

IMPACTO AMBIENTAL EM ÁREAS IRRIGADAS: Alguns Indicadores de Qualidade Ambiental em Função dos Sistemas de Produção em Uso¹.

ADERALDO DE SOUZA SILVA², DOMINGOS DE AZEVEDO OLIVEIRA³, MARCOS CORREIA NEVES²,
LOURIVAL COSTA PARAIBA² e CLÁUDIO BUCHINELLI².



-
- ¹ Projeto 11.0.94.222, Convênio EMBRAPA/BIRD III. Trabalho apresentado no X CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, em Salvador, BA - 07 a 12 de agosto de 1994.
- ² Pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental (EMBRAPA-CNPMA), Caixa Postal 69, CEP 13.820.000, Fone + (55)0192.67.1721, Fax + (55)192.67.2202. Jaguariúna, São Paulo.
- ³ Eng^o. Agro^o. Consultor em Estatística, Bolsista RHAÉ/CNPq-EMBRAPA/CNPMA, Caixa Postal 69, CEP 13.820.000 - Jaguariúna, São Paulo.

*Meio ambiente
Impacto ambiental
- Avaliação*

*Irrigação
Qualidade ambiental
Indicada
Sistemas de produção*

Juarez; SP

Considerando que o conceito de impacto ambiental implica em tres processos consecutivos, sendo o primeiro de modificação das características do meio, seguido das modificações de seus valores ou méritos de conservação e finalmente do significado destas modificações para a saúde e o bem estar humano, o Projeto Guaira centralizou uma de suas ações de pesquisa na análise dos Sistemas de Produção Irrigados (**SIPs**) e seus efeitos intrínsecos e extrínsecos à unidade de produção, partindo-se da hipótese de que a intensidade de uso de sistemas de cultivos, quando não compensada a capacidade de uso agrário do solo, poderá ser uma das causas de impacto negativo, até então, não estudada devidamente. A valoração dos fatores ambientais vem sendo testada, inicialmente, através de cinco Indicadores de qualidade ambiental (I_{qas}) propostos neste trabalho: a) Capacidade agroecológica do solo (I_{pot}), em %; b) Fragilidade das Unidades Edafoambientais (I_{amb}), em %; d) Uso agrícola do solo (I_{uso}), em %; e) Desempenho dos sistemas de produção em uso (I_{sip}), em %; e f) Rede de drenage superficial (I_{sup}), em %. Os modelos matemáticos envolvendo a análise detalhada destes cinco I_{qas} , associados a compreensão da estrutura de funcionamento dos SIPs, estão sendo estudados, preliminarmente, na região de Guaira (SP) e, poderão apresentar resultados de Avaliação de Impacto Ambiental (A.I.A.) a curto prazo, com indicadores de estado ótimo e péssimo, e de situações críticas, conforme alguns intervalos de valores encontrados, o que poderá possibilitar a extrapolação de resultados para outras regiões agroecológicas similares.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos os estudos de impacto ambiental passaram a dar enfases às alterações das condições iniciais dos fatores ambientais e de seu monitoramento. Isto implica em medições criteriosas dos parametros e indicadores selecionados para caracterizar a qualidade dos fatores ambientais significantes, antes que quaisquer ação os modifique (OREA, 1992).¹

Uma vez realizado o inventário ambiental (Zoneamento Ambiental), que informa as características do meio, convém conhecer o estado de conservação deste e a qualidade ambiental de cada unidade de produção. Denomina-se valor ambiental a medida dessa qualidade, expressa através de Indicadores de Qualidade Ambiental (IQA). No Quadro 1, observar-se a maior parte dos fatores ambientais e de seus respectivos IQAs, que podem ser quantificados nos estudos de Avaliação de Impacto Ambiental (A.I.A.), citados pôr OREA, 1992.

Entende-se por qualidade ou grau de excelencia de um fator ou de um ponto determinado do territorio ou de uma unidade de produção (OREA, 1992), o mérito para que este seja sempre conservado. A conservação de um componente implica a utilização do mesmo de forma que fique garantido seu permanente estado de produtividade (sustentabilidade).

Atualmente, os profissionais dedicados ao assunto e os organismos governamentais e não-governamentais de meio ambiente, reconhecem ser necessário utilizar, em qualquer estudo de impacto ambiental (Brasil, 1991), métodos e técnicas consistentes e cientificamente válidos, para a previsão e quantificação dos impactos (SUREHMA, 1993), sendo os indicadores de qualidade, até o momento, uma das formas mais adequada de análise e apresentação de resultados.

Os indicadores estimam possíveis alterações no meio ambiente (OREA, 1992), intrínsecos ou extrínsecos as unidades de produção, cujas características permitem que se obtenha informações qualitativas e quantitativas rápidas, extrapolação ou generalização dos resultados a serem obtidos, interações com outros indicadores, também torna possível a detecção de alterações dos recursos naturais, além de possibilitar reprodutividade em regiões agroecológicas similares no tempo e espaço.

O Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental (CNPMA-EMBRAPA), através do Projeto de Impacto Ambiental em Agricultura Irrigada (Projeto Guaira), considera também como relevante nos estudos de impacto ambiental, além da interdisciplinariedade da equipe de pesquisa, um processo de trabalho interativo, com várias etapas de aproximação ao problema, no qual a qualidade da informação e dos resultados precisa ser, a cada passo, testada e aprimorada.

2. METODOLOGIA

A metodologia proposta é uma adaptação dos estudos realizados por OREA(1992), os quais estão sendo adaptados as condições da agricultura irrigada nacional.

2.1. Alguns Indicadores de Qualidade Ambiental

Antes de efetuar trabalhos específicos sobre impactos ambientais na agricultura irrigada, considera-se imprescindível realizar um Zonamento Ambiental Semi-Detalhado para um adequado diagnóstico dos recursos naturais, o qual consiste em conhecer as circunstâncias de sua utilização atual, os fatores que normalmente restringem seu uso e a classificação dos solos, associado ao conceito de unidades ambientais, de acordo com sua aptidão agrícola ou uso potencial. A diferenciação que se faz em relação as pesquisas convencionais de manejo de água e solo, é que a estas deverão ser associados estudos de monitoramento dos Sistemas Integrados de Produção em Uso (SIPs), até então não contemplados. Nos Quadros 2 e 3 especifica-se alguns impactos ambientais e seus principais indicadores que estão sendo estudados e definidos para a agricultura irrigada.

2.1.1. Capacidade agroecológica do solo

Significado - Adaptação do solo para os usos agrícolas.

O uso do solo representa-se em um plano denominado de uso atual, onde localiza-se e delimita-se as áreas de vegetação natural, riparianas, associações especiais de vegetação, áreas desprovidas de vegetação e seus respectivos Sistemas Integrados de Produção em Uso - SIPs (áreas com sistemas de exploração agrícola irrigados e/ou de pecuária por unidade de produção). Os Indicadores de Qualidade Ambiental como propostos poderão permitir aos irrigantes em particular e aos tomadores de decisão, sugestões técnicas de como corrigir ou modificar aquelas ações impactantes negativas em direção a um manejo eficiente deste recurso como fonte de sustentabilidade.

Quadro 1. Relações de alguns fatores e de Indicadores de Qualidade Ambiental (IQAs), com suas respectivas unidades de mensuração.

FATOR	INDICADORES	UNIDADE
Capacidade agroecológica do solo	Superfície de equivalência de Classe de solo I	%
Relevo e carácter topográfico	Superfície com relevo alterado	%
Drenagem superficial	Alteração da rede superficial de drenagem	%
Unidade de paisagem	Superfície equivalente de alta fragilidade	%
Erosão	Erosão potencial média	kg/m2/ano
Erosão intrínseca as Unidades de produção	Parcelas agrícolas erosionadas	%
Uso agrícola	Produção agrícola	%
Uso pecuário	Produção animal	%

Fonte: OREA (1992).

Assim sendo, busca-se através de pesquisas de campo em unidades de produção irrigadas, junto aos produtores rurais desenvolver e adaptar métodos de Avaliação de Impacto Ambiental (A.I.A.), bem como Técnicas de Previsão de Impacto (T.P.I.), com base em modelos preditivos (SHARPLEY e WILLIAMS, 1990) destinadas à agricultura irrigada nacional.

Este trabalho tem como objetivo principal propor alguns Indicadores de Qualidade Ambiental para estudos de A.I.A. em agricultura irrigada, os quais deverão ser agregados aos já existentes.

Quadro 2. Alguns fatores de impactos ambientais intrínsecos e extrínsecos propostos para às Unidades de Produção em agricultura irrigada, com base nos estudos de OREA, 1992.

		IMPACTOS INTRÍNSECOS
		Classes de solo
		Unidade Ambiental
	UNIDADE DE PRODUÇÃO (UnP) (intrínsecos)	Disponibilidade de água no solo
		Erosão
		Biodiversidade (Flora, Fauna e microflora e microfauna)
		Salinização
		Drenagem
<u>AGRICULTURA IRRIGADA</u>		Saúde ambiental
		IMPACTOS EXTRÍNSECOS
	UNIDADE DE PRODUÇÃO (UnP) (extrínsecos)	Águas superficiais
		Águas subterrâneas
		Produtos agrícolas
		Poluição química

Quadro 3. Alguns indicadores de qualidade ambiental intrínsecos e extrínsecos as unidades de produção em agricultura irrigada, com base nos estudos desenvolvidos pôr OREA, 1992.

Alguns indicadores intrínsecos às UnPs
I_{amb} = Capacidade agroecológica do solo (*)
I_{pot} = Potencial e fragilidade da Unidade Ambiental (*)
I_{dta} = Classes hídricas (*)
I_{sip} = Desempenho dos sistemas de produção em uso (*)
I_{uso} = Sustentabilidade agrícola
I_{sal} = Qualidade de água de irrigação
I_{dre} = Drenagem superficial (*)
I_{sau} = Risco de contaminação na água, solo, planta e no homem
Alguns indicadores extrínsecos às UnPs
I_{sup} = Qualidade de água de drenagem
I_{sub} = Qualidade de água de percolação
I_{agr} = Resíduo em alimentos básicos
I_{qui} = Resíduo no ar

* Indicadores em estudo no Projeto 11.0.94.222 - Projeto "Guaira".

Posteriormente determinam-se os fatores que afetam positivamente ou negativamente o adequado desenvolvimento dos cultivos, tais como: deficiências de umidade, excesso de água, erosão, topografia, profundidade do lençol freático, pedregosidade superficial, salinidade e sodicidade, que permitem agrupar os solos em classes.

Descritor - Classes agroecológicas. O Serviço de Conservação de Solos dos Estados Unidos estabelece oito Classes Agroecológicas(OEA, 1992):

- a) Solos apropriados para os cultivos e outros usos - Classes **I, II, III e IV**
- b) Solos para uso limitado (pastagens e bosques) - Classes **V, VI e VII.**
- c) Solos não apropriados para o cultivo - Classe **VIII.**

Uma vez os solos agrupados em Classes, é possível diagnosticar uma série de práticas agrícolas impactantes. Uma positivamente de acordo com as normas técnicas recomendadas e, outras, talvez, negativamente, estejam sendo implementadas, no dia a dia dos produtores rurais em suas áreas irrigadas e de sequeiro, já que na maioria de suas unidades de produção é possível, encontrar-se, explorações de culturas irrigadas e dependentes de chuva.

Indicador - Superfície equivalente de Classe Agroecológica I, em (%).

$$I_{amb} = \frac{\sum \text{Superf. Classes Agroecol. } \langle \langle i \rangle \rangle \times \text{Coef. ponderado } \langle \langle i \rangle \rangle}{\sum \text{Superfície equivalente de Classe I no âmbito da microbacia}} \times 100 \quad (1)$$

Substituindo-se a fórmula (1) por variáveis tem-se que:

$$I_{amb} = \frac{\sum SCA_{(i)} \times Cp_{(i)}}{\sum SeC_{I_{MbH(1)}}} \times 100 \quad (2)$$

Impacto Ambiental - Indicador de estado ótimo, péssimo e de situações críticas. O estado ótimo é considerado como resultado dado pela manutenção da capacidade agroecológica atual (produtiva) na totalidade da superfície da microbacia hidrográfica considerada, sendo o estado péssimo a situação contrária. A perda irreversível de 25 a 30% da superfície equivalente de Classe I por exemplo, é considerada crítica.

Âmbito de Referência - É determinado em cada microbacia hidrográfica diretamente afetada pela implantação de um determinado projeto de irrigação. Quando o projeto já encontra-se em operação, busca-se resgatar informações similares, anteriores à implantação do mesmo.

2.1.2. Potencial e fragilidade da Unidade Ambiental

Significado - Unidade Ambiental é definida segundo RICHÉ, et al. (1989), citado pôr SILVA, et al. 1993, como uma entidade espacializada, na qual o material de origem do solo, a vegetação natural, o modelado e a natureza e distribuição dos solos em função da topografia, constituem um conjunto de problemática homogênea, cuja variabilidade é mínima, de acordo com a escala cartográfica.

Descritor - Unidades Ambientais. Espaço rural ou microbacia hidrográfica homogênea. A relação de qualidade ambiental entre as Unidades Ambientais são estabelecidas a partir de sua fragilidade e potencialidade à exploração agropecuária irrigada, empregando-se o valor determinado como Coeficiente de ponderação ao efeito de equivalência (Coef. ponderado << i >>).

Indicador - **Exemplo:** Superfície equivalente de fragilidade 1, em (%).

$$I_{pot} = \frac{\sum \text{Superf. Unid. Ambientais } \ll i \gg \times \text{Coef. fragilidade } \ll i \gg}{\sum \text{Sup. Unid. Ambient. } \times \text{Coef. de frag. } \ll i \gg \text{ no âmbito de referência}} \times 100 \quad (3)$$

Substituindo-se a fórmula (1) por variáveis tem-se que:

$$I_{pot} = \frac{\sum SUA_{(i)} \times Cf_{(i)}}{\sum SUA_{I_{MH}(i)} \times Cf_{MH(i)}} \times 100 \quad (4)$$

Impacto Ambiental - Indicador de estado ótimo, péssimo e de situações críticas. O estado ótimo é dado quando não é afetado negativamente para nenhuma Unidade Ambiental, sendo o estado péssimo a situação contrária. Pôr exemplo a degradação paisajística de 30% da superfície equivalente de fragilidade 1, é considerada crítica.

Âmbito de Referência - Deverá ser considerado cada caso, tendo-se como unidade geográfica de referência a microbacia hidrográfica, e territorial o município afetado.

2.1.3. Drenagem superficial

Significado - Conjunto de elementos da rede de drenagem superficial de uma determinada microbacia hidrográfica.

Descritor - Conjunto de cursos de água superficiais. A importância dos cursos de água é estabelecida em função de suas vazões anuais de descarga e temporariedade.

Rios (Cursos de águas permanentes, com vazões superiores a 150 m ³ /s)	1.0;
Ribeirões (Cursos de águas permanentes com vazões entre 5 e 150 m ³ /s)	0.6;
Pequenas correntes de águas temporárias (Vazão maior que 2.5 m ³ /s)	0.4;
Pequenas correntes de águas temporárias (Vazão menor que 2.5 m ³ /s)	0.2.

Indicador - Exemplo: Alterações da rede de drenagem superficial, em (%).

$$I_{dre} = \left(1 - \frac{\sum (\text{Longitude de cursos de água da rede superficial desviados ou interrompidos} \times \text{Coef. importância})}{\sum (\text{Longitude da rede superficial de drenagem considerada ponderada por sua importância})} \right) \times 100 \quad (3)$$

Substituindo-se a fórmula (1) por variáveis tem-se que:

$$I_{dre} = \frac{\sum LCAS_{(i)} \times Ci_{(i)}}{\sum LRSD_{MBH(i)}} \times 100 \quad (4)$$

Impacto Ambiental - Indicador de estado ótimo, péssimo e de situações críticas. O estado ótimo é dado em função da manutenção adequada da rede de drenagem natural. A alteração de 50% da rede superficial de drenagem é considerada intolerável, sendo necessário corrigir quaisquer alterações ocasionadas na rede.

Âmbito de Referência - A ser determinada em cada caso. Como ponto de partida poderá ser tomado um âmbito parcial de referência da microbacia hidrográfica que inclua a longitude total dos cursos de água afetados.

2.1.4. Classes hídricas

Significado - Disponibilidade total de água no solo em $m^3/ha/cm$ (segundo BERNARDO, 1986, citado pôr SILVA, et al. 1990 - Quadro 4a). As classes hídricas para os solos de textura média e fina (Quadro 4b), estabelecidas através de regressões múltiplas, consideram como variável dependente a umidade do solo (% em peso) no ponto de murcha permanente (PMP) a 1,5 Mpa, e como variáveis independentes, as componentes lineares e quadraticas e a interação entre a umidade (% em peso) na capacidade de campo (CC) a 0,03 Mpa e a disponibilidade total de água no solo (DTA).

Quadro 4a. Limites de disponibilidade total de água, em mm d' água, por cm de solo, para diferentes texturas (DTA).

TEXTURAS	Disponibilidade Total de Agua (DTA)					
	mm/cm do solo			m ³ /ha por cm do solo		
Grossa	0,4	a	0,8	4	a	8
Média	0,8	a	1,6	8	a	16
Fina	1,2	a	2,4	12	a	24

Fonte: BERNARDO (1986), citado pôr SILVA, et al. (1990).

Quadro 4b. Classes hídricas de disponibilidade total de água, em m³ d' água, por ha por cm de solo, para diferentes texturas (DTA).

TEXTURAS	Classes hídricas (m ³ /ha/cm de profundidade de solo)											
	Classe 6		Classe 5		Classe 4		Classe 3		Classe 2		Classe 1	
Grossa	3.51	4.0	4.0	4.98	4.98	5.97	5.97	6.95	6.95	7.93	7.93	8.42
Média	7.46	8.42	8.42	10.34	10.34	12.26	12.26	14.19	14.19	16.20		
Fina	11.71	12.86	12.86	15.48	15.18	17.49	17.49	19.81	19.81	22.12	22.12	23.28

Fonte: SILVA, et al. (1990).

Descritor - Classes hidricas. Limites de água disponível no solo que podem ser estimados com base na textura do solo com significância superior a 99,9% de probabilidade ($p > 0,01$), em função da umidade no ponto de PMP e a umidade no ponto de CC, possibilitando comparações com resultados obtidos por meio de outros métodos ou extrapolações, sem a necessidade de recorrer a calculos, bem como a realização de mapeamentos exploratorios, tanto em áreas irrigaveis como em áreas de agricultura dependente de chuva (SILVA, et al., 1990).

Dados básicos - Analises dos parametros fisico-hidricos dos solos a serem estudados, englobando-os em classes texturais. As amostras deverão ser coletadas nos horizontes A e B, até 60 cm de profundidade, a partir da superficie natural do terreno.

Indicador - Exemplo: Superficie equivalente de Classe hidrica 1, em (%).

$$I_{dta} = \frac{\sum \text{Superf. equiv. de Classe hid. 1} \ll i \gg \times \text{Coef. ponderação} \ll i \gg}{\sum \text{Sup. equiv. de Classe 1} \times \text{Coef. de pond.} \ll i \gg \text{ no âmbito de referência}} \times 100 \quad (5)$$

Substituindo-se a fórmula (1) por variáveis tem-se que:

$$I_{dta} = \frac{\sum SECh_{1(i)} \times Cp_{(i)}}{\sum SECh_{1I_{MbH(i)}} \times Cp_{(i)}} \times 100 \quad (6)$$

Impacto Ambiental - Indicador de estado ótimo, péssimo e de situações criticas. O estado ótimo é dado quando não é afetado negativamente para nenhuma Classe hidrica, sendo o estado péssimo a situação contrária. A redução da capacidade de armazenamento de água no solo em 30%, quando comparada a condições naturais (Solos de vegetação natural), é considerada crítica.

Âmbito de Referência - Deverá ser considerado cada caso, tendo-se como unidade de referência a Classe de solo afetado.

2.1.5. Desempenho dos sistemas de produção em uso (Uso agrícola do solo)

Significado - Uso atual do solo com aproveitamento agrícola.

Descritor - Unidades homogêneas cujo índice de equivalência ou sustentabilidade é estabelecido em função da produção e/ou da rentabilidade por unidade de superfície.

Indicador - **Exemplo:** Produtividade agrícola, em (%).

$$I_{sip} = \frac{\sum \text{Superfície agrícola} \ll i \gg \times \text{Produtividade} \ll i \gg}{\sum \text{Produção agrícola no âmbito de referência}} \times 100 \quad (3)$$

$$I_{sip} = \frac{\sum SaP_{MH(i)} \times Pr_{(i)}}{\sum Pa_{sip(i)}} \times 100 \quad (4)$$

Impacto Ambiental - Indicador de estado ótimo, péssimo e de situações críticas. O estado ótimo é dado quando não é afetada a superfície agrícola. diminuição de 30%, tanto da superfície agrícola como em produção, pode-se considerar crítica.

Âmbito de Referência - Deverá ser considerado cada caso, tendo-se como parametro básico a superfície do limite da microbacia hidrográfica ou município afetado.

3. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Estudos estão sendo realizados com a finalidade de agregar, os demais Indicadores de Qualidade Ambiental (IQA_a) citados no Quadro 3, objetivando contribuir com a importância da abordagem científica ao processo dos estudos de impacto ambiental. Isto implica medições criteriosas dos parametros indicadores selecionados ao longo do tempo, no âmbito das microbacias hidrográficas piloto, selecionadas para este objetivo específico. Nestes sentido, ainda são preliminares os dados obtidos, os quais precisam ser repetidos por mais algum tempo para que resultados conclusivos sejam expostos

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BRASIL. Presidência da República. Comissão Interministerial para Preparação da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. O desafio do desenvolvimento sustentável; pref. do Presidente Fernando Collor. - Brasília: Cima, 1991. 204p. : il.
- ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS (New York, USA). United States of American National Report. [s.l.], 1992. 423p.
- OREA, D. G. Evaluación de impacto ambiental. Madrid. Editorial Agricola Española, S. A., 1992. 222 p.
- SHARPLEY, A. N. and WILLIAMS, J. R. EDS. 1990. EPIC-Erosion/Productivity Impact Calculator: 1. Model Documentation. U.S. Department of Agriculture Technical Bulletin No. 1768, 235p.
- SILVA, A. de S.; BRITO, L. T. de L.; OLIVEIRA, C. A. de V. e MOITA, A. W. Parametros de solos em função de umidade na capacidade de campo em áreas irrigaveis do Trópico Semi-Árido brasileiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.25, no. 1, p. 103-106. 1990.
- SILVA, F.B.R. e; RICHE, G.R.; TONNEAU, J.P.; SOUSA NETO, N.C. de; BRITO, L.T. de L.; CORREIA, R.C.; CAVALCANTI, A.C.; SILVA, F.H.B. da; SILVA, A.B. da. Zoneamento agroecológico no Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Petrolina, PE - EMBRAPA- CPATSA/Recife, PE: EMBRAPA-SNLCS, 1992. 155p.
- SUREHMA (Curitiba, PR). Manual de avaliação de impactos ambientais. 2a. edição. Curitiba: IAP:GTZ, 1993. 1 v.