

## DESENVOLVIMENTO DE MODELO CONCEITUAL METODOLÓGICO DE ANÁLISE DE IMPACTO AMBIENTAL EM ÁREAS DE AGRICULTURA IRRIGADA

MAGDA APARECIDA DE LIMA<sup>1</sup>

PEDRO VALARINI<sup>2</sup>

---

<sup>1,2</sup> Pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA  
Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental - CNPMA  
Rodovia SP-340 Km 127,5 CEP 13830-000 Jaguariuna, SP

<sup>1</sup> e-mail: magda@cnpma.embrapa.br

<sup>2</sup> e-mail: pedro@cnpma.embrapa.br; bolsista do CNPq

## RESUMO

Este artigo apresenta um modelo conceitual metodológico elaborado para orientar estudos de avaliação de impacto ambiental da agricultura irrigada. Ele descreve, através de uma abordagem sistêmica e interdisciplinar, os principais processos e inter-relações que ocorrem em sistemas de agricultura irrigada, permitindo uma visualização global e hierarquizada dos mesmos. Tendo como base este modelo, o CNPMA-EMBRAPA vem desenvolvendo o projeto "Monitoramento e avaliação de impacto ambiental de agroquímicos em agricultura irrigada", com o objetivo de buscar respostas à diminuição da produtividade agrícola no Município de Guaíra, um dos principais pólos de desenvolvimento da agricultura irrigada no Estado de São Paulo, bem como de propor medidas de recuperação dos recursos naturais. Este projeto tem em Guaíra sua principal área de abrangência, mas também engloba algumas linhas de estudo no Município de Petrolina, em Pernambuco.

**PALAVRAS-CHAVES:** AGRICULTURA IRRIGADA, MODELO CONCEITUAL, ANÁLISE DE IMPACTO AMBIENTAL, QUALIDADE AMBIENTAL, METODOLOGIA

## 1 - INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos e os programas de desenvolvimento rural agrícola para a agropecuária nos países desenvolvidos não se aplicam, na maioria das vezes, aos países em desenvolvimento. Um dos exemplos marcantes foi a implementação da "revolução verde", onde numerosos programas de pesquisa rural foram introduzidos e executados nos trópicos, visando tão somente aumentar a produção e a produtividade agrícola.

O insucesso destes empreendimentos que incluem os programas de apoio ao estabelecimento da agricultura irrigada, está ligado à ausência de uma visão mais abrangente onde deveria incluir a relação existente entre a produtividade e a estabilidade dos ecossistemas tropicais e à aplicação errônea de tecnologias disponíveis.

Uma das situações mais evidentes deste cenário constitui-se na aplicação de tecnologias modernas em sistemas intensivamente irrigados, onde se detecta o uso intensivo e indiscriminado de agroquímicos, refletindo o desrespeito às normas de segurança para manipulação e da forma de

aplicação desses produtos. Como consequência disto, tem ocorrido uma redução da produtividade do solo e das culturas bem como a elevação do custo de produção.

Até recentemente pouca atenção foi dada com relação à degradação ambiental associada a estas tecnologias. Entretanto, hoje já existe uma preocupação muito forte de toda a sociedade com o meio ambiente, tanto com relação aos impactos ambientais que uma nova tecnologia pode causar como as tecnologias já em uso na agricultura.

A legislação ambiental brasileira, através da Resolução CONAMA n. 001, de 23.01.1986, ao definir critérios e responsabilidades na elaboração de estudos prévios de impactos ambientais - EIA-RIMA, consubstanciou neste dispositivo um importante instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente, especialmente em termos de controle ambiental. No setor específico de irrigação referencia-se o documento elaborado pelo IBAMA (1992), em que constam diretrizes ambientais para a elaboração de projetos desta natureza.

Contudo, devido a existência de áreas já extensamente ocupadas com esta atividade e dos muitos problemas que se seguem a ela, surge a necessidade da compreensão da magnitude e da intrincada rede de impactos ocorridos no tempo e no espaço, e que muitas vezes seriam difíceis de prever a médio e longo prazos.

Com a missão de avaliar os impactos ambientais gerados pela agricultura irrigada o CNPMA/EMBRAPA desenvolve um projeto de pesquisa em "Monitoramento e avaliação de impacto ambiental de agroquímicos em agricultura irrigada". Visando uma abordagem mais holística, requisito fundamental para a compreensão dos processos ambientais, foi elaborado um modelo conceitual metodológico para a avaliação dos impactos da agricultura irrigada, de âmbito mais abrangente, servindo como um instrumento de organização e orientação da pesquisa nesta área.

O referido projeto tem como metas principais buscar respostas à diminuição da produtividade agrícola no Município de Guaíra, através da identificação das causas e magnitude dos impactos ambientais, bem como apresentar alternativas de uso e recuperação dos recursos naturais. As diferentes linhas de pesquisa encontram-se em desenvolvimento no presente momento, sendo que algumas explicações sobre as relações estabelecidas entre elas serão apresentadas no item 3.2 deste artigo.

## 2. PREMISSAS METODOLÓGICAS

### 2.1 - FUNDAMENTOS CONCEITUAIS

Neste trabalho considera-se a definição apresentada na Resolução CONAMA n°. 001, de 23.01.96, para o termo **impacto ambiental**, ou seja “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem: I. a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II. as atividades sociais e econômicas; III. a biota; IV. as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V. a qualidade dos recursos ambientais”.

A **avaliação de impacto ambiental** constitui um instrumento de decisão técnica e fundamentalmente de política ambiental “formado por um conjunto de procedimentos capaz de assegurar, desde o início do processo, que se faça um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação proposta e de suas alternativas, e que os resultados sejam apresentados de forma adequada ao público e aos responsáveis pela tomada de decisão, e por eles considerados” (MOREIRA, citado in SUREHMA/GTZ, 1992). Contudo, as bases científicas necessárias para a definição de padrões de qualidade ambiental em agroecossistemas, bem como as metodologias para as análises de risco, encontram-se ainda pouco substanciadas, exigindo maiores esforços de pesquisa neste setor.

Para o termo **risco** é resgatada aqui a definição de GRIMA (1986) como sendo “(o julgamento da) a medida da probabilidade e severidade de dano à saúde humana (e à saúde dos ecossistemas humanos, definidos de maneira geral)”. Entende-se por esta definição que o risco pode ser avaliado em diferentes graus e valores, sejam eles percebidos através de dados de campo, simulação, projeções, cálculos de probabilidades, dinâmica da paisagem, entre outros métodos de estudo. Outras definições de risco incluem: “o potencial para a ocorrência de consequências negativas indesejáveis de um evento” (WHO-FAO, 1993), “a probabilidade de um efeito adverso à saúde como um resultado de exposição à substâncias perigosas” (ZIEGLER, 1993).

**Dano ou degradação ambiental** constitui o resultado de um conjunto de ações e processos impactantes sobre o ambiente que, não respeitando a sua capacidade de suporte e/ou a sua aptidão, acarreta o comprometimento dos recursos naturais e, conseqüentemente, a **qualidade ambiental**. Esta,

por sua vez, constitui o conjunto de condições que um ambiente apresenta em relação às necessidades de seus componentes.

A **interdisciplinaridade** constitui um conceito essencial no presente trabalho. Diferentemente da multidisciplinaridade, ela é o conjunto de ações integradas por diversas áreas do conhecimento na busca da resolução de um mesmo problema. Os resultados obtidos no projeto podem, baseado nesta premissa, ser cruzados e analisados. Nas palavras de DILGER (1995), a interdisciplinaridade não constitui propriamente um método científico, mas sim, uma atitude, um comportamento que define as suas próprias regras de atuação durante sua execução

## 2.2 - DESENVOLVIMENTO DO MODELO CONCEITUAL

Poucos estudos são encontrados na literatura relacionados ao desenvolvimento de modelos conceituais a nível mais abrangente, como forma de entender o funcionamento e a estrutura de agroecossistemas. A complexidade apresentada pelas inter-relações entre impactos ambientais decorrentes da atividade agrícola foi ilustrada no trabalho de PIETERSEN & BLOKLAND (1994), ao fazer uma análise e seleção de procedimentos de avaliação de impacto ambiental de projetos de manejo integrado de pragas.

O modelo conceitual metodológico apresentado neste artigo, tem como objetivo principal orientar pesquisas sobre a avaliação de impactos decorrentes da agricultura irrigada, através da análise integrada dos parâmetros (e suas influências) envolvidos neste tipo de sistema de produção, como mostra a **Figura 1**.

Ao mesmo tempo que trata de uma análise de impactos acumulados da agricultura irrigada sobre o ambiente - compreendido pelo conjunto de condições físicas, biológicas e influências culturais em interação, este modelo insere o aspecto evolutivo e dinâmico destes componentes ao nível de agroecossistemas e sistemas naturais, à medida que procura monitorar parâmetros representativos de diferentes compartimentos deste sistema (solo, água, vegetação).

A categorização de impactos ambientais em intrínsecos e extrínsecos justifica-se no sentido de facilitar a compreensão sobre as influências entre os componentes no âmbito e para fora dos sistemas agroecológicos.

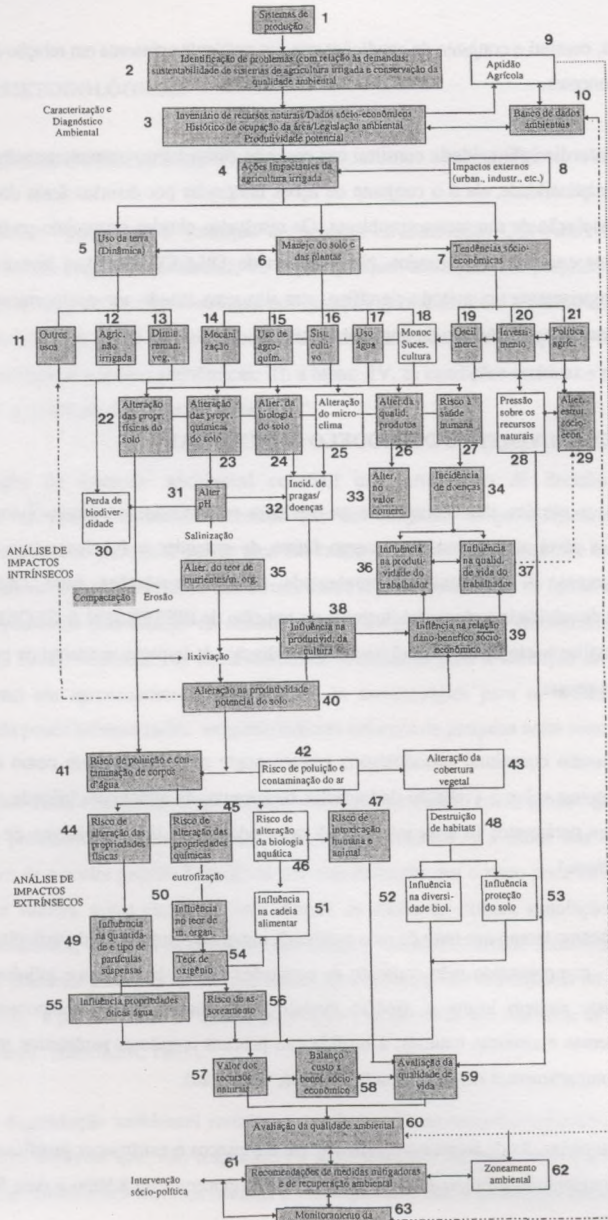


Figura 1 - Fluxograma de avaliação de impactos ambientais d agricultura irrigada

Os impactos ambientais que compõem essa rede são investigados à luz de metodologias específicas. O grande desafio é a integração destas para chegar-se a um ponto comum, ou seja, ao ordenamento do território, à priorização de áreas para recuperação ambiental e à minimização de impactos ambientais. Aqui se justapõe o conceito de **interdisciplinaridade** - o da integração e interação entre as diferentes ciências e seus respectivos métodos.

### **3.1 - ETAPAS DA PESQUISA EM AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS, SEGUNDO O MODELO CONCEITUAL**

#### **3.1.1 - Caracterização e Diagnóstico Ambiental**

Esta etapa corresponde à caracterização física, biológica e sócio-econômica da área em estudo, envolvendo o emprego de métodos e técnicas de investigação e levantamento de informações de base.

##### **3.1.1.1 - Reconhecimento da área de estudo**

Nesta etapa são definidas a escala e a abrangência da área que envolve os sistemas de produção, bem como da área sujeita a sua influência (entorno). A escolha da dimensão desta área dependerá de um reconhecimento preliminar da variabilidade de parâmetros ambientais.

Frequentemente adotada como unidade de manejo e de conservação dos recursos naturais, a **bacia hidrográfica** pode ser considerada como uma unidade mínima de ecossistema, de tal modo que áreas de matas, campos cultivados, cidades e outras formas de ocupação do espaço, interligadas por um sistema de córregos e rios, interagem como uma unidade ecossistêmica prática tanto para o estudo como para o gerenciamento (ODUM, 1983).

3.1.1.2 - Inventário e/ou caracterização dos recursos naturais (drenagem, relevo, tipos de solos, cobertura vegetal natural, tipologia ecológica), parâmetros sócio-culturais (população, estrutura fundiária, emprego, padrão de vida) e do sistema agrícola propriamente dito (tipos de culturas, sistema de cultivo, histórico de ocupação agrícola das terras, formas de manejo, insumos).

Para a compreensão da estrutura e função do ambiente, e por conseguinte, das implicações de quaisquer alterações que possam atingi-lo, há a necessidade de uma série de informações sobre cada componente do sistema. Daí a importância de criar-se **sistemas de informações ambientais (SIA)**, que possibilitem o embasamento e a integração de toda a sorte de dados obtidos a partir de um inventário. Os SIA's consistem em procedimentos metodológicos, sem bases legais especiais, que usam dados e informação de todos os setores dos ecossistemas, oferecendo uma base segura para a adoção de medidas preventivas de proteção ambiental (KNAUER, 1994). Os resultados desse procedimento incidem na avaliação de impactos ambientais, avaliação da qualidade ambiental, no planejamento ambiental, e por conseguinte, na recuperação do meio ambiente.

No levantamento de recursos naturais são empregadas técnicas de coleta e análise de materiais vivos (microrganismos, vegetais, animais), e inertes (textura, estrutura dos solos, nutrientes, água, etc.), assim como utilizam-se técnicas como sensoriamento remoto e de geoprocessamento (destacando-se os sistemas de informação geográfica) para registrar, caracterizar e exibir espacialmente informações sobre o terreno, a dinâmica de ocupação das terras, dados de população humana e de diversidade biológica, entre outras possibilidades. Emprega-se também métodos quantitativos para estimativas de produção e eficiência agrícola, bem como para a compreensão da variabilidade espacial de parâmetros ambientais.

Para o inventário de parâmetros sócio-culturais, utiliza-se, além de dados censitários, as técnicas de entrevistas, aplicação de questionários, junto a diferentes grupos de trabalhadores. Os interesses individuais e da coletividade, os valores, e a percepção da população às perspectivas da atividade agrícola e de preservação natural constituem importantes parâmetros a serem levantados por aqueles mesmos métodos.

Chama-se a atenção para o fato de o uso do solo e a infra-estrutura regional constituírem indicadores da economia regional - que vem a ser atividades econômicas realizadas no espaço regional, vinculadas de alguma maneira ao empreendimento. Para a sua medição, procede-se o levantamento de dados secundários (IAP/GTZ, 1995).

A evolução da ocupação da área constitui uma informação essencial para a compreensão do funcionamento e estrutura de um ambiente. Aqui são registrados e reunidos dados históricos através de fotos aéreas, imagens orbitais, questionários, coleta de dados bibliográficos, censos, e outras fontes.



Dados sobre a legislação ambiental pertinente ao tema da análise de impacto ambiental devem ser levantados, como as especificações sobre áreas de preservação permanente ou de proteção ambiental, da alteração da qualidade das águas, da recuperação de áreas degradadas, e outros aspectos.

O conjunto desses dados alimentam, por sua vez, um banco de dados ambientais relacionados aos sistemas de produção agrícola e a área de abrangência em diferentes níveis escalares (Microbacia, Município, Estado).

### 3.1.1.3 - Caracterização da área quanto à sua aptidão agrícola

Ainda como parte integrante do **diagnóstico ambiental** da área, a caracterização da área quanto à sua aptidão agrícola (caixa n. 9) e mesmo a adequabilidade a outros usos (como a pecuária, reflorestamento, uso urbano, industrial, recreacional) (caixa n. 11), considerados os dispositivos legais envolvidos (como no tocante às áreas de preservação permanente, de proteção ambiental, por exemplo) (caixa n. 3), deve ser efetuada no sentido de estabelecer o uso agrícola potencial e a capacidade de suporte dos recursos naturais. Nele são definidas unidades de áreas homogêneas em relação a fatores ambientais, para fins de orientar e disciplinar os usos potenciais a serem adotados para essas áreas. A confrontação dos cenários de usos potenciais com a situação presente, considerada neste caso como um quadro decorrente de toda uma história de ocupação e de impactos acumulados, em um contexto mais amplo, deverá indicar, em uma etapa posterior, o **zoneamento ambiental** (vide caixa n. 62 no fluxograma), porquanto ele tem como objetivo considerar os conflitos passados e atuais sobre a utilização de recursos naturais.

O planejamento ambiental, ao qual se insere o zoneamento, constitui o instrumento básico para a prevenção ou redução da degradação ambiental e, por conseguinte, dos custos decorrentes desta. Ele deve integrar os diferentes componentes da estrutura dos ecossistemas, sejam estes naturais, semi-artificiais ou artificiais (segundo um gradiente de influência antrópica). Ou seja, deve considerar as condições físicas, químicas, biológicas e sócio-econômicas, de forma integrada, com vistas a resultar em um ambiente mais equilibrado, no tempo e no espaço.

Por sua habilidade em sobrepor e combinar conjuntos de informações ambientais, os **sistemas de informações geográficas** desempenham um papel fundamental nesta etapa. Estes sistemas consistem em um instrumento, formado pelo conjunto de hardwares, softwares, e usuários, através do qual dados referenciados geograficamente podem ser armazenados, atualizados, manipulados,

analisados e exibidos. Grande parte deles foi desenvolvido para fins de planejamento e de manejo de recurso natural (STAR & ESTES, 1990).

### 3.1.2 - Identificação dos agentes impactantes

A partir do diagnóstico ambiental pode-se estabelecer as principais ações impactantes da agricultura irrigada, como:

1) **uso da terra**, sobretudo relacionada a expansão da fronteira agrícola (caixa n. 5)

As áreas irrigadas competem espacialmente com outras culturas não irrigadas (caixa n. 12), culturas permanentes pecuária (caixa n. 11), invadem áreas destinadas à preservação permanente, diminuindo a vegetação natural (caixa n. 13) e causando a perda de biodiversidade (caixa n. 30).

2) **manejo do solo e de plantas** (caixa n. 6)

As ações incluem a mecanização (caixa n. 14), o uso de agroquímicos (agrotóxicos, fertilizantes) (caixa n. 15), o sistema de cultivo (caixa n. 16), o uso da água (caixa n. 17), e sucessão de culturas (caixa n. 18).

3) **tendências do quadro sócio-econômico** (caixa n. 7)

As oscilações de mercado (caixa n. 19), o nível tecnológico como investimento (caixa n. 20) e as políticas agrícolas existentes (caixa n. 21) podem causar alterações diretas ou indiretas em sistemas agrícolas, determinando a viabilidade ou não de empreendimentos e influenciando a capacidade de suporte dos recursos naturais (caixa n. 28).

Estas três ações produzem de forma conjunta uma rede de impactos ambientais, cujas inter-relações podem ser mais ou menos evidentes ou pronunciadas segundo a magnitude do efeito sinérgico resultante.

### 3.1.3 - Análise de impactos ambientais

Entre os **impactos intrínsecos** está o efeito de agrotóxicos à saúde humana, envolvendo estimativas de contaminação de produtos agrícolas, da água e de trabalhadores rurais, estimativas essas baseadas em resultados de experimentos laboratoriais. O risco de perda da integridade do solo pode ser analisado, considerando o impacto ambiental da mecanização, sistema de cultivo, sucessão de culturas,

retirada de cobertura vegetal, sobre o meio biológico em que se enfoca o compartimento solo em seus diferentes aspectos: físico-químico (caixas n. 22 e 23) e biológico (caixa n. 24), caracterizando a necessidade da pesquisa interdisciplinar e do enfoque sistêmico para melhor definir esses estudos. A alteração do microclima pela mudança do uso das terras e pelo manejo de solo e plantas pode favorecer a incidência de pragas e doenças (caixa n. 25), e consequentemente a qualidade dos produtos (caixa n. 26) e seu valor comercial (caixa n. 33).

Paralelamente, a alteração das propriedades físicas (caixa n. 44) e químicas (caixa n. 45) dos corpos d'água sujeitos a poluição e à contaminação por agrotóxicos (caixa n. 41) constitui um outro tema da análise de impacto da agricultura irrigada. Aqui são investigados, por exemplo, os níveis de eutrofização decorrentes das alterações físico-químicas da água, as quais corresponderiam, desta forma, a **impactos extrínsecos** da agricultura irrigada. Os efeitos prováveis de ocorrer em decorrência da poluição e contaminação por agroquímicos (caixas n. 41, 44 e 45) podem ser avaliados ao nível das comunidades aquáticas (caixa n. 46) e da influência nas cadeias alimentares (caixa n. 51).

Além destes, constituem impactos extrínsecos a poluição e contaminação do ar (caixa n. 42) geradas quando da aplicação de agroquímicos, implicando em risco de intoxicação humana e animal (caixa n. 47), assim como a alteração da cobertura vegetal (caixas n. 43 e 48), que daquela pode resultar, com as consequentes reduções de biodiversidade (caixa n. 52) e da proteção ao solo (caixa n. 53).

O conjunto desses impactos tendem a alterar o valor dos recursos naturais (caixa n. 57) e a qualidade de vida de agricultores e consumidores (caixa n. 59), ambos influenciando e sendo influenciados por indicadores econômicos (caixa n. 58).

Vários métodos podem ser empregados para a análise de impactos ambientais, e a escolha de um ou mais deles varia em função da característica da atividade, da região estudada, da disponibilidade de dados, entre outros fatores. Uma das técnicas mais simples e preliminares de análise de impactos ambientais que permite uma aproximação ecossistêmica e uma melhor compreensão da dinâmica ambiental, constitui as chamadas redes ("networks"). Uma rede de impactos consiste de um fluxograma mostrando os impactos ambientais hierarquicamente organizados, onde são identificadas as possíveis causas e efeitos, ao mesmo tempo que se estabelece as inter-relações entre os diferentes componentes ambientais e, desde que possível, entre os impactos (para a compreensão dos efeitos sinérgicos

prováveis de ocorrer). Outros métodos incluem as matrizes de interação, superposição de cartas, simulação, modelagem matemática (TURNER & O'RIORDAN, 1982; SUREHMA/GTZ, 1992).

### **3.1.3 - Análise de riscos ambientais**

Esta etapa prevê a determinação da probabilidade de um efeito indesejável ocorrer. A análise de riscos à saúde humana (caixa n. 27) pela exposição aos agrotóxicos (caixa n. 15) constitui uma das principais preocupações em sistemas agrícolas intensivos, como o da agricultura irrigada. Esta exposição pode se dar seja através diretamente do uso de aplicadores dessas substâncias (caixa n. 42), como, indiretamente, do consumo de alimentos (caixa n. 26) e de água (caixa n. 47). O risco pode ser determinado neste caso pelo produto da probabilidade de uma contaminação de produtos ocorrer e a frequência de intoxicações esperadas.

Tomando como base o conceito de probabilidade - a razão entre o número de eventos realmente sucedidos e o número de todos os eventos possíveis de ocorrerem (SILVA & SOUZA, 1987), as estimativas de risco deveriam ser baseadas em uma sequência de fatos reais observados em campo, laboratório ou gabinete, de modo a possibilitar a previsão de efeitos esperados. No caso de risco à intoxicações humanas pelo uso de agroquímicos, informações sobre número de consultas médicas, número de intoxicações e óbitos registrados, associadas à esta causa, devem ser levantadas, além de outras.

### **3.1.4 - Avaliação da qualidade ambiental**

Ainda que esta etapa implique em estimativas caracterizadas por um certo grau de incerteza e subjetividade, a avaliação da qualidade ambiental (caixa n. 60) pode ser obtida a partir da integração dos valores de recursos naturais (caixa n. 57) e de qualidade de vida de produtores e consumidores (caixa n. 59), com base em indicadores ambientais pré-estabelecidos, bem como no balanço custo / benefício estimado em função destes valores. Técnicas de valoração e ponderação de dados são instrumentos importantes nesta avaliação.

## **3.1.5 - Proposição de recomendações de uso e de medidas mitigadoras**

A partir da avaliação da qualidade ambiental o estudo é orientado à proposição de recomendações de uso e de medidas mitigadoras de impactos e ao mesmo tempo disciplinadoras sobre a atividade agrícola (caixa n. 61).

Esta etapa poderá incluir o zoneamento da área, em função das propostas de conservação e recuperação ambiental e das diferentes possibilidades de intervenção. Este zoneamento é elaborado em função da confrontação das informações sobre aptidão das terras ao uso agrícola e capacidade de suporte do ambiente, com o uso e ocupação atual das terras. O produto resultante da sobreposição destes dados associada às informações sobre políticas agrícolas e ambientais, percepção dos habitantes quanto a qualidade de vida, bem como outros fatores sociais e econômicos, poderá resultar em recomendações de usos alternativos, com base no preceito de sustentabilidade agrícola. Ações e programas de apoio devem acompanhar os resultados desta etapa, seja na forma de cumprimento e atualização da legislação municipal, programas de educação ambiental, e outras estratégias.

## **3.1.6 - Monitoramento**

Técnicas de sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica constituem instrumentos de análise e monitoramento das mudanças espaciais do uso das terras, tornando possível a avaliação da qualidade da paisagem ao longo do tempo (caixas n. 57 e 60). Essas informações são extraídas de fotografias aéreas, imagens de satélite e documentos cartográficos disponíveis. A coleta de dados em campo e em laboratório, bem como a consulta a dados censitários são procedimentos efetuados nesta etapa, segundo intervalos de tempo que variam em função de cada tipo de parâmetro ambiental estudado. Os resultados sequenciais obtidos, seja em campo, laboratório e gabinete, deverão alimentar um banco de dados sobre o agroecossistema, assim como permitirão possíveis ajustes e correções nas ações de pesquisa sobre este sistema.

## **3.1.7 - Re-alimentação de banco de dados**

Este componente do modelo conceitual metodológico trata dos fluxos de conhecimentos adquiridos sobre os sistemas agroecológicos, de modo a assegurar a alimentação de um banco de dados

organizado para a área de estudo, ao mesmo tempo que auxilia o processo de monitoramento da qualidade ambiental.

### 3.2 - APLICAÇÃO DO MODELO PARA O CASO DE GUAÍRA

O tema do projeto “Monitoramento e avaliação de impacto ambiental de agroquímicos em agricultura irrigada”, atualmente em desenvolvimento pelo CNPMA-EMBRAPA, está fundamentado no princípio de sustentabilidade agrícola, que se traduz no uso dos recursos naturais para fins agrícolas ao longo do tempo, com benefício para as gerações presentes e futuras.

Tomando como estudo de caso os sistemas de produção agrícola sob irrigação no Município de Guaíra, SP, apresenta-se a seguir alguns comentários sobre os elementos que estão sendo pesquisados junto a estes sistemas, bem como sobre as relações estabelecidas entre eles, em função das diferentes linhas de pesquisa que compõem o projeto. Os elementos pesquisados no referido projeto estão indicados nas **caixas sombreadas** do modelo conceitual (Figura 1). Estas foram numeradas a propósito de uma melhor relação com o texto que se segue.

No presente estudo escolheu-se a escala de 1:50.000 para a área municipal e de 1:25.000 para o âmbito de microbacias hidrográficas, fisiograficamente representativas, onde se situam os sistemas de produção agrícola, objeto principal da análise de impacto ambiental de áreas irrigadas (vide caixa n. 1).

O Município de Guaíra, ocupando uma área de 1.262,20 Km<sup>2</sup>, localiza-se na Região Administrativa de Ribeirão Preto, no Estado de São Paulo, e representa um dos mais importantes polos de agricultura irrigada do país. O sistema de drenagem principal é determinado pelos rios Sapucaá e Pardo, afluentes do Rio Grande, o qual faz limite com o Estado de Minas Gerais. Em termos fisiográficos, a área é caracterizada pelo relevo levemente ondulado e uniforme, sendo a geologia basicamente constituída por Rochas Sedimentares e magmáticas do Período Mesozóico, representadas respectivamente pelas formações Botucatu (arenitos) e Serra Geral (basaltos) (SÃO PAULO, 1976). Predominam na área latossolos roxos, de textura argilosa ou muito argilosa (SÃO PAULO, 1991). (caixa n. 3).

O conjunto dessas características físicas de terreno determinaram em grande parte a expansão da atividade agrícola em Guaíra, favorecida também por políticas de incentivo agrícola nas décadas de 70 a 80 (caixa n. 2). O **Quadro 1** mostra a evolução da produção agrícola no Município de Guaíra.

**Quadro 1** - Evolução da produção agrícola das principais culturas no Município de Guaíra

Data	Cultura					
	Feijão	Arroz	Milho	Algodão	Cana	Soja
1940	387	244	5.522	1.236	109	-
1950	145	2.536	5.214	2.520	470	-
1960	27	9.438	16.695	9.570	-	-
1970	8	5.158	44.249	23.318	-	17.070
1980	724	2.182	50.312	10.677	22.602	93.791
1985	1.871	1.217	35.180	5.238	1.010.541	89.114

Fonte: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (1950, 1955, 1967, 1975, 1984, 1989, 1991)

Se esta produção teve um impacto positivo na economia do Município, por outro lado, ela influenciou a sua estrutura fundiária e a paisagem rural propriamente dita. Entre as ações impactantes (caixas n. 5, 6 e 7) da agricultura irrigada no município estão a mecanização (caixa n. 14), o sistema de cultivo em monoculturas (caixa n.16), o uso de agroquímicos (caixa n. 15), e o próprio uso de água para a irrigação (caixa n. 17). Como exemplo, a mecanização empregada na agricultura em Guaíra desde principalmente a década de setenta, ao substituir a mão de obra rural, causou um expressivo êxodo rural, problema este simultaneamente observado em quase todo o Estado de São Paulo. (vide relação entre as caixas de n. 14 e n. 19, 20, 21 e 29)

A intensificação da aquisição de equipamentos de irrigação, estimulada pela política agrícola da época (vide caixas n. 2 e 21), determinou a expansão da agricultura irrigada no Município de Guaíra, nos anos oitenta. A partir de 85 começa-se a observar mais o uso de pivôs centrais, os quais por sua maior automatização, requerem menos mão de obra (ABREU, 1994).

Concomitantemente, no decorrer da década de 80 e início de 90, observou-se uma queda de produtividade das culturas, uma redução da área de plantio, especialmente de feijão de inverno, devido

ao incremento da incidência de doenças do solo (vide caixas 2, 24 e 32). Esta ocorrência está relacionada a diversos fatores, entre os quais o uso de práticas agrícolas inadequadas envolvendo o preparo do solo, a falta de um sistema de rotação de culturas, o uso incorreto da água de irrigação e a falta de opções de culturas de rentabilidade econômica (vide relação entre caixas n.16, 17, 24, 25, 32, 38 e 40). Como consequência disto, tem se verificado nos últimos anos o abandono de pivôs centrais pelos produtores irrigantes, ao mesmo tempo que se observa em áreas arrendadas o aumento do plantio de cana-de-açúcar, como monocultura de maior rentabilidade mas também de impacto social negativo, sobretudo associado ao êxodo rural (vide relação entre caixas 38 e 39, entre 38 e 40, entre 39 e 40, e entre 40 e 11).

Atualmente é possível identificar um conjunto de indicadores físicos, biológicos e sociais de degradação ambiental na área. Entre os indicadores biológicos ressalta-se a incidência de doenças de solo (caixa n. 32), como podridões radiculares e o mofo branco, casos de contaminação humana e/ou animal (caixas n. 27, 34), poluição hídrica (caixa n. 41). A compactação e a perda de fertilidade dos solos (vide relação entre caixas n. 22, 35 e 40) constituem alguns dos indicadores físicos e químicos, respectivamente, de degradação das terras associados à irrigação e à contaminação com agrotóxicos. Fatores (pressões) sociais constituem importantes indicadores de degradação ambiental, desde que o perfil sócio-econômico das comunidades envolvidas e respectivos benefícios sociais estão intimamente associados ao rendimento das culturas, produção agrícola, nível tecnológico e outros aspectos sócio-culturais (vide relação entre as caixas n. 7, 19, 20, 28, 29, 39, 40).

Os efeitos ambientais da atividade agrícola desenvolvida no Município de Guafrá incluem em uma última análise a redução da produtividade agrícola (vide relação entre as caixas n. 38 e 40) e a diminuição da qualidade de vida dos agricultores (vide relação entre caixas n. 38, 39 e 59), a poluição e contaminação de recursos naturais (vide relação entre as caixas n. 41, 42, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 54, 55 e 57), a degradação das terras e de comunidades naturais (vide caixas n. 46, 51, 54, 43, 48, 52, 53 e 57).

Além da agricultura irrigada, influências externas ao sistema de produção (caixa n. 8) influem na diminuição da qualidade ambiental. Como exemplo disto, resultados de pesquisa com recursos hídricos em Guafrá mostra um decaimento da qualidade das águas devido aos efluentes urbanos, cujo impacto é de maior magnitude com relação aos parâmetros analisados.



## 4. CONCLUSÕES

O modelo conceitual metodológico de análise de impactos ambientais da agricultura irrigada tem contribuído para definir os limites de abrangência do projeto "Monitoramento e avaliação de impacto ambiental de agroquímicos em agricultura irrigada", orientando-o para o enfoque interdisciplinar da pesquisa nas diferentes áreas de conhecimento e ao mesmo tempo sinalizando a sua aplicação a outras áreas irrigadas.

A proposta deste projeto procura enfatizar três aspectos principais: o diagnóstico agroambiental, o desenvolvimento de metodologias e parâmetros indicadores para a avaliação do impacto ambiental de agroquímicos nos compartimentos solo, água, cultura e homem, e o estabelecimento de medidas mitigadoras e/ou alternativas, visando minimizar os efeitos adversos causados pelos sistemas agrícolas caracterizados pelo uso intensivo de agroquímicos.

O modelo conceitual permitiu identificar, outrossim, algumas lacunas surgidas ao longo do desenvolvimento do projeto. Exemplo disto constitui a inclusão da pesquisa sobre a avaliação da perda de agrotóxicos durante sua aplicação (caixas n. 42, 47 e 59) em referência ao risco de poluição do ar (caixa n. 42). Espera-se, a partir da análise integrada dos resultados obtidos nesse estudo com outros parâmetros (risco à saúde humana (caixas n. 47, 59, 60), poluição de corpos d'água (caixa n. 41)) obter subsídios para a minimização dos efeitos de agroquímicos sobre os recursos naturais. De modo geral, o enfoque sistêmico e a interdisciplinaridade entre diferentes campos de estudo, segundo preceitua o modelo conceitual, deverá prevalecer e nortear todo o trabalho proposto no projeto.

É preciso salientar que este modelo conceitual encontra-se em fase de discussão e aperfeiçoamento, e que, seguramente, novos elementos deverão surgir para contribuir à visão holística e sistêmica pretendida na elaboração e condução de projetos de pesquisa nesta área. Da mesma forma, será necessário um aprofundamento maior com relação à abordagem metodológica, sobretudo com relação à análise de riscos e à avaliação da qualidade ambiental.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, Lucimar S. Impactos sociais e ambientais na agricultura: uma abordagem histórica de um estudo de caso. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 149 p.
- DILGER, R. Interdisciplinaridade, mito e realidade. In: Interdisciplinaridade: um desafio para a administração pública do meio ambiente. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, 1995. 47 p.
- GRIMA, A.P.; TIMMERMAN, P.; FOWLE, C.D.; BYER, P. Risk management and EIA: research needs and opportunities. Toronto: CEARC, 1986. 18p.
- IAP/GTZ. GIMA: guia de indicadores e métodos ambientais. Curitiba: IAP/GTZ, 1995. 72p.
- IBGE. Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes; Região Sudeste. Rio de Janeiro: 1989. v. 14, n.2.
- IBGE. Recenseamento Geral do Brasil-1940: São Paulo. Censo Agrícola. Rio de Janeiro:1950. v.17, t.3.
- IBGE. Recenseamento Geral do Brasil-1950: São Paulo. Censo Agrícola. Rio de Janeiro:1955. v.25, t.2.
- IBGE. Recenseamento Geral do Brasil-1960: São Paulo. Censo Agrícola. Rio de Janeiro:1967. v.2, t.11.
- IBGE. Recenseamento Geral do Brasil-1970: São Paulo. Censo Agropecuário. Rio de Janeiro: 1975. v.3, t.18.
- IBGE. Recenseamento Geral do Brasil-1980: São Paulo. Censo Agropecuário. Rio de Janeiro: 1984. v.2, t.3.
- IBGE. Censos Econômicos-1985: São Paulo. Censo Agropecuário. Rio de Janeiro:1991. n.21.

---

# XI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem

---

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS  
RENOVÁVEIS / Secretaria Nacional de Irrigação.. Diretrizes ambientais para o setor de irrigação.  
Brasília: IBAMA/ SENIR/ PNUD/ OMM 1992. 164p.

KNAUER, P. Exigências em sistemas de informações ambientais. In: Coletânea de textos traduzidos:  
Sistemas de informações geográficas e ambientais. Curitiba: IAP/GTZ, 1994. p. 43-51.

MOREIRA, I.V.D. Vocabulário básico de Meio Ambiente. Rio de Janeiro, Fundação Estadual de  
Engenharia do Meio Ambiente, 1990. 243p.

ODUM, E. Ecologia. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1988. 434p.

PIETERSEN, A.H. ; BLOKLAND, A. Guidelines for environmental impact assessment (EIA) of  
integrated pest management projects (IPM). Amsterdam: Royal Tropical Institute (KIT), 1994.

SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. SF-22-X-B-III: plano cartográfico do  
Estado de São Paulo - carta pedológica semi-detalhada do Estado de São Paulo - Quadrícula de  
Guafrá. Campinas: IAC, 1991. (Escala 1:100.000).

SÃO PAULO. Secretaria de Obras e do Meio Ambiente. Departamento de Águas e Energia Elétrica,  
Projeto Guafrá: Estudo de viabilidade técnico-econômica de irrigação. São Paulo, 1976. 3v.

STAR, J.; ESTES, J. Geographic Information Systems. New York: Prentice Hall, 1990. 303p.

SUREHMA/GTZ, Manual de avaliação de impactos ambientais. Curitiba: SUREHMA/GTZ, 1992.

TURNER, R.K.; O'RIORDAN, T. Project evaluation. In: Environmental Science Methods, edited by  
Robin Haynes. London: Chapman and Hall, 1982. pp. 372-398.

WHO-FAO. Joint FAO/WHO Food Standards Programme, CODEX Alimentarius Commission.  
Agenda Item 11. June 28, 1993. 23p.

ZIEGLER, J. Health risk assessment research: the OTA Report. Environ. Health Perspectives, 1993. v.  
101, n. 5, p. 402-406.

## ABSTRACT

The present article introduces a conceptual model aimed at orienting the studies of impact assessment in irrigated agriculture. Through an interdisciplinary approach and a systemic viewpoint, the model describes the main processes and interrelationships occurring in a irrigated agriculture ecosystem, allowing a hierarchical but comprehensive understanding of these systems. This model is guiding the research process under the project "Monitoring and impact evaluation of agrochemicals in irrigated agriculture". This project intends to give answers to a diminishing productivity in Guaira County, one of the main centers of irrigated agriculture in São Paulo State. A secondary objective is the proposition of management options for natural resource conservation in intensive agricultural areas. With these broad objectives, the project reach other important areas of irrigated agriculture in Brazil, such as the Petrolina County in San Francisco Valley, Pernambuco Sate.

**KEY-WORDS:** IRRIGATED AGRICULTURE, CONCEPTUAL MODEL, ENVIRONMENTAL IMPACT ANALYSIS, ENVIRONMENTAL QUALITY, METHODOLOGY