.3 APLICAÇÃO DO MÉTODO DEPRN PARA VEGETAÇÃO CILIAR.....	45
10. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	46
10.1 ÁREA UTILIZADA PELA ATIVIDADE DA RIZICULTURA NO LOCAL SELECIONADO PARA ESTUDO.....	46
10.2 TIPO DE PRODUTOS QUÍMICOS MAIS USADOS PELOS PRODUTORES.....	46
10.3 PROBLEMAS RELACIONADOS AO USO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS.....	47
10.4 ARMAZENAGEM DOS DEFENSIVOS AGRÍCOLAS E DESCARTE DAS EMBALAGENS.....	47
10.5 ANÁLISE DA VEGETAÇÃO CILIAR E VALORAÇÃO DO DANO AMBIENTAL NA REGIAO DE ESTUDO.....	48
10.5.1 Cálculo do valor de recuperação.....	51
11. CONCLUSÃO.....	54
12. RECOMENDAÇÕES.....	55
REFERÊNCIAS.....	56
ANEXOS.....	59



## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do arroz é importante para a economia do país ocupando uma área de aproximadamente 2,5 milhões de hectares. A utilização da água para irrigação no Brasil tem crescido muito nos últimos anos.

Em Santa Catarina, a cultura do arroz, tem uma parcela de contribuição para a contaminação ambiental dos recursos hídricos, comprometendo a qualidade das águas superficiais e subterrâneas. Dentre os usos e ocupação do solo, que geram impacto ambiental na região da bacia do rio Araranguá, destaca-se a rizicultura. A lavoura arrozeira irrigada é uma grande consumidora de água, chegando a atingir um volume de 15.000m<sup>3</sup> por ano agrícola. O volume de água drenado da lavoura chega a 1.000m<sup>3</sup> por hectare, considerando uma lâmina de água de aproximadamente 10 cm. Essa drenagem gera danos ao ambiente, podendo contaminar os cursos d'água com nutrientes minerais e defensivos agrícolas, favorecendo a eutrofização nos córregos e o desenvolvimento de algas.

Além disso, o aumento da área de lavouras localizadas nas várzeas, pode favorecer a supressão da vegetação ciliar, comprometendo assim, a conservação dessas áreas de preservação permanente. Com o auxílio de métodos de valoração de dano ambiental, pode-se estimar o valor do dano causado e o valor de recuperação da área afetada. Servindo assim, como instrumento de auxílio, para a tomada de providências cabíveis perante os infratores.

Com todos esses fatores agravantes, se faz de extrema importância, a aplicação de procedimentos de perícia ambiental na atividade da rizicultura, a fim de avaliar os impactos decorrentes da atividade no Sul do Estado de Santa Catarina.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 GERAL**

Aplicar procedimentos de perícia ambiental para avaliação de impactos ambientais da atividade da rizicultura, no Sul do Estado de Santa Catarina.

### **2.2 ESPECÍFICO**

- 1) Selecionar a área de estudo;
- 2) Realizar uma revisão bibliográfica sobre uso de defensivos agrícolas e suas conseqüências, métodos de perícia e valoração de dano ambiental;
- 3) Avaliar os impactos ambientais causados pelo uso de defensivos agrícolas no Sul do Estado de Santa Catarina;
- 4) Avaliar as conseqüências do uso de agrotóxicos nos seres humanos e no meio ambiente (com enfoque nos recursos hídricos e na vegetação ciliar);
- 5) Aplicar método DEPRN (Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais/São Paulo), para valoração do dano ambiental à vegetação ciliar.

### 3. JUSTIFICATIVA

A utilização indiscriminada de agrotóxicos nas atividades agrícolas, tem gerado cada vez mais impacto ao meio em que vivemos, interferindo assim, diretamente em nossa qualidade de vida e do meio ambiente.

Atualmente, o Brasil está entre os maiores consumidores de agrotóxicos do mundo, ocupando o quarto lugar do ranking. Estima-se que o país gaste em torno de 6,5 bilhões de dólares por ano com esses produtos químicos.

O trabalho de avaliação dos impactos da atividade rizícola da região, permite fazer uma simulação do impacto ambiental causado pela atividade no meio. Podendo-se avaliar impactos diretos e indiretos causados na água, áreas de preservação permanente, vegetação e na população local.

Na região delimitada para o estudo, praticamente não há trabalhos científicos abordando os impactos da atividade da rizicultura. Com o objetivo de preservar as fontes de informação, não foram nominados os agricultores, que se dispuseram a colaborar na pesquisa, e estão buscando orientação e alternativas para a substituição dos produtos utilizados, partir das informações recebidas sobre os impactos ambientais causados pelos agrotóxicos.

Os dados obtidos possibilitam a criação de planejamento e programas direcionados à gestão ambiental local. Tendo assim, relevada importância no fornecimento de subsídios para execução de planos ambientais e adoção de políticas ambientais locais.

## 4. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende os municípios de Meleiro, Turvo e Ermo, que pertence à microrregião do vale do Araranguá. Esses municípios têm o arroz irrigado como principal cultura e fonte de arrecadação, os municípios também tem plantações de feijão, maracujá, milho, fumo e está investindo na criação de aves.



Fig. 1. Local do estudo. Fonte: [www.ermo.sc.gov.br/](http://www.ermo.sc.gov.br/)

### 4.1 SELEÇÃO DO LOCAL

Com o objetivo de avaliar os possíveis impactos ambientais da atividade e provável supressão da vegetação ciliar, selecionou-se uma área de 650 hectares de rizicultura. A área de estudo se localiza no Sul de Santa Catarina, e capta água de um rio de expressão local para irrigação da lavoura de arroz.

A técnica adotada pelos produtores da região utiliza o maquinário agrícola para o preparo do solo, revolvendo as camadas superficiais para formação de lama e posterior nivelamento e inundação. Essa fase inicial de preparo

geralmente é iniciada entre os meses de julho e agosto.

A sementeira é feita com sementes pré-germinadas em solo inundado, entre os meses de setembro até meados de novembro. A irrigação do arroz é intermitente, ou seja, todos os meses de desenvolvimento da planta, sendo interrompida apenas 120 a 130 dias após a sementeira, fase correspondente ao amadurecimento dos grãos. A cultura também recebe aplicação de herbicidas, fungicidas, inseticidas e adubação conforme as necessidades e desenvolvimento da lavoura.

Entre os pontos 1 e 2 (fig. 3) do recurso hídrico local, avaliou-se a supressão da vegetação ciliar, estimando a valoração do dano ambiental através do método do DEPRN. Adotou-se como base, os 30 metros de mata ciliar estabelecido pela legislação vigente.

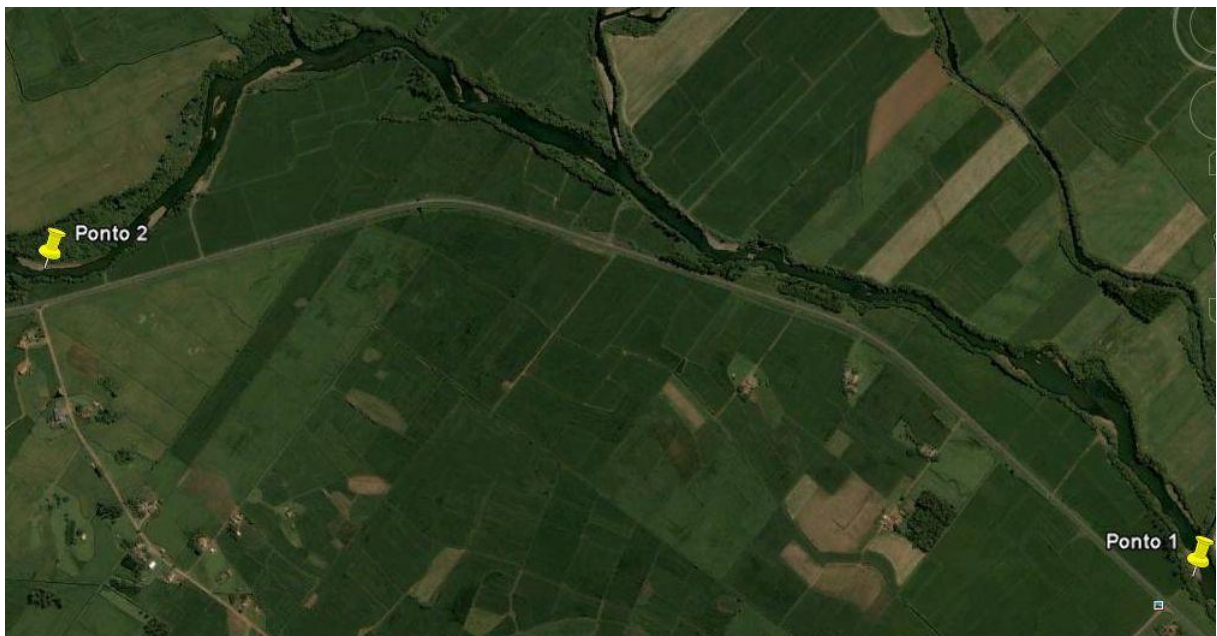


Fig. 2. Pontos de avaliação da mata ciliar.



Fig.3. Área de supressão da vegetação ciliar.

## 5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 5.1 HISTÓRICO DA CULTURA DO ARROZ

Nenhuma outra atividade econômica alimenta tantas pessoas, sustenta tantas famílias, é tão crucial para o desenvolvimento de tantas nações e apresenta mais impacto sobre o nosso meio ambiente. A produção de arroz alimenta quase a metade do planeta todos os dias, fornecendo a maior parte da renda principal para milhões de habitações rurais pobres, pode derrubar governos e cobre 11% da terra agricultável do planeta. (RONALD CANTRELL, 2002 apud EMBRAPA, 2005).

O arroz - gramínea do gênero *Oryza* - é um dos alimentos mais consumidos no mundo, representando a maior fonte de alimento para quase metade

da população mundial. Em 2005, a produção mundial de arroz foi estimada em 618 milhões de toneladas. Nove países asiáticos são responsáveis por 84% do total mundial.

O arroz é originário da Ásia, no sul da China, e é cultivado nesta região há pelo menos sete mil anos. No século VII, foi levado à Europa pelas mãos dos árabes. De lá, chegou ao Brasil por intermédio dos portugueses.

Atualmente, estima-se a área destinada ao plantio de arroz no Brasil em cerca de três milhões de hectares, considerando-se os dois tipos tradicionais de produção: o sequeiro e o irrigado. A produção brasileira em 2007 atingiu o volume de 11.077.200 toneladas (EMBRAPA, 2007).

No caso específico do Estado de Santa Catarina, a rizicultura tem ocupado um lugar de destaque nas últimas décadas. Atualmente, cerca de 140 mil hectares são cultivados por famílias que dependem diretamente dessa atividade como principal fonte de renda. De acordo com dados divulgados em 2006 pelo Ministério Público de Santa Catarina, o plantio de arroz é realizado em 113 municípios e envolve 12 mil famílias. Isto representa, direta e indiretamente, a mobilização de aproximadamente 30 mil trabalhadores. A modalidade de produção orizícola predominante em Santa Catarina é o cultivo irrigado.

## **5.2 SISTEMA DE CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO**

O cultivo de arroz irrigado em Santa Catarina baseia-se, na sua totalidade, no sistema pré-germinado. Este sistema caracteriza-se pela semeadura

de sementes pré-germinadas em solos previamente inundados. No preparo dos mesmos torna-se necessária a formação de lama. O nivelamento e o alisamento são realizados, normalmente, com o solo inundado. A primeira fase do processo de preparação do solo exige que seja trabalhada a camada superficial para a formação de lama. Isto pode ser realizado em solo seco com posterior inundação ou em solo já inundado.

A segunda fase compreende o renivelamento e o alisamento, após a formação da lama, utilizando-se pranchões de madeira, com o intuito de tornar a superfície apta a receber a semente pré-germinada (SOSBAI, 2007).

A semeadura é realizada com uma lâmina d'água de 5 a 10 cm. Após esta etapa, não é recomendada a retirada da lâmina d'água dos quadros de arroz, seja por ocasião da drenagem inicial ou do perfilhamento da planta, independentemente da cultivar (tipo de semente) utilizada. De acordo com as normas técnicas da Sociedade Sul - brasileira de Arroz Irrigado (SOSBAI, 2007), a manutenção de lâmina baixa de água nesta etapa (em torno de 5 cm de espessura) não altera o rendimento do cultivo e a ocorrência de acamamento das plantas de arroz, em relação à realização da drenagem. Além disso, a presença da lâmina d'água contribui para o controle mais efetivo de plantas daninhas e para a redução de perdas de solo e de agrotóxicos aplicados na lavoura.

Entretanto, na época de preparação do solo e implantação das lavouras, constata-se geralmente o aumento da turbidez das águas dos rios situados nas proximidades. Isto pode ser explicado com base na constatação de que muitos produtores esvaziam os quadros de arroz depois da formação do lodo, contrariando assim as normas técnicas.



O período de safra inicia-se entre os meses de julho e agosto de cada ano, com a preparação do solo, e estende-se até os meses de março e abril do ano seguinte, quando o arroz é colhido. O plantio é iniciado geralmente em setembro, e a aplicação de agrotóxicos é realizada vinte dias após o plantio. As descargas mais significativas de agrotóxicos - predominantemente herbicidas e inseticidas - são concentradas, portanto no período de outubro a janeiro. Nos meses subsequentes, as reaplicações dos insumos químicos dependem da ocorrência de novas evidências de pragas, pois existem espécies que podem comprometer a viabilidade da lavoura durante a fase adulta da planta.

Em relação à aplicação dos agrotóxicos, a recomendação técnica indica que a lâmina d'água que recebe os venenos deve permanecer no solo cultivado durante o tempo de carência dos mesmos - em média 30 dias. Durante este período, os quadros não devem ser esvaziados. O produtor deve apenas efetuar a reposição da água para a manutenção da espessura da lâmina que foi recomendada pelos extensionistas.

O arroz irrigado está classificado como uma das culturas mais exigentes em termos de recursos hídricos, pois seu cultivo por submersão no solo necessita em torno de 2.000 litros ( $2\text{m}^3$ ) de água para produzir 1 kg de grãos com casca (EMBRAPA, 2005).

A água utilizada nas lavouras é oriunda de rios, riachos, lagoas, barragens ou de açudes próximos, sendo conduzida por gravidade ou por bombeamento. Nas lavouras, o consumo é estimado entre 7 a 10 mil  $\text{m}^3/\text{ha}/\text{safra}$ , considerando-se o período integral de cultivo, estimado em 4 a 6 meses, desde o preparo inicial do solo no sistema pré-germinado até a colheita. Desse valor deve

ser descontada a precipitação pluvial, que corresponde a cerca de 20 a 40% daquele total (CTAR, 2003).

### **5.3 IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DA RIZICULTURA**

Atualmente, há uma crescente preocupação com a preservação ambiental, a utilização racional dos recursos naturais e qualidade da água. A agricultura moderna é altamente dependente do uso de agroquímicos que auxiliam na obtenção de altas e estáveis produtividades, devido à proteção das culturas contra agentes competidores como plantas daninhas, pragas e moléstias.

O dano ambiental ou ecológico surge da violação a um direito juridicamente protegido, ferindo a garantia constitucional que assegura à coletividade um meio ambiente equilibrado. A degradação ambiental e a conseqüente queda na qualidade de vida foram os fatores que mobilizaram a comunidade internacional contra a crise do ambiente humano.

A degradação ambiental deve ser entendida como o resultado de um conjunto de ações e processos que causam efeitos adversos sobre o ambiente que, não respeitando a sua capacidade de suporte e/ou aptidão, compromete os recursos naturais e, conseqüentemente, a qualidade de vida da população. A atividade agrícola tem contribuído muito para redução dos recursos naturais e da qualidade ambiental no Brasil, seja qual for a área cultivada.

No entanto, a produção de arroz (*Oryza sativa*) - grão que representa a maior fonte de alimento para cerca de metade da população mundial -, destaca-se

nos espaços de planejamento e gestão de políticas de desenvolvimento integrado para o meio rural.

### **5.3.1 Lavouras junto às margens dos rios**

A instalação de lavouras junto às margens dos rios sem observar as faixas de proteção com vegetação ciliar tem como principal impacto o comprometimento das margens, o que facilita a erosão e o assoreamento do leito dos mananciais (EPAGRI, 2003).

### **5.3.2 Resíduo de agrotóxicos na água**

A aplicação de agrotóxicos (herbicidas, inseticidas e fungicidas) pode prejudicar a qualidade das águas, caso não sejam adotadas as medidas corretas na sua utilização. Os resultados do monitoramento da qualidade da água, desenvolvido pela Epagri em parceria com a Embrapa, mostraram a presença de resíduos de alguns agrotóxicos utilizados a lavoura (EPAGRI, 2003).

### **5.1.3 Drenagem das quadras de arroz na fase de preparo do solo e após a semeadura do arroz**

O preparo do solo em lavouras com taipas baixas permite que a água com argila em suspensão seja levada para os rios, acarretando, principalmente, problemas na captação para abastecimento urbano e causando assoreamento dos rios. A drenagem da lavoura após a semeadura do arroz também pode propiciar a erosão de partículas de solo para os cursos de água e afetar a fauna e a flora aquática. Estudos realizados mostram que este tipo de problema é bastante pontual e ocorre no período de implantação das lavouras (EPAGRI, 2003).

## **5.4 USO DE AGROTÓXICOS E SUAS CONSEQÜÊNCIAS**

O sistema produtivo de arroz irrigado é caracterizado pela alta estabilidade da produção, elevadas produtividades devido à irrigação por inundação e ampla utilização de agrotóxicos, os quais são usados com a finalidade de minimizar a competição de agentes como plantas daninhas, insetos e doenças com a cultura (MARCHEZAN et al., 2007), promovendo, dessa forma, maior expressão de seu potencial produtivo.

Os fertilizantes não utilizados pelas plantas terrestres são carreados para o meio aquático, proporcionando um aumento exagerado da disponibilidade de nutrientes. Conseqüentemente, as plantas aquáticas se proliferam e ocupam

grandes áreas, reduzindo assim, a penetração de luz no meio e, por conseguinte a ação fotossintética. Além disso, com o aumento da biomassa, aumenta-se à demanda por oxigênio nos processos de decomposição desta matéria orgânica

A contaminação da água pelo uso de defensivo agrícola acaba por atingir os ecossistemas aquáticos, de forma que, se ela estiver contaminada, pode-se considerar que todos os demais elementos bióticos e abióticos do ecossistema também ficaram contaminados, pois a água está presente em todas as partes.

Como resultante da toxicidade, seletividade, persistência e do uso indiscriminado, os resíduos dos defensivos agrícolas vêm sendo encontrados no meio ambiente, em quantidades cada vez maiores, acumulando-se na cadeia alimentar, podendo chegar até o homem.

Os efeitos perniciosos desses produtos podem atingir o homem de maneira mais direta - a exemplo da exposição ocupacional a que estão sujeitos milhares de trabalhadores rurais -, ou então de maneira indireta, ocasionada tanto pela ingestão de alimentos contaminados, quanto pela exposição à ambientes contaminados. A contaminação do solo, da água e do ar varia em forma e intensidade, afetando seriamente o equilíbrio dos sistemas biológicos.

No caso da exposição humana, de acordo com dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), mais de 500 milhões de pessoas envolvidas com as práticas agrícolas encontram-se hoje em dia diretamente expostos aos efeitos deletérios desses produtos. Desse contingente, cerca de um milhão sofrem com intoxicações agudas, responsáveis por cerca de 20 mil mortes anuais. No Brasil, estima-se que cerca de 13,7 milhões de pessoas permanecem ainda hoje em situação de risco pela via ocupacional. (ARAÚJO *et al.*, 2007)

Os efeitos agudos são aqueles mais visíveis, que aparecem durante ou após o contato da pessoa com o produto e apresentam características bem marcantes. No caso dos agrotóxicos, essas características podem ser espasmos musculares, convulsões, náuseas, desmaios, vômitos e dificuldades respiratórias. Já os efeitos de uma exposição crônica podem aparecer semanas, meses, anos ou até mesmo gerações após o período de uso / contato com tais produtos sendo, portanto, mais difíceis de identificação. Em muitos casos podem até ser confundidos com outros distúrbios, ou simplesmente não relacionados ao agente causador (PERES; MOREIRA; DUBOIS, 2003).

A utilização de agrotóxicos, embora muitas vezes necessária, pode causar contaminação e intoxicação dos trabalhadores e do meio ambiente, sendo a maioria dos casos devido à forma de aplicação sem verificar as normas de segurança.

## **5.5 CONSUMO DE AGROTÓXICOS NA CULTURA DO ARROZ**

A atividade agrícola estabelecida e desenvolvida de forma desordenada ao longo do tempo, tem contribuído em muito para o comprometimento dos recursos naturais e da qualidade ambiental no Brasil, tanto nas áreas de fronteira agrícola, com problemas relacionados ao desmatamento e grandes queimadas, como nas áreas tradicionalmente ocupadas (LUCHIARI et al, 1997).

Como na região sul do País, predomina a forma de cultivo irrigada, a maioria das lavouras se localiza nas proximidades de mananciais, e por exigir uma

aplicação intensiva de insumos químicos, eleva significativamente os riscos de contaminação hídrica.

Devido às características específicas desse sistema de cultivo, a área permanece inundada durante grande parte do ciclo da cultura e a aplicação de produtos químicos é efetuada diretamente sobre a lâmina d'água. Ou seja, neste tipo de cultivo, os métodos de aplicação dos produtos químicos estão diretamente associados às práticas de manejo da água de irrigação (NOLDIN; EBERHARDT, 2005).

A lavoura arrozeira muitas vezes é citada como potencial fonte de contaminação ambiental, pois é um moderno sistema produtivo, o qual se caracteriza pelo amplo uso de água para irrigação por inundação, fertilizantes e agrotóxicos, que são utilizados para minimizar a competição com agentes como plantas daninhas, insetos, e doenças com a cultura, promovendo dessa forma, maior expressão de seu potencial produtivo (NOLDIN et al., 2001).

O uso de uma grande quantidade de água, que depois é parcialmente retornada às fontes naturais, com resíduos deixados pelo cultivo, gera uma transformação nas variáveis ambientais do ecossistema local, podendo gerar impacto sobre o meio ambiente.

A grande preocupação com relação ao uso da água para a irrigação, é que ela é um dos recursos naturais de maior importância estratégica na atualidade e que se transformará em um recurso ainda mais importante no futuro, devido à sua provável escassez, seja na sua quantidade e/ou qualidade.

## 5.6 TRANSPORTE DE AGROTÓXICOS NO AMBIENTE

Os agrotóxicos podem alcançar os cursos e mananciais de água de diferentes formas e/ou vias. Ao serem aplicados nas margens dos rios e córregos, podem cair acidentalmente na água e contaminá-la. Entretanto, o principal mecanismo da contaminação da água é ocasionado pelas águas de escoamento de terras agrícolas (MOTA, 1995).

Esses agrotóxicos podem sofrer diferentes processos como: sorção, degradação biótica e abiótica, absorção pela planta, além de serem transportados por lixiviação e escoamento superficial.

A aplicação de defensivos agrícolas, com o objetivo de melhorar a sua produtividade agrícola, resulta no carreamento de nutrientes, principalmente Nitrogênio, Potássio e Fósforo, para mananciais, através do escoamento superficial ou da infiltração da água. Estes elementos, quando em teores elevados provocam contaminação na água. (MOTA, 1995).

No meio ambiente o movimento das águas representa importante maneira de se transportar os defensivos de um lugar para outro; os rios e as correntes marítimas são capazes de levar a contaminação para locais muito distantes. O principal caminho da contaminação ocorre pela aplicação direta à superfície aquática e sobre as superfícies inclinadas, pelo carreamento de partículas de solos tratados com agrotóxicos pelas águas das chuvas (MARQUES, 2002).

O melhor entendimento da dinâmica dos agrotóxicos, aliados às medidas conservacionistas de solo como: cobertura, manutenção de sua integridade e manejo da irrigação, são importantes ferramentas que visam evitar o transporte dessas moléculas para mananciais hídricos. Ajudando a minimizar o impacto



ambiental da atividade agrícola, não devendo ser considerado de forma isolada e sim de maneira integrada.

A aplicação de defensivos agrícolas, com o objetivo de melhorar a sua produtividade agrícola, resulta no carreamento de nutrientes, principalmente Nitrogênio, Potássio e Fósforo, para mananciais, através do escoamento superficial ou da infiltração da água. Estes elementos, quando em teores elevados provocam contaminação na água (MOTA, 1995).

Os agrotóxicos podem alcançar os cursos e mananciais de água de diferentes formas e/ou vias. Ao serem aplicados nas margens dos rios e córregos, podem cair acidentalmente na água e contaminá-la. Entretanto, o principal mecanismo da contaminação da água é ocasionado pelas águas de escoamento de terras agrícolas (MOTA, 1995).

A biota aquática está sendo constantemente exposta a um grande número de substâncias tóxicas lançadas no ambiente, oriundas de diversas fontes de emissão. E mais: os resíduos de fertilizantes e os agrotóxicos são considerados pelos especialistas como os principais contaminantes oriundos das práticas agrícolas predominantes. Estes produtos, quando aplicados sobre os campos de cultivo, podem atingir diretamente os corpos d'água, através das águas da chuva e também dos sistemas de irrigação; ou indiretamente, por meio do efeito de percolação nos solos e alcançando os lençóis freáticos (ARIAS *et al.*, 2007).

A ação inespecífica destes compostos, que a princípio deveria atingir somente os organismos-alvo ("pragas"), exerce efeitos danosos não só sobre diversas espécies - incluindo o homem e outros seres vivos - como ao próprio ambiente.

Três vias são consideradas como as principais responsáveis pela intoxicação humana por agrotóxicos: a via ocupacional, a via ambiental e a via alimentar. A via ocupacional é caracterizada pela contaminação dos trabalhadores que manipulam diretamente os agrotóxicos. De acordo Peres e Moreira (2003), devido à intensidade e à frequência de contato deste grupo populacional com tais substâncias químicas, a exposição ocupacional é responsável por mais de 80% dos casos de intoxicação. A via ambiental é caracterizada pela dispersão dos agrotóxicos ao longo dos diversos componentes do ambiente: água, ar e solo. Este tipo de exposição compromete a saúde de um número cada vez maior de pessoas e vem sendo considerado de importância decisiva no agravamento do problema. Finalmente, a via alimentar caracteriza-se pela contaminação relacionada à ingestão de produtos contaminados por agrotóxicos. Comparativamente, os impactos sobre a saúde e a qualidade de vida provocados por esta via é menor em decorrência de diversos fatores, a exemplo da concentração de resíduos que permanecem nos produtos, a possibilidade de redução dos agrotóxicos por processos de beneficiamentos dos produtos, o respeito aos períodos de carência, entre outros (PERES; MOREIRA, 2003).

## **5.7 CLASSIFICAÇÃO DOS AGROTÓXICOS**

Os agrotóxicos podem ser divididos quanto ao modo de ação entre sistêmicos e de contato. Os sistêmicos são aqueles que, quando aplicados nas plantas, circulam através da seiva por todos os tecidos vegetais, de forma a se

distribuir uniformemente e ampliar o seu tempo de ação. Os de contato são aqueles que agem externamente no vegetal, tendo necessariamente que entrar em contato com o alvo biológico. E mesmo estes são também, em boa parte, absorvidos pela planta, penetrando em seu interior através de suas porosidades.

Uma lavagem dos alimentos em água corrente só poderia remover parte dos resíduos de agrotóxicos presentes na superfície dos mesmos. Os agrotóxicos sistêmicos e uma parte dos de contato, por terem sido absorvidos por tecidos internos da planta, caso ainda não tenham sido degradados pelo próprio metabolismo do vegetal, permanecerão nos alimentos mesmo que esses sejam lavados. Neste caso, uma vez contaminados com resíduos de agrotóxicos, estes alimentos levarão o consumidor a ingerir resíduos de agrotóxicos (ANVISA, 2008).

Quanto ao poder toxicológico dos agrotóxicos, estes podem ser classificados conforme sua toxicidade. No Brasil, a classificação toxicológica está a cargo do Ministério da Saúde. Todos os produtos devem apresentar nos rótulos uma faixa colorida indicativa de sua classe toxicológica conforme segue:

Classe I- Extremamente tóxicos - Faixa Vermelha

Classe II- Altamente tóxicos - Faixa Amarela

Classe III- Medianamente tóxicos - Faixa Azul

Classe IV- Pouco ou muito pouco tóxicos - Faixa Verde

Tabela 1: Classificação dos compostos químicos citados pelos produtores de arroz da comunidade de Santana – Ermo

Nome Comercial	Composição	Classe Toxicológica	Periculosidade Ambiental	Ação	Dosagem e observações
Ally	Metsulfurom metílico	I – faixa vermelha	III- perigoso ao ambiente	Herbicida seletivo e sistêmico.	3,3g/há. Formulação granulada dispersível.
Basagran (bentazona)	3-isopropyl-1H-2,1,3-	I- faixa vermelha	III- perigoso ao ambiente	Herbicida seletivo de ação não	1,2L/há Formulação concentrado

	benzothiadiazin-4(3H)-one-2,2-dioxide			sistêmico	solúvel.
Mertin	Hidróxido de fentina	I – faixa vermelha	II – muito perigoso ao ambiente	Fungicida de contato do grupo químico: Organoestânico	150-200ml/há. Formulação suspensão concentrada
Rondap	glifosato	IV – faixa verde	III- perigoso ao ambiente	Herbicida não seletivo de ação sistêmica	1-5L/há. Formulação concentrado emulsionável
Ricer	penoxsulam.	II – faixa amarela	III – perigoso ao ambiente	Herbicida seletivo, de ação sistêmica	150-200ml/há. Formulação suspensão concentrada.
Aurora	carfentrazone etílica	II- faixa amarela	II - muito perigoso ao ambiente	Herbicida de ação não sistêmica	100- 125ml/há. Formulação concentrado emulsionável.
Arrivo	cipermetrina	I – faixa vermelha	III – perigoso ao ambiente	Inseticida de contato e ingestão.	50-75ml/há. Formulação concentrado emulsionável.
Nativo	Trifloxistrobina + tebuconazol	III – faixa verde	II – muito perigoso ao ambiente	Fungicida mesosistêmico e sistêmico.	Formulação suspensão concentrada.

Tabela 1. Classificação dos agrotóxicos. FONTE: <http://www.seab.pr.gov.br>

## 5.8 RECOMENDAÇÕES PARA A PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO COM BAIXO IMPACTO AMBIENTAL

Com o objetivo de minimizar os impactos causados pela atividade da rizicultura, são recomendadas as seguintes atividades:

### a) Armazenagem de água

Os produtores, cujas lavouras estão localizadas em áreas com escassez de água devem, de forma individualizada ou coletiva, armazenar a quantidade de

água necessária para a condução da lavoura. A armazenagem pode ser feita em açudes ou represas. Para maior eficácia desta prática, é fundamental a existência de um bom sistema de entaipamento, taipas de 30 a 50 cm de altura, na lavoura.

A antecipação da inundação dos quadros, aproveitando a água das chuvas ou dos rios em época de baixa demanda, contribui para diminuir a captação de água durante as épocas de escassez (EPAGRI, 2003).

### **b) Preservação da vegetação ciliar**

A manutenção da vegetação ciliar juntos aos rios e riachos, é importante para a preservação das margens e para a manutenção da biodiversidade no ambiente. A preservação da vegetação junto às nascentes dos rios e as encostas contribuem de forma decisiva para a disponibilidade de água na bacia hidrográfica. A instalação de lavoura junto às margens dos rios favorece o desbarrancamento das margens e o assoreamento dos leitos (EPAGRI, 2003).

### **c) Entaipamento da lavoura**

Recomenda-se que as taipas tenham uma altura mínima de 30 cm. Isto facilita a manutenção da lâmina de água na lavoura e reduz os riscos de perdas (transbordamento) na fase de preparo do solo e após a aplicação de agrotóxicos e adubos. Assim, o investimento a ser feito na melhoria do entaipamento irá diminuir a probabilidade de contaminação dos mananciais de água (EPAGRI, 2003).

**d) Queima da resteva**

A queima da resteva após a colheita reduz a quantidade de matéria orgânica no solo e aumenta a poluição do ar. Recomenda-se que toda a resteva seja incorporada ao solo (EPAGRI, 2003).

**e) Preparo do solo**

O preparo adequado do solo, principalmente com um bom nivelamento e alisamento, reduz a incidência de plantas daninhas e de pragas como bicheira-da-raiz. Conseqüentemente, reduz a necessidade de utilização de agrotóxicos como herbicidas e inseticidas (EPAGRI, 2003).

**f) Inundação constante**

A manutenção da água nos quadros após a semeadura do arroz reduz o uso de água pela cultura, a erosão do solo e a infestação de plantas daninhas, especialmente o arroz-vermelho. Esta prática deve ser executada com cuidado nas áreas sujeitas a ventos, pois pode acarretar amontoa de semente após a semeadura (EPAGRI, 2003).

**g) Manejo da água após a aplicação de agrotóxicos**

A manutenção da lâmina de água nos quadros por um período mínimo de

30 dias após a aplicação de agrotóxicos é de fundamental importância para minimizar os riscos de contaminação dos rios. Durante este período, o produtor deve manter as saídas de água fechadas e efetuar apenas a reposição para a manutenção da lâmina de água. O bom entaipamento da lavoura também contribuirá para reduzir os riscos de carreamento dos agrotóxicos para os rios, no caso de ocorrerem chuvas intensas (EPAGRI, 2003).

#### **h) Uso adequado dos agrotóxicos**

Sempre que houver necessidade da utilização de agrotóxicos, o produtor deve procurar a orientação de um profissional habilitado. Nesse sentido, deve utilizar produtos com menor toxicidade. É proibida a utilização de produtos não registrados ou não recomendados para a cultura (EPAGRI, 2003).

#### **i) Não aplicar herbicidas em benzedura em pré-semeadura**

A aplicação de herbicidas em benzedura antes da semeadura do arroz implica na necessidade de troca de água da lavoura para a semeadura do arroz. Para evitar a contaminação da água com resíduos de agrotóxicos, recomenda-se que este método de controle de plantas daninhas não seja utilizado (EPAGRI, 2003).

### **j) Descarte de embalagens de agrotóxicos**

A legislação atual estabelece que todas as embalagens vazias de agrotóxicos devem ser submetidas à tríplice lavagem e devolvidas ao local onde o produto foi comprado, no prazo máximo de um ano. A lavagem deve ser feita imediatamente após o esvaziamento do frasco e a água oriunda da lavagem das embalagens deve ser utilizada na pulverização. Nenhuma embalagem de agrotóxico deve ser descartada em lixo comum, nem tampouco enterrada, queimada, jogada na lavoura ou nos rios (EPAGRI, 2003).

## **6. PERÍCIA AMBIENTAL**

Os conflitos advindos da crescente concentração populacional aliados a um modelo de desenvolvimento econômico que compromete o equilíbrio ecológico e, conseqüentemente, a qualidade de vida dos cidadãos, têm gerado demandas judiciais cada vez mais complexas envolvendo questões ambientais (CUNHA; GUERRA, 2002).

O esforço de se proteger o meio ambiente e solucionar esses conflitos, que na maioria das vezes resultam num alto custo ambiental e social, tem demandado, nos últimos anos, a construção de teorias, princípios, métodos e instrumentos inovadores tanto na área de Direito quanto nas diversas áreas do conhecimento relacionadas com a questão ambiental (CUNHA; GUERRA, 2002).

Inclusa neste processo, encontra-se a “Perícia Ambiental”, uma importante especialidade de perícia, relativamente nova no Brasil, mas que tem



evoluído consideravelmente nos últimos anos, principalmente devido ao aprimoramento da legislação ambiental (CUNHA; GUERRA, 2002).

Consiste em uma atividade complexa, exigindo prática multidisciplinar de profissionais qualificados para a solução de questões ambientais.

Existem diversas modalidades de perícia, que se definem pelas especificidades do objeto a ser periciado e pela área de conhecimento que as fundamentam. Entre as quais podemos citar a perícia grafológica, contábil, médica, veterinária, de engenharia, entre outras.

A perícia ambiental é regida pelo *Código de Processo Civil*, como as demais modalidades de perícia, e prevista nos artigos “420 a 439 da Seção VII – Da Prova Pericial” (CAPÍTULO VI – DAS PROVAS). É também um meio de prova utilizado em processos judiciais, sempre que na averiguação da verdade faz-se necessária a atuação de profissionais com conhecimento técnico- científico especializado, que irá atender a demandas específicas advindas das questões ambientais, onde o principal objeto é o dano ambiental ocorrido, ou risco de sua ocorrência.

E, em razão da especificidade das questões ambientais, esta atividade deve ser amparada na Legislação Ambiental vigente em níveis federal, estadual e municipal.

## 7. DIREITO AMBIENTAL

Nessa parte, serão abordadas questões relacionadas com Direito Ambiental, englobando a Legislação Nacional, os órgãos e as competências legais nas questões ambientais.

Segundo Georges Kaskantzis, o Direito Ambiental pode ser definido como: “conjunto de princípios, institutos ou normas sistematizadas para disciplinar o comportamento humano, objetivando proteger o meio ambiente”.

Na área do direito ambiental existem princípios norteadores para a aplicação da legislação ambiental:

- a) **Princípio da Prevenção ou Precaução:** Este é o maior e mais importante ordenamento jurídico ambiental, considerando que a prevenção é o grande objetivo de todas as normas ambientais, uma vez que, desequilibrado o meio ambiente a reparação é na maior parte das vezes uma tarefa difícil e dispendiosa. Os instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (Licenciamento, EIA, zoneamento) estão fundados nesse princípio.
- b) **Princípio da Cooperação:** Significa dizer que todos, o Estado e a Sociedade, através de seus organismos, devem colaborar para a implementação da legislação ambiental, pois não é só papel do governo ou das autoridades, mas de cada um de nós.
- c) **Princípio da Publicidade e da Participação Popular:** Importante afirmar que não existem segredos em questões ambientais, pois afetam a vida de todos. Tudo deve ser feito, principalmente pelo

Poder Público, com a maior transparência possível, e de modo a permitir a participação na discussão de projetos e problemas dos cidadãos de um modo geral.

- d) **Princípio Poluidor-pagador:** Apesar de um princípio lógico, pois quem estraga deve consertar, infelizmente ainda não é bem aceito na prática, ficando para o Estado esta obrigação de recuperar e para a sociedade o prejuízo, e para o mau empreendedor somente o lucro.
- e) **Princípio *Indúbio pro natura*:** É uma regra fundamental da legislação ambiental, que leva para a preponderância do interesse maior da sociedade em detrimento de um interesse individual e menor do empreendedor ou de um dado projeto.

## 7.1. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

Do conteúdo compreendido de alcance da legislação integrante do Direito Ambiental, encontram-se normas de diversos ramos da ciência jurídica, Custódio (1993) esclarece:

“Assim é que pela própria evidência dos elementos integrantes do meio ambiente, o conteúdo e o alcance da legislação protecional correlata ora integram normas, notadamente de *Direito Urbanístico*, com sua legislação de uso e ocupação do solo, do *Código Florestal*”, das *Leis de Proteção da Fauna e da Flora*, do *Código das Águas* com legislação complementar, ora se relacionam, direta ou indiretamente, com normas do *Estatuto da Terra* (Código Rural), do *Código de*

*Mineração, do Código Civil (Direito das Coisas – Direito da Propriedade), do Código da Saúde Pública, do Código de Defesa do Consumidor, Código Tributário, Código Penal, Direito Administrativo, Direito Econômico, dentro outros ramos do Direito.”*

A legislação ambiental, apresenta conceitos e definições a serem considerados na delimitação da área de conhecimento da Perícia Ambiental.

Milaré (1993) destaca três marcos importantes da resposta que o ordenamento jurídico tem dado pela tutela do meio ambiente.

O primeiro foi a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981; o segundo, a promulgação da Lei nº 7.347, de 27 de julho de 1985; o terceiro, a edição da nova Constituição Federal, de 05 de outubro de 1988, que deu a questão ambiental significativo impulso.

A Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, instituiu A Política Nacional do Meio Ambiente, foi alterada através da Lei nº 7.804/89.

Essa Política tem como principal objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental, visando assegurar condições de desenvolvimento sócio econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana. E ainda tem como princípios:

- I. Ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o Meio Ambiente como um patrimônio público;
- II. Racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;
- III. Planejar e fiscalizar o uso dos recursos ambientais;
- IV. Proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;
- V. Controle e zoneamento das atividades potenciais ou efetivamente poluidoras;

- VI. Incentivar o estudo e a pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;
- VII. Acompanhamento do estado de qualidade ambiental;
- VIII. Recuperação de áreas degradadas;
- IX. Proteção de áreas ameaçadas de degradação;
- X. Educação Ambiental em todos os níveis de ensino;

Esta Lei ainda prevê sanções administrativas aplicáveis pelos órgãos de controle e fiscalização ambientais locais.

A organização do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) é embasada nessa Lei com os órgãos superiores (Conselho do Governo); órgãos consultivos deliberativos (CONAMA); órgão central (Ministério do Meio Ambiente); órgão executor (IBAMA); órgãos setoriais (federais); órgãos seccionais (estaduais); órgãos (municipais).

### **7.1.1 Licenciamento Ambiental**

O licenciamento Ambiental é o ato administrativo realizado pelo órgão ambiental competente, sendo federal, estadual ou municipal, para licenciar a instalação, ampliação, modificação e operação de atividades e empreendimentos que utilizam os recursos naturais, ou seja, atividades potencialmente poluidoras ou causadores de degradação ambiental.

O licenciamento ambiental consiste em três etapas:

- I. A Licença Prévia (LP), a qual é solicitada durante o planejamento da implantação, alteração ou ampliação do empreendimento, não

autorizando o início das obras, tendo validade de dois anos, caso o prazo não seja cumprido, deve-se fazer uma nova licença prévia;

- II. A Licença de Instalação (LI), a qual aprova os projetos e autoriza o início das obras;
- III. A Licença de Operação (LO), a qual autoriza o início do funcionamento do empreendimento, tendo a validade definida de acordo com as intenções do empreendedor e as exigências da Organização Estadual do Meio Ambiente (OEMA), sendo atualmente a validade por o máximo quatro anos.

Em uma atividade irrigada, o pedido de qualquer licença deve estar de acordo com a fase que se encontra a atividade: projeto, obra, operação ou ampliação, mesmo que não se tenha obtido Licença anterior prevista na Lei.

No caso da rizicultura, o processo de licenciamento ambiental está previsto na legislação Federal, pela Resolução 237 de 1997 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Em Santa Catarina, a Fundação de Meio Ambiente (FATMA) é a instituição responsável pela concessão do licenciamento rural aos produtores.

Em junho de 2003, foi firmado um Protocolo de Intenções entre o Ministério Público do Estado de Santa Catarina (MPSC), o Governo do Estado, a Assembléia Legislativa, a Federação Catarinense dos Municípios (FECAM) e uma dezena de entidades ligadas aos setores produtivos. Este protocolo está centrado na articulação das várias entidades governamentais e não-governamentais, com o propósito de buscar a proteção, a reparação do dano e o licenciamento ambiental, em todo o Estado, das atividades agrícolas de rizicultura, consideradas

potencialmente causadoras de degradação ambiental, buscando, ainda, adequar às propriedades rurais já implantadas à legislação ambiental.

Para isto, foi prevista a aplicação de dois termos de ajustamento de conduta (TAC), ambos com validade de dois anos (cada um), envolvendo o Ministério Público do Estado de Santa Catarina (MPSC) e as várias entidades envolvidas com a atividade orizícola, prevendo a obrigatoriedade do licenciamento ambiental para projetos de rizicultura irrigada. O primeiro TAC foi assinado em 2003 e compreendeu o período das safras de 2003/2004 e 2004/2005. O segundo foi assinado no ano de 2006, compreendendo as safras 2006/2007 e 2007/2008.

Porém, tanto o Protocolo de Intenções, quanto estes Termos de Ajuste de Conduta fazem parte de um conjunto de medidas adotadas pelo MPSC e pelos órgãos públicos encarregados da proteção ambiental.

De acordo com a legislação brasileira, os agrotóxicos só podem ser comercializados por meio do receituário agrônomo prescrito por profissionais habilitados. Além disso, as embalagens vazias dos produtos devem ser devolvidas pelos produtores aos estabelecimentos onde os produtos químicos foram adquiridos, aos responsáveis, pelos quais, caberá adotar as providências cabíveis a uma destinação adequada.

No Brasil, a regulamentação do uso de agrotóxicos é realizada pelos Ministérios da Agricultura, Saúde e Meio Ambiente. No caso do arroz irrigado, do ponto de vista de Noldin e Eberhardt (2005), após a obtenção do registro de uso pela empresa interessada junto aos órgãos competentes, os produtos podem ser incluídos nas Recomendações Técnicas da Pesquisa para arroz irrigado, na região de abrangência da Comissão Técnica do Arroz (CTAR I). Os dois pesquisadores argumentam que a inclusão do produto nas recomendações técnicas está

condicionada ao cumprimento da normatização prevista nas respectivas sub-comissões, bem como à solicitação da empresa interessada. A cada dois anos, este documento é editado e atualizado durante a realização da Reunião Bienal da Cultura do Arroz Irrigado, simultânea ao Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado.



## 8. VALOR DO MEIO AMBIENTE

Até pouco tempo o Meio Ambiente era considerado como fonte inesgotável de recursos a serem explorados e como um receptáculo de resíduos com capacidade inesgotável.

No entanto, as limitações do Meio Ambiente, tanto como fonte de insumos para produção quanto como depósitos de resíduos são evidentes. Tornando necessário, desenvolver novos instrumentos de análise econômica para incorporar os efeitos das atividades de produção e consumo sobre o meio ambiente e valorá-lo adequadamente como um bem da sociedade (KASKANTZIS NETO, 2005).

Os danos que os diferentes tipos de poluição provocam ao homem, à fauna, à flora, aos recursos naturais, às condições climáticas e aos materiais, necessitam de estudos econômicos do meio ambiente, para se obter uma avaliação das perdas financeiras, e quando possível, das perdas intangíveis.

Para tanto, deve-se saber diferenciar os bens de serviços econômicos e os bens e serviços ambientais. Os bens de serviço econômico são regulados pelo mercado, via preço, oferta e demanda são equilibradas, ao contrário dos bens e serviços ambientais não são controlados pela lei de mercado.

Antigamente, os bens e serviços ambientais eram considerados bens livres, ou seja, inexauríveis, portanto preço zero. Não é possível, em muitos casos, estabelecer direitos de propriedade sobre os bens ambientais. Ninguém poderia arrogar o direito sobre os bens e serviços ambientais, não havendo como cobrar

pelo seu uso. Por estas razões os bens e serviços ambientais eram considerados como preço zero, ou seja, não era objeto de transações nos mercados econômicos.

## **8.1 VALORAÇÃO DE DANO AMBIENTAL PELO MÉTODO DO DEPRN**

Esse método de valoração de dano ambiental, foi elaborado pelo Departamento de Proteção de Recursos Naturais, da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, com o objetivo de ter aplicação prática e de adaptada às condições brasileiras.

Essa metodologia é bastante simples e realizada com uso de duas tabelas.

Na primeira tabela (Tab. 1), o meio ambiente é dividido em seis aspectos ambientais: ar; água; solo e subsolo; fauna; flora e paisagem. Para cada aspecto do ambiente são considerados dois tipos de danos e, para cada tipo de danos são descritos e qualificados diversos agravos.

A definição do tipo de dano e os critérios de qualificação dos agravos, mostrados na Tabela 1, são descritos em separado para cada um dos aspectos ambientais. De acordo com os critérios de qualificação dos agravos, eles recebem um número que varia de 0 a 3 unidades. Assim, no término da avaliação cada um dos seis aspectos terá um índice numérico conforme a qualificação dos agravos.

Em seguida, para cada índice numérico obtido se atribui um valor de multiplicação, contido na segunda tabela (Tab. 2). Assim, o perito ambiental obtém o

calculo da indenização com o somatório dos fatores de multiplicação vezes o valor de exploração, conforme abaixo:

$$\text{INDENIZAÇÃO} = \sum (\text{Fator de multiplicação}) \times \text{Valor de Exploração}$$

O valor de exploração é o valor de mercado dos bens apropriados ou lesados, objeto da ação civil, o valor de mercado da tora ou da lenha proveniente de um desmatamento irregular, ou ainda, o valor da área da exploração irregular.

Porém, alguns bens de mercado não tem valor estabelecido como: atmosfera; ecossistema aquático, lençol freático, etc., a metodologia propõe a utilização do valor de recuperação do bem ou recursos lesados, para o cálculo do valor do dano ambiental, como mostra abaixo:

$$\text{INDENIZAÇÃO} = \sum (\text{Fator de multiplicação}) \times \text{Valor de Recuperação}$$

Nesse caso, o perito deve indicar qual o método de recuperação mais apropriado para dada situação, como por exemplo: controlar poluição atmosférica, recuperar a área desmatada, etc., para poder estimar o custo de recuperação.

Tabela 1. Descrição e qualificação dos agravos associados aos dois tipos de danos e aos seis aspectos ambientais em análise

ASPECTO AMBIENTAL	TIPO DE DANO	DESCRIÇÃO E QUALIFICAÇÃO DOS AGRAVOS							
<b>ATMOSFERA</b>	Impacto causado pela emissão de gases, partículas, agentes biológicos, energia	Toxicidade da emissão	Proximidade de centros urbanos	Áreas protegidas	Comprometimento do do aquífero	Morte ou dano à fauna	Morte ou dano à flora	Dano ao patrimônio ou monumento natural	
	Impacto na dinâmica atmosférica (x1,5)	Morte ou dano à fauna	Morte ou dano à flora	Alteração da qualidade do ar	Previsão de reequilíbrio				
<b>ÁGUA</b>	Impactos causados por compostos químicos, físicos, biológicos, energia	Toxicidade da emissão	Comprometimento do aquífero	Áreas protegidas	Dano ao solo e/ou subsolo	Morte ou dano à fauna	Morte ou dano à flora	Dano ao patrimônio ou monumento natural	
	Impacto na hidrodinâmica (x1,5)	Morte ou dano à fauna	Morte ou dano à flora	Alteração da classe do corpo hídrico	Alteração da vazão/ volume de água	Previsão de reequilíbrio			
<b>SOLO / SUBSOLO</b>	Impactos causados por agentes químicos, físicos, biológicos, energia	Toxicidade da emissão	Comprometimento do aquífero	Áreas protegidas	Assoreamento de corpo hídrico	Morte ou dano à fauna	Morte ou dano à flora	Dano ao patrimônio ou monumento natural	Objetivando comercialização
	Impacto na dinâmica do solo / subsolo	Morte ou dano à fauna	Morte ou dano à flora	Alteração da capacidade do uso da terra	Dano ao relevo	Previsão de reequilíbrio			
<b>FAUNA</b>	Danos aos indivíduos	Áreas protegidas	Espécies ameaçadas de extinção	Espécies endêmicas	Fêmeas	Objetivando comercialização			
	Impacto na dinâmica da comunidade (x1,5)	Importância relativa	Morte ou dano à flora	Alteração dos nichos ecológicos	Previsão de reequilíbrio				
<b>FLORA</b>	Danos aos indivíduos	Áreas protegidas	Espécies ameaçadas de extinção	Espécies endêmicas	Favorecimento da erosão	Dano ao patrimônio ou monumento natural	Objetivando comercialização		
	Impacto na dinâmica da comunidade (x1,5)	Morte ou dano à fauna	Importância relativa	Alteração dos nichos ecológicos	Previsão de reequilíbrio				

<b>PAISAGEM</b>	Danos à paisagem	Áreas e/ou municípios protegidos	Proximidade de centros urbanos	Reversão do dano	Comprometimento do aquífero	Comprometimento do solo e/ou subsolo	Morte ou dano à fauna	Morte ou dano à flora	Dano ao patrimônio ou monumento natural
	Danos ao patrimônio cultural, histórico, turístico, arquitetônico, artístico (x1,5)	Proximidade de centros urbanos	Reversão do dano	Comprometimento do aquífero	Comprometimento do solo e/ou subsolo	Morte ou dano à fauna	Morte ou dano à flora		

Fonte: KASKANTZIS NETO, 2005

Tabela 2. Índice numérico de qualificação dos agravos

<b>ASPECTO DO AMBIENTE</b>	<b>INTERVALO DO ÍNDICE NUMÉRICO CORRESPONDENTE A QUALIFICAÇÃO DOS AGRAVOS</b>				
<b>AR</b>	≤6,8	≤13,6	≤20,4	≤27,2	≤34,0
<b>ÁGUA</b>	≤7,2	≤14,4	≤21,6	≤28,8	≤36,0
<b>SOLO/ SUBSOLO</b>	≤7,5	≤15,0	≤22,5	≤30,0	≤37,5
<b>FAUNA</b>	≤6,4	≤12,8	≤19,2	≤25,6	≤32,0
<b>FLORA</b>	≤6,6	≤13,2	≤19,8	≤26,4	≤33,0
<b>PAISAGEM</b>	≤8,0	≤16,0	≤24,0	≤32,0	≤40,0
<b>FATOR DE MULTILICAÇÃO</b>	1,6	3,2	6,4	12,8	25,6

Fonte: KASKANTZIS NETO, 2005.

Assim, com o auxílio das duas tabelas e os critérios de qualificação dos agravos (em anexo), pode-se ter uma estimativa de valoração do dano ambiental em análise.

## **9. METODOLOGIA**

O trabalho realizado consistiu em uma revisão bibliográfica e em pesquisa de campo, com a aplicação de questionários para 21 rizicultores, buscando-se dados sobre atividades desenvolvidas em uma localidade selecionada para a pesquisa, com vistas a realização de um levantamento expedito e uma análise da atividade agrícola da região.

Com dos dados obtidos, em uma segunda etapa buscou-se aplicar a metodologia de avaliação o dano ambiental na vegetação ciliar, por meio do método DEPRN, criado pelo Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais de São Paulo.

### **9.1 APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS**

A aplicação dos questionários aos produtores foi realizada entre os dias 11 a 22 de abril de 2011, totalizando 21 questionários, os questionamentos referentes ao local foram:

- 1) Nome do produtor;
- 2) Área plantada;
- 3) Produção anual;
- 4) Tipo de defensivo agrícola utilizado;
- 5) Quem fornece os defensivos agrícolas;
- 6) Forma de descarte e armazenagem das embalagens dos defensivos agrícolas;
- 7) Origem e destino da água utilizada para irrigação do arroz;

As perguntas foram feitas diretamente aos produtores, através de perguntas simples, a fim de caracterizar a atividade orizícola local.

## **9.2 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS**

A análise dos questionários forneceu uma área total ocupada pelo cultivo de arroz, e também caracterizou maneiras de condução das lavouras de arroz na região, possibilitando uma simulação da realidade vivida pelos produtores.

## **9.3 APLICAÇÃO DO MÉTODO DEPRN PARA VEGETAÇÃO CILIAR**

A manutenção da vegetação ciliar é importante para a conservação das margens e para a manutenção da biodiversidade no ambiente. A preservação dessa vegetação, junto às nascentes dos rios e às encostas contribui de forma decisiva

para a disponibilidade de água na bacia hidrográfica. A instalação de lavouras junto às margens dos rios favorece o desbarrancamento das margens e o assoreamento dos leitos.

Para estudo da vegetação ciliar afetada pela rizicultura, determinaram-se dois pontos (fig.1), pertencentes à região Sul de Santa Catarina. Foram realizadas medições ao longo do percurso determinado, para se obter uma média da quantidade de vegetação ciliar existente e verificar a supressão causada pela lavoura.



## **10. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **10.1 ÁREA UTILIZADA PELA ATIVIDADE DA RIZICULTURA NO LOCAL SELECIONADO PARA O ESTUDO**

As 21 áreas de rizicultura estudadas totalizaram 650 ha plantados, sendo que 30% são áreas com menos de 30 ha.

### **10.2 TIPOS DE PRODUTOS QUÍMICOS MAIS USADOS PELOS PRODUTORES**

Dos produtores entrevistados, todos fazem uso de defensivos agrícolas. A má utilização desses produtos vem trazendo problemas para a região, como por exemplo: a degradação do meio ambiente, contaminação dos cursos d'água, supressão da vegetação ciliar, etc.

Na área de estudo, os produtores reconhecem o uso dos seguintes herbicidas: Ally, Ricer, Nominee, Basagran e Roundup. Dos inseticidas: Arrivo, Tamaron, e dos fungicidas: Bim, Mertin, Tebuco, Nativo, Stratego, Folicur, etc. A indicação do uso desses produtos pelas associações e cooperativas, converge no sentido das recomendações técnicas fixadas conforme dados dos agricultores.

A composição, ação, dosagem, classificação toxicológica e periculosidade ao ambiente, encontram-se na (Tab. 1).

### **10.3 PROBLEMAS RELACIONADOS AO USO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS**

Segundo produtores entrevistados, a venda de agrotóxicos tem sido realizada por meio da visita de representantes das cooperativas e agropecuárias da região. Os representantes abordam diretamente os rizicultores em suas propriedades, e o receituário agrônomo é emitido por um agrônomo vinculado à empresa.

### **10.4 ARMAZENAMENTO DOS DEFENSIVOS AGRÍCOLAS E DESCARTE DAS EMBALAGENS**

Analisando questionário aplicado, verificou-se que a maioria dos produtores utiliza, armazenam e descartam as embalagens de forma consciente, além de depositar os defensivos em galpões ou em locais apropriados com devidos cuidados de armazenamento. As embalagens vazias são recolhidas pelas próprias cooperativas fornecedoras dos defensivos, para posterior descarte adequado.

## 10.5 ANÁLISE DA VEGETAÇÃO CILIAR E VALORAÇÃO DO DANO AMBIENTAL NA REGIÃO DE ESTUDO

Para a avaliação do estado da vegetação ciliar, foram feitas medições da mata a cada 150 metros, totalizando 20 pontos. A média dessas 20 medições permitiu encontrar uma medida média da vegetação ciliar, que foi de aproximadamente 18 metros.

Comparado com os 30 metros de vegetação ciliar imposta pela legislação, à região estudada possui aproximadamente apenas 63% da área que deveria estar preservada, os 37% faltante foi degradado e ocupado por canchas de arroz.

Considerando que o total do percurso avaliado tem cerca de 3 km, a área total de vegetação ciliar entre os pontos analisados, seria de 90.000m<sup>2</sup> (9ha). Porém, como existem aproximadamente 18 metros de mata na margem, ou seja, 54.000 m<sup>2</sup> (5,4ha), podemos considerar que foi degradada uma área de 36.000 m<sup>2</sup> (3,6 ha).

Aplicando o método do DEPRN, podemos obter uma estimativa de valoração desse dano ambiental. Como mostra a seguir:

### a) Água: Impacto na hidrodinâmica (x1,5)

- Morte ou dano à fauna  
Suposto .....1 x1,5
- Morte ou dano à flora  
Suposto .....1 x1,5
- Alteração na vazão ou volume de água  
Não significativa..... 1 x1,5

- Previsão de reequilíbrio  
Longo prazo.....3 x1,5

Índice numérico =  $1,5 + 1,5 + 1,5 + 4,5 = 9,0$

Fator de multiplicação (tabela 2)= 3,2

**b) Solo e subsolo: Impacto na dinâmica do complexo solo e subsolo (x1,5)**

- Morte ou dano à fauna  
Suposto .....1 x1,5
- Morte ou dano à flora  
Suposto .....1 x1,5
- Alteração da capacidade de uso da terra  
Na mesma classe de uso.....1 x1,5
- Dano ao relevo  
Grande risco .....2 x1,5
- Previsão de reequilíbrio  
Longo prazo.....3 x1,5

Índice numérico =  $1,5 + 1,5 + 1,5 + 3,0 + 4,5 = 12,0$

Fator de multiplicação = 3,2

**c) Fauna: Impacto da dinâmica da comunidade (x1,5)**

- Alteração nos nichos ecológicos  
Fortes indícios.....2 x 1,5
- Previsão de reequilíbrio

Longo prazo..... 3 x1,5

Índice numérico =  $3,0 + 4,5 = 7,5$

Fator de multiplicação = 3,2

**d) Flora: Impacto da dinâmica da comunidade (x1,5)**

- Morte ou dano à fauna

Fortes indícios.....2 x1,5

- Importância relativa

Área entre 10 e 30 vezes a área degradada.....2 x 1,5

- Alteração nos nichos ecológicos

Fortes indícios.....2 x 1,5

- Previsão de reequilíbrio

Longo prazo.....3 x1,5

Índice numérico =  $3,0 + 3,0 + 3,0 + 4,5 = 13,5$

Fator de multiplicação = 6,4

**e) Paisagem: dano à paisagem**

- Localização em áreas protegidas

Dentro .....3,0

- Proximidade de centro urbano

Centro urbano com população  $\geq$  a 60.000 hab.,

Distante até 50 km .....1,0

- Reversão ao dano

Alto custo .....3,0

- Comprometimento do aquífero  
    Não diretamente relacionado.....1,0
- Morte ou dano à flora  
    Diretamente relacionado.....2,0

Índice numérico = 3,0 + 1,0 + 3,0 + 1,0 + 2,0 = 10,0

Fator de multiplicação = 3,2

**$\Sigma$  fator de multiplicação = 3,2 + 3,2 + 3,2 + 6,4 + 3,2 = 19,2**

### 10.5.1 Cálculo do valor de recuperação

Para determinar os custos de recuperação da área degradada (3,6 ha), foram considerados os serviços de reafeiçoamento e preparo do solo, para posterior recomposição da área desmatada.

O reafeiçoamento da área possibilita o controle da drenagem e a redução da erosão, facilitando a mecanização do preparo do solo e plantio. Recomenda-se ainda, a construção de terraços o que evita a formação de enxurrada, facilita a infiltração de água e o desenvolvimento das mudas.

A recomposição da área deve visar à reconstrução da estrutura e composição da vegetação anterior, a fim de preservar a diversidade das espécies e a genética das populações. No entanto, como a área sofreu profundas transformações para implantação da rizicultura, recompor a mata ciliar com a mesma característica da original, é uma tarefa praticamente impossível.

Os custos da recomposição vegetal e das etapas necessárias para sua consolidação estão indicados no quadro abaixo:

<b>Operação</b>	<b>Equipamentos</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo Unitário (R\$)</b>	<b>Custo há (R\$) /</b>	<b>Área</b>	<b>Subtotal (R\$)</b>
<b>1. Reafeiçãoamento e Sistematização</b>						
Terraceamento	D6	16h/há	105,00	1.680,00	3,6	6.048,00
Manut. Terraços	D6	2h/há	105,00	210,00		756,00
<b>2. Preparo do solo</b>						
Subsolagem	D6	4h/há	50,00	200,00	3,6	720,00
Calagem	Trator agrícola	3h/há	16,00	48,00		172,80
Gradagem	Trator + grade	3h/há	16,00	48,00		172,80
<b>3.Recomposição Florestal</b>						
Combate à formiga		30ho-h/há	1,40	42,00	3,6	151,20
Marcação de covas		10ho-h/há	1,40	14,00		50,40
Coveamento		15ho-h/há	1,40	210,00		756,00
Adubação		15ho-h/há	1,40	21,00		75,60
Distribuição mudas		25ho-h/há	1,40	35,00		126,00
Transporte material	Trator + carreta	3h/há	16,00	48,00		172,80
Plantio		75ho-h/há	1,40	105,00		378,00
Replântio		30ho-h/há	1,40	42,00		151,20
Roçada	Trator+roçadeira	2h/há	16,00	32,00		115,20
Capina na linha		100ho-h/há	1,40	140,00		504,00
Adubação cobertura		15ho-h/há	1,40	21,00		75,60
<b>4. Insumos</b>						
Calcáreo		3t/há		65,00	3,6	234,00
Fertilizante		450kg/há	0,51	220,50		793,80
Formicida		12kg/há	1,20	14,40		51,84
Mudas		2.222/há	0,64	1.422,00		5.119,2
Mudas (replântio)		222/há	0,64	142,00		511,20

**TOTAL R\$ 17.135,64**

**ho-h/ha: homem/ hora/ hectare**

A partir do valor de recuperação determinado no quadro 1, de R\$ 17.135,64, podemos calcular o valor do dano ambiental para a indenização, com a aplicação da fórmula abaixo:

**INDENIZAÇÃO =  $\sum$  (Fator de multiplicação) x Valor de Recuperação**

**INDENIZAÇÃO = 19,2 X R\$ 17.135,64**

**VALOR DO DANO AMBIENTAL = R\$ 329.004,30**



## 11. CONCLUSÃO

Das 21 áreas de rizicultura estudadas, totalizando 650 ha, 30% são áreas com menos de 30 ha, quantidade razoavelmente alta mostrando que a rizicultura é uma atividade econômica muito explorada nesta região, porém a maioria corresponde a pequenas áreas de cultivo. As áreas de rizicultura ficam localizadas nas proximidades de um recurso hídrico de expressão local, com o objetivo de facilitar a captação da água para irrigação, porém a devolução desta água no rio compromete a sua qualidade.

Os produtos mais utilizados pelos produtores são os fertilizantes NPK e uréia e os defensivos Basagram, Nominee, Mertin, Ricer, Roundap. Estes produtos apresentam classes que variam de I a IV, o que pode ser observado no texto acima, portanto, eles representam produtos de variada toxicidade.

O apoio técnico por parte aos produtores é raramente efetuado, sendo que a instituição responsável presta serviços apenas quando é solicitada, conforme mencionada pelos agricultores entrevistados.

A área de vegetação ciliar ao longo do recurso hídrico sofreu degradação ao longo dos anos, devido ao avanço das áreas de rizicultura em direção às margens. Através do estudo de valoração do dano ambiental, obteve-se um valor estimado para a recuperação da área degradada. A qualificação do dano ambiental considerou os principais aspectos ambientais envolvidos na questão, a fim de determinar a real dimensão do dano ambiental.

A valoração do dano ambiental tem sido uma tarefa difícil na condução de processos de crimes ambientais. Mesmo com muitos métodos de valoração, ainda há dificuldades em sua aplicação ou são desconhecidos pelos peritos.

No entanto, essas dificuldades e limitações, não devem impedir a não valoração do dano e interromper o processo civil, o que deixaria o agressor do meio ambiente impune e contribuiria para a degradação ambiental.

## **12. RECOMENDAÇÕES**

- Usar sempre equipamentos de proteção individual (EPI) na aplicação de agrotóxicos;
- Utilizar apenas agrotóxicos registrados e recomendados para a cultura do arroz irrigado;
- O uso indevido de agrotóxicos, além de prejudicar a saúde e o ambiente, aumenta o custo da lavoura;
- O equipamento de proteção individual deve ser adequado para o uso em lavouras de arroz irrigado;

### 13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARROZ PREDILECTO. **Dados agrícolas**. Disponível na internet via <http://www.arrozpredilecto.com.br/> capturado em 24/02/2003.

BANCO MUNDIAL. **Libro de consulta para evaluación de impacto ambiental**. Banco Mundial. Vol.II Lineamientos Sectoriales. Washington, DC. 1991.271p.

BATALHA, B-H. L. **Água para Consumo Humano – Desinfecção de Água**. CETESB. 50p. São Paulo, 1994.

BERTALOT, M., MENDOZA, E. **Os venenos e o respeito pela vida**. Agre. Biodinâmica, N.79, 1997, p.22-4.

BEYRUTH, Z. **As algas e a previsão da qualidade ambiental- represa do Guarapiranga**.

XXVII Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental Las Américas y la Acción por el Medio Ambiente en el Milenio. 03 a 08 de dezembro de 2000. Porto Alegre, RS.CDROM, II-036:6p.

CAUDURO, F. A. **Apontamentos de irrigação**. Porto Alegre: IPH/UFRGS. 1996. 186p.

CHOMENKO, L. **Impactos negativos do arroz irrigado nos ecossistemas e recursos**. In. Anais XXII Reunião da Cultura do Arroz. 23-26 de setembro de 1997. EPAGRI-IRGA, Itajaí, SC.p.68-70.

CIDADES DO VALE. **Dados hidrográficos**. Disponível na internet via <http://200.193.46.11/class/valedoitajai/cidadesbaixo.htm> capturado em 10/01/2003

DORST, Jean. **Antes que a natureza Morra**: por uma ecologia política; tradução, Rita Buongermino. Editora Edgard Blücher Ltda. São Paulo.1973.384p

EMBRAPA, Serviço de produção de Informação. **Recomendações Técnicas Para o**

**Cultivo do Arroz Irrigado**, zonas 1, 23, 46, 47, 54, 71 e 87. EMBRAPA/EPAGRI. Brasília. 1992. 79p.

EPAGRI. **Sistema de produção de arroz irrigado em Santa Catarina**, 2.ed. revisado e atualizado. Florianópolis, 2005. 87p.

Galli, F., L., “**Valoração de Danos Ambientais – Subsídio para Ação Civil**”, Série Divulgação e Informação, 193, Companhia Energética de São Paulo, CESP, São Paulo, 1996.

GOMES, A. da S. e PETRINI, J. A. **Manejo de água em arroz irrigado**, 1996. In: Zaffaroni, E. O licenciamento Ambiental dos Produtores de arroz Irrigado no Rio Grande do Sul, Brasil. Pelotas, 2000. 11 p. 40

IBAMA. Resolução CONAMA Nº 20 de 1986. Disponível na internet via <http://www.ibama.gov.br> capturado em 15/11/2002.

LAROCHE, A. M., GALLICHAND, J. **Analysis of pesticide residues in surface and groundwater of a small watershed**. Trans. ASAE (Am. Soc. Agric. Engi. V.38, n.6, 1995. p. 1731-6.

LUCHIARI Jr. A., LIMA, M.A de FERREIRA, J.A.F., NEVES, M.C., CAMPANHOLA, C E

LUIZ, A.J.B. **Monitoramento e avaliação ambiental na agricultura**, 1997. In: Zaffaroni, E. O licenciamento Ambiental dos Produtores de arroz Irrigado no Rio Grande do Sul, Brasil. Pelotas, 2000. 11 p.

MARQUES. **Dados agrícolas**. Disponível na internet via <http://www.ambientalonline.hpg.ig.com.br/Arquivo> capturado em 10/01/2003.

MOTA, Suettônio. **Preservação e Conservação de Recursos Hídricos**. 2.Ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995.187p.

NOLDIN, J.A; EBERHARDTS,D.S.; DESCHAMPS,F.C.; PRANDO, H.F.; KNOUBLAUCH, R.; RESGALLA JUNIOR,C.; SATO,G.; SCHIOCCHET,M.A.; ISHIYT,T. **Arroz Irrigado: Algumas recomendações para produção de arroz irrigado com baixo impacto ambiental**. Florianópolis: EPAGRI, 2003. 22p. (Boletim didático nº 52)

POPENGA, L & RODRIGUES, E. **Diagnóstico Histórico dos Problemas Ambientais no Vale do Rio Itajaí Mirim, Município de Brusque**. Resumo do Projeto de Pesquisa em andamento pelo Artigo 170 da Constituição Estadual. 2002.

RIFFEL, E., REBELO, L., WRISHUM, N SANTOS, C. C.,. **Levantamento Topográfico e Monitoramento da qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Itajaí- Mirim**, (trabalho realizado na disciplina de Poluição 2 do curso de Engenharia Ambiental - CTTMar/UNIVALI), não publicado, 2001.

RODRIGUES, B.N. & ALMEIDA, F. S. DA. **Guia de herbicidas**. Londrina, PR. 1998. 625p.

PERES, F.; MOREIRA, J.C. O desafio interdisciplinar da avaliação da exposição humana a agrotóxicos. In: **É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente**. PERES, F. (Org.). Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2003, p. 347-366.

**ANEXOS**

## Anexo 1

### CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO DOS AGRAVOS

#### 1) AR

Os agravos descritos na linha Impacto da dinâmica atmosférica da Tabela 1, têm os seus valores multiplicados por 1,5.

- **Toxicidade da emissão (baseada na literatura)**
  - Comprovada = 3
  - Fortes indícios = 2
  - Suposta = 1
  
- **Proximidade de centros urbanos**
  - Centro urbano (população ≥ 60.000 hab, distante até 10 km = 2)
  - Centro urbano (população ≥ 60.000 hab., distante até 25 km = 1)
  
- **Localização em relação à área protegida (unidades de conservação)**
  - Dentro da área = 2
  - Sob influência = 1
  
- **Comprometimento do aquífero, decorrente do dano ao ar**
  - Comprovado = 2
  - Suposto = 1
  
- **Morte ou dano à fauna, decorrente do dano ao ar**
  - Comprovado = 2
  - Suposto = 1
  
- **Morte ou dano à flora, decorrente do dano ao ar**
  - Comprovado = 2
  - Suposto = 1

- **Dano ao patrimônio cultural, histórico, artístico, arqueológico e turístico e/ou a monumentos naturais, decorrente do dano ao ar**
  - Comprovado = 2
  - Suposto = 1
  
- **Alteração da qualidade do ar**
  - Estado de emergência = 3
  - Estado de alerta = 2
  - Estado de atenção ou péssimo = 1
  
- **Previsão de reequilíbrio** (quando não é possível a previsão a curto prazo, utilizar o critério de custo de recuperação ou custo dos equipamentos preventivos na seguinte ordem: baixo custo = 1; médio custo = 2; alto custo = 3)
  - Curto prazo = 1
  - Médio prazo = 2
  - Longo prazo = 3

## 2) **ÁGUA**

Os agravos descritos na linha Impacto na hidrodinâmica (alteração do fluxo e/ou vazão) da tabela 1, têm seus valores multiplicados por 1,5

- **Toxicidade da emissão**
  - Comprovada = 3
  - Fortes indícios = 2
  - Suposta = 1
  
- **Comprometimento do aquífero**
  - Comprovada = 3
  - Fortes indícios = 2
  - Suposta = 1



- **Localização em relação as áreas protegidas (unidades de conservação)**
  - Dentro = 3
  - Na mesma bacia hidrográfica à montante = 2
  - Na mesma bacia hidrográfica à montante = 1
  
- **Dano ao solo e/ou subsolo, decorrente do dano à água**
  - Comprovado = 2
  - Suposto = 1
  
- **Morte ou dano à fauna, decorrente do dano à água**
  - Comprovado = 2
  - Suposto = 1
  
- **Morte ou dano à flora, decorrente do dano à água**
  - Comprovado = 2
  - Suposto = 1
  
- **Dano ao patrimônio cultural histórico, artístico, arqueológico e turístico e/ou a monumentos naturais, decorrentes do dano à água**
  - Comprovado = 2
  - Suposto = 1
  
- **Alteração na classe do corpo hídrico (baseado na Resolução CONAMA)**
  - Comprovado = 3
  
- **Alteração na vazão / volume de água**
  - Significativa = 2
  - Não significativa = 1

- **Previsão de reequilíbrio** (quando não é possível a previsão a curto prazo, utilizar o critério de custo de recuperação ou custo dos equipamentos preventivos na seguinte ordem: baixo custo = 1; médio custo = 2; alto custo = 3)
  - Curto prazo = 1
  - Médio prazo = 2
  - Longo prazo = 3

### 3) **SOLO E SUBSOLO**

- **Toxicidade da emissão**
  - Comprovada = 3
  - Fortes indícios = 2
  - Suposta = 1
- **Comprometimento do aquífero**
  - Comprovada = 3
  - Fortes indícios = 2
  - Suposta = 1
- **Localização em relação as áreas protegidas (unidades de conservação)**
  - Dentro = 3
  - Na mesma bacia hidrográfica à montante = 2
  - Na mesma baseia hidrográfica à montante = 1
- **Assoreamento de corpos hídricos**
  - Grande intensidade = 3
  - Média intensidade = 2
  - Pequena intensidade = 1
- **Morte ou dano à fauna, decorrente do dano ao solo/subsolo**

- Comprovado = 2
- Suposto = 1
  
- **Morte ou dano à flora, decorrente do dano ao solo/subsolo**
  - Comprovado = 2
  - Suposto = 1
  
- **Dano ao patrimônio cultural histórico, artístico, arqueológico e turístico e/ou a monumentos naturais, decorrentes ao solo/subsolo**
  - Comprovado = 2
  - Suposto = 1
  
- **Objetivando a comercialização**
  - Atividade principal ou secundária = 1
  
- **Alteração na capacidade de uso da terra**
  - Em mais de uma classe (p/ex: classe 1 para 3) = 3
  - Em uma classe = 2
  - Na mesma classe de uso (subclasses) = 1
  
- **Danos ao relevo (alteração da declividade, desmoronamento, etc.)**
  - Ocorrido = 3
  - Grande risco = 2
  - Pequeno risco = 1
  
- **Previsão de reequilíbrio** (quando não é possível a previsão a curto prazo, utilizar o critério de custo de recuperação ou custo dos equipamentos preventivos na seguinte ordem: baixo custo = 1; médio custo = 2; alto custo = 3)
  - Curto prazo = 1
  - Médio prazo = 2

- Longo prazo = 3

#### **4) FAUNA**

Os agravos descritos na linha de Impactos na dinâmica da comunidade da tabela 1, têm seus valores multiplicados por 1,5.

- **Localização em relação às áreas protegidas**
  - Dentro = 3
  - No raio de ação do animal = 2
- **Ocorrência de espécies ameaçadas de extinção (baseada na portaria do IBAMA N° 1522 de 19/12/89)**
  - Comprovado = 3
  - Suposto = 2
- **Ocorrência de espécies endêmicas**
  - Comprovado = 2
  - Suposto = 1
- **Ocorrência de fêmeas**
  - Prenhas ou ovadas = 3
  - Comprovada = 2
  - Suposto = 1
- **Objetivando comercialização**
  - Atividade principal = 3
  - Atividade secundária = 2
- **Importância relativa**
  - Espécies que não se reproduz em cativeiro = 3
  - Espécie que se reproduz em cativeiro = 2
  - Espécie criada comercialmente = 1
- **Morte ou dano à flora, decorrente do dano à fauna**
  - Comprovado = 3

- Fortes indícios = 2
- Suposto = 1
  
- **Alteração nos nichos ecológicos**
  - Comprovado = 3
  - Fortes indícios = 2
  - Suposto = 1
  
- **Previsão de reequilíbrio** (quando não é possível a previsão a curto prazo, utilizar o critério de custo de recuperação ou custo dos equipamentos preventivos na seguinte ordem: baixo custo = 1; médio custo = 2; alto custo = 3)
  - Curto prazo = 1
  - Médio prazo = 2
  - Longo prazo = 3

## 5) FLORA

Os agravos descritos na linha Impacto na dinâmica da comunidade tabela 1, têm seus valores multiplicados por 1,5. Para maciços maiores que 0,1ha, devem-se analisar os danos aos indivíduos e a comunidade.

- **Localização em relação às áreas protegidas**
  - Dentro = 3
  - No raio de ação do animal = 2
  
- **Ocorrência de espécies ameaçadas de extinção (baseada na portaria do IBAMA N° 1522 de 19/12/89)**
  - Comprovado = 3
  - Suposto = 2
  
- **Ocorrência de espécies endêmicas**
  - Comprovado = 2
  - Suposto = 1

- **Favorecimento à erosão**
  - Comprovado = 3
  - Fortes indícios = 2
  - Suposto = 1
  
- **Dano ao patrimônio cultural histórico, artístico, arqueológico e turístico e/ou a monumentos naturais, decorrentes ao solo/subsolo**
  - Comprovado = 2
  - Suposto = 1
  
- **Objetivando comercialização**
  - Atividade principal = 2
  - Atividade secundária = 1
  
- **Morte ou dano à fauna, decorrente do dano à flora**
  - Comprovado = 3
  - Fortes indícios = 2
  - Suposto = 1
  
- **Importância relativa. Possibilidade de ocorrência na região de parcela similar qualitativamente e quantitativamente à área degradada (estudar o aspecto de paisagem)**
  - Área 30 vezes maior que a área degradada = 3
  - Área entre 10 a 30 vezes a área degradada = 2
  - Área até 10 vezes maior a área degradada = 1
  
- **Alteração nos nichos ecológicos**
  - Comprovado = 3
  - Fortes indícios = 2
  - Suposto = 1

- **Previsão de reequilíbrio** (quando não é possível a previsão a curto prazo, utilizar o critério de custo de recuperação ou custo dos equipamentos preventivos na seguinte ordem: baixo custo = 1; médio custo = 2; alto custo = 3)
  - Curto prazo = 1
  - Médio prazo = 2
  - Longo prazo = 3

## 6) PAISAGEM

Os agravos descritos na linha Dano ao patrimônio cultural, histórico, artístico e turístico (legalmente constituídos, tombado pelo CONDEPHAAT OU SPHAN), têm seus valores multiplicados por 1,5.

- **Localização em relação às áreas protegidas**
  - Dentro = 3
  
- **Proximidade de centros urbanos**
  - Centro urbano (população  $\geq$  60.000 hab., distante até 10 km = 3)
  - Centro urbano (população  $\geq$  60.000 hab., distante até 25 km = 2)
  - Centro urbano (população  $\geq$  60.000 hab., distante até 50 km = 1)
  
- **Reversão do dano**
  - Alto custo = 3
  - Médio custo = 2
  - Baixo custo = 1
  
- **Comprometimento do aquífero (estudar aspecto da água)**
  - Diretamente relacionado = 2
  - Não diretamente relacionado = 1

- **Comprometimento do solo/subsolo (estudar aspecto solo/subsolo)**
  - Diretamente relacionado = 2
  - Não diretamente relacionado = 1
  
- **Morte ou dano à fauna (estudar aspecto da fauna)**
  - Diretamente relacionado = 2
  - Não diretamente relacionado = 1
  
- **Morte ou dano à flora (estudar aspecto da flora)**
  - Diretamente relacionado = 2
  - Não diretamente relacionado = 1
  
- **Dano ao patrimônio cultural histórico, artístico, arqueológico e turístico e/ou cultural**
  - Tombado pelo CONDEPHAAT = 2
  - Não tombado = 1