

# Medidas para comparação entre requerimentos legais e práticas de campo no uso de produtos fitossanitários:



## INDICADORES DAC

DOMINGOS DE AZEVEDO OLIVEIRA

ADERALDO DE SOUZA E SILVA

CLAUDIO A. SPADOTTO

## **REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**

Presidente: Fernando Henrique Cardoso

Ministro da Agricultura e do Abastecimento: Francisco Sergio Turra

### **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa**

Presidente: Alberto Duque Portugal

Diretores: Dante Daniel Giacomelli Scolari

José Roberto Rodrigues Peres

Elza Angela Battaglia Brito da Cunha

### **Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental - CNPMA**

Chefe Geral: Bernardo van Raij

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento: Arioaldo Luchiari Júnior

Chefe Adjunto Administrativo: Rosângela Blotta Abakerli

***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária***

***Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental***

***Ministério da Agricultura e do Abastecimento***

**MEDIDAS PARA COMPARAÇÃO ENTRE  
REQUERIMENTOS LEGAIS E PRÁTICAS  
DE CAMPO NO USO DE PRODUTOS  
FITOSSANITÁRIOS: INDICADORES DAC**

Domingos de Azevedo Oliveira, Aderaldo de Souza e Silva, Cláudio A. Spadotto.

Jaguariúna, SP

1998

EMBRAPA-CNPMA. Boletim de Pesquisa 02

Exemplares dessa publicação podem ser solicitados à:

**Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental - CNPMA**

Rodovia SP 340 - km 127,5 - Bairro Tanquinho Velho

Caixa Postal 69 13820-000 - Jaguariúna, SP

Fone: (019) 867-8700 Fax: (019) 867-8740

e.mail: adi@cnpma.embrapa.br

**Comitê de Publicações:** Ariovaldo Luchiari Júnior  
Cláudia Conti Medugno  
João Fernandes Marques  
José Flávio Dynia  
Raquel Ghini  
Tarcízio Rego Quirino  
Maria Amélia de Toledo Leme  
Margarete Esteves N. Crippa

**Revisão:** Ligia Abramides Testa

**Editoração:** Regina Lúcia Siewert Rodrigues

**Normatização:** Maria Amélia de Toledo Leme

**Tiragem:** 500 exemplares

OLIVEIRA, D.A.; SILVA, A. S.; SPADOTTO, C. A. **Medidas para comparação entre requerimentos legais e práticas de campo no uso de produtos fitossanitários:** indicadores DAC. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 1998. 39p. (EMBRAPA-CNPMA. Boletim de Pesquisa, 2)

CDD 632.95

©EMBRAPA-CNPMA, 1998

# SUMÁRIO

RESUMO .....	5
SUMMARY .....	7
1. INTRODUÇÃO .....	9
2. MATERIAIS E MÉTODOS .....	14
2.1. EQUAÇÃO BÁSICA .....	15
2.2. ÍNDICES DE QUALIDADE DE USO .....	18
2.2.1. ÍNDICE DE PRINCÍPIO ATIVO .....	18
2.2.2. ÍNDICE DE PULVERIZAÇÃO .....	18
2.2.3. ÍNDICE DE CULTURA .....	18
2.3. INDICADORES DE QUALIDADE DE USO .....	18
2.3.1. INDICADOR DO PRODUTOR POR CULTURA .....	18
2.3.2. INDICADOR DO PRODUTOR .....	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	22
3.1. PRODUTOS E PRINCÍPIOS ATIVOS MONITORADOS .....	22
3.2. CULTURAS MONITORADAS .....	22
3.3. PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS REGISTRADOS .....	22
3.3.1. ÍNDICE DE QUALIDADE .....	22
3.3.2. FATOR DE REPETIBILIDADE .....	33
3.3.3. INDICADOR DE QUALIDADE .....	34
3.4. PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS UTILIZADOS .....	35
3.5. INDICADORES DE QUALIDADE DE USO DO PRODUTOR....	37
4. CONCLUSÕES .....	37
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	38

# **MEDIDAS PARA COMPARAÇÃO ENTRE REQUERIMENTOS LEGAIS E PRÁTICAS DE CAMPO NO USO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS: INDICADORES DAC**

## **RESUMO**

---

O uso de pesticidas no Brasil é regulamentado pelos Ministérios da Agricultura e Abastecimento, da Saúde, e do Meio Ambiente. Este estudo propõe um modelo matemático para relacionar as prescrições legais e o uso real de pesticidas. O modelo permite deduzir índices e indicadores, desde o nível mais baixo de agregação (uso de um pesticida por pulverização no campo), até o nível mais alto (estudo dos produtores). Três índices são deduzidos para: a) o ingrediente ativo; b) pulverização; c) cultura. Dois indicadores são também deduzidos para a) cultura por produtor; e b) produtores. A informação numérica permite, então, comparar entre diferentes produtos agrícolas e diferentes produtores, usando os chamados indicadores DAC, que medem a conformidade do uso real de pesticidas com as prescrições legais. Usando os indicadores DAC, é possível estabelecer que os produtores que estiverem fora do intervalo de  $>0.90$  a  $1.00$  apresentam risco de gerar mais resíduos de pesticida do que é legalmente permitido. Por outro lado, produtores cuja produção está no intervalo aceitável, apresentam um risco menor de ter problemas relacionados a resíduos de pesticidas.

# **COMPARING LEGAL REQUIREMENTS AND FIELD PRACTICES OF PESTICIDE USE: DAC INDICATORS**

## **SUMMARY**

---

---

Pesticide use in Brazil is regulated by the Ministry of Agriculture and Food Supply, Ministry of Health, and Ministry of Environment. In this paper, a mathematical model related to the legal regulation and actual use of pesticides is proposed. The model permits deducing indices and indicators from the lowest aggregate level (use of one pesticide by field spraying) to the highest aggregate level (grower's study). Three indices are deduced for: (a) active ingredient, (b) spray rate, and (c) crop. Two indicators are also deduced for: (a) crops by grower; and (b) growers. Numerical information permits comparison of different crops and growers by means of the named DAC indicators, which measure the conformance of actual use with legal regulation of pesticides. By using the DAC indicators, it is possible to establish that those growers who are outside the interval  $> 0.90 - 1.00$  present a risk of generating more pesticide residues than are legally allowable. On the other hand, growers whose crops are within the acceptable range present a lower risk of having problems related to pesticide residue.

# **MEDIDAS PARA COMPARAÇÃO ENTRE REQUERIMENTOS LEGAIS E PRÁTICAS DE CAMPO NO USO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS: INDICADORES DAC**

Domingos de Azevedo Oliveira<sup>1</sup>

Aderaldo de Souza e Silva<sup>2</sup>

Cláudio A. Spadotto<sup>3</sup>

## **1. INTRODUÇÃO**

O problema da produção agrícola não pode ser tão-somente relacionado à existência de capital, trabalho e tecnologia. Seja  $PA = f(C, H, T)$ , onde PA é a produção agrícola obtida, C, o capital investido, H, o trabalho do homem e T, a tecnologia existente; cada um tem seu próprio peso e deve ser considerado de modo independente no sistema de produção, na fase de definição dos diferentes índices que quantificarão PA.

Sendo, de outra parte,  $T = f(RN, MI, CS)$ , onde RN são os recursos naturais, MI as máquinas e equipamentos necessários, CS o conhecimento científico, vê-se que  $PA = f(\dots, CS, \dots)$ , o qual inclui entre outros:

- manutenção e implementação da capacidade produtiva do solo;
- desenvolvimento de sementes e mudas adaptadas ao ambiente;

---

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, MS - Bolsista do CNPQ/RHAE, Instituto Biológico, Caixa Postal 70, 13001-970 Campinas, SP. e-mail: domingos@bdt.org.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Ph.D., Embrapa Meio Ambiente, Caixa Postal 69, 13820-000 Jaguariúna, SP.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, MS, Embrapa Meio Ambiente, Caixa Postal 69, 13820-000 Jaguariúna, SP.

- conhecimento dos organismos que ocorrem e suas interações com o clima e com as plantas cultivadas;

- conhecimento dos agroquímicos que aumentam a produção (fertilizantes, corretivos, etc.);

- conhecimento dos agroquímicos que têm por objetivo manter a produção no nível máximo que os demais fatores o permitem e que, neste trabalho, são denominados produtos fitossanitários (PFS)<sup>4</sup> (COSAVE, 1996);

- conhecimento de tecnologia de aplicação (TA);

- conhecimento das interações entre os fatores climáticos e TA;

Desse modo, sendo a aplicação do conhecimento científico função de diferentes fatores, como do homem e das máquinas e equipamentos, vê-se, em última análise, que a manutenção da produção no máximo (PAM), conforme definido, pode assim ser expressa  $PAM = f(H, RN, MI, PFS, TA, \dots)$ .

É, assim, pertinente admitir que a interação desses fatores implica haver possibilidade de variação nas aplicações reais do produto fitossanitário utilizado. Desse modo, torna-se necessário realizar o monitoramento de áreas específicas e representativas de algumas culturas, de modo que se possa ter um índice que represente a efetiva quantidade do produto utilizado e que, devidamente avaliado, para o conjunto dos produtores e das culturas e segundo o conceito de Defensivos Agrícolas Aplicados com Ciência (DAC), possa se transformar em um indicador ( $I_{DAC}$ ) da prática do uso de produtos fitossanitários, o qual, sem dúvida, se relacionará com a produção e com a manutenção da capacidade produtiva do meio ambiente.

O uso de produtos fitossanitários pela agricultura é definido, em suas bases, através da pesquisa científica que gera os dados limites para seu

---

<sup>4</sup> A denominação **produtos fitossanitários**, equivalente a defensivos agrícolas, agrotóxicos, pesticidas, foi definida como termo a ser utilizado pelos países do MERCOSUL pelo Comitê de Sanidade Vegetal do Cone Sul (COSAVE), em novembro de 1996.

uso e que considera, como ponto fundamental para a sua admissão, a segurança do homem, da flora e da fauna existentes. Em tais pesquisas, além das doses mínimas e máximas de ingrediente ativo a serem indicadas como adequadas para uso pelos produtores, realizam-se quantificações dos possíveis resíduos deixados pelos referidos agroquímicos, de tal maneira que seu uso seja feito com a devida segurança do meio ambiente. Tais pesquisas são, então, analisadas e aprovadas pelos órgãos pertinentes do Ministério da Agricultura e Abastecimento, da Saúde e do Meio Ambiente e, para isso, os citados órgãos do Governo Federal têm normas rígidas a serem seguidas pelos interessados na liberação dos produtos para uso na agricultura. A Lei Federal nº 7.802, de 11 de junho de 1983, e o Decreto Federal nº 98.816, de 11 de janeiro de 1990, apresentam as exigências legais sobre o assunto, e outros decretos e portarias complementam esse diploma legal, tanto no nível federal quanto no estadual (Brasil, 1995; Gelmini, 1991). A abordagem legal demonstra que existe grande preocupação com o conhecimento, a avaliação, a adequação, etc., dos diferentes aspectos envolvidos no uso de defensivos agrícolas.

Nesse particular, Munford & Stonehouse (1995) sugerem, com propriedade, que, no trato da questão “pesticidas”, os diferentes agentes envolvidos devem ser considerados separadamente, haja vista que seus interesses são díspares. Assim, esses autores dividem os interessados em quatro grupos, a saber: 1. consumidores: 1.1. de países desenvolvidos, 1.2. de países subdesenvolvidos; 2. produtores agrícolas; 3. produtores e comerciantes de pesticidas; 4. outros interessados (na conservação da vida selvagem - caçadores, pescadores, etc; indústria de controle de pragas; área médica, etc.). Finalmente, esses autores advogam a existência de índices e indicadores que possam mensurar os efeitos das ações oficiais no campo em discussão. Silva et al. (1994a e 1994b) discutem os indicadores e o monitoramento e impacto ambiental, analisados do ponto de vista de atividades em áreas irrigadas.

Antes destes comentários, a preocupação da Comunidade Económica Europeia com o tema já havia sido apresentada em Simposium realizado na Universidade de Reading, UK (BCPC, 1990). Neste, Henningsen (1990) lembra que o maior problema do uso de pesticidas não é a legislação, mas, sim a prática, isto é, o real uso dos produtos e suas doses e, em particular, o aumento do número de pulverizações por cultura e por ano. Pimentel et al. (1993) questionam o nível de uso dos pesticidas, considerando que os dados relativos aos prejuízos causados pelas pragas, doenças e ocorrência de ervas daninhas são estimativas simples, analisadas de modo independente, o que, na realidade, não corresponde ao melhor enfoque. A análise conjunta deveria ser o objetivo, para melhor aquilatar o prejuízo devido àqueles agentes. Bowles & Webster (1995) questionam o custo social do uso de pesticidas. Essa ampla questão, uso de produtos fitossanitários, permite, portanto, diferentes abordagens. A presente diz respeito ao desenvolvimento de índices e indicadores da prática de uso de pesticidas por parte dos produtores rurais.

Nesta abordagem do problema, propõe-se a criação de índice de qualidade de utilização de produtos, independente da quantificação da dose e de indicador de qualidade do produtor rural quanto ao emprego de produtos fitossanitários para a defesa vegetal. O índice visa permitir verificar os limites de variação de seu uso, tanto para as aplicações isoladas quanto para o conjunto das culturas, e o indicador visa caracterizar o cuidado do produtor rural no que diz respeito à pulverização. É a informação sobre a qualidade do uso do produto fitossanitário que, adequadamente trabalhada, caracterizará a qualidade do produtor rural para o referido enfoque. Este terá qualidade máxima quando o indicador for 1,0, conforme se demonstra no decorrer deste trabalho. As variações possíveis, de 0,0 a 1,0, são discutidas. Elas definirão a ocorrência de não-conformidades no processo produtivo agrícola, no que se refere ao uso de defensivos agrícolas, e a identificação de tais ocorrências será útil quando se objetiva instalar um sistema de qualidade em atividade produtiva.

O indicador DAC tem, assim, por objetivo, colaborar para a compreensão dos problemas que envolvem a sustentabilidade da atividade agrícola, questionando, de imediato, a técnica produtiva nela utilizada através da caracterização dos usuários dos produtos fitossanitários. Tal ação levará a que esses produtores tendam a se adequar às indicações científicas, representadas pelas doses legalmente prescritas, evitando, pois, a degradação ambiental.

Finalmente, com esta abordagem, objetiva-se atingir a padronização de determinados conceitos e o desenvolvimento de medidas quantitativas de suas avaliações, de modo a transformar emoções e mitos em fatos cientificamente estabelecidos, objetivos esses intrínsecos à geração de índices e indicadores, no dizer de Lal (1994).

Em 1993-1994, a EMBRAPA-CNPMA realizou o monitoramento de diversas lavouras na região de Guaíra, Norte do Estado de São Paulo, sendo todas irrigadas por pivô central. Entre elas, nove cultivos foram utilizados para a realização do presente estudo, considerando-se os defensivos agrícolas utilizados com o objetivo de verificar os limites e adequação de seu uso diante das suas indicações técnicas quantitativas definidas pela pesquisa científica e aprovadas pelos órgãos governamentais pertinentes (Andrei, 1993).

Os limites de uso dos princípios ativos registrados para as culturas, em cada caso, são aqueles definidos pela pesquisa científica conforme Gelmini (1991), Andrei (1993) e Brasil (1995), tendo-se considerado os limites superiores e inferiores das respectivas indicações.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

As diversas lavouras estudadas localizam-se em três microbacias hidrográficas (1, 2 e 3), no Norte do Estado de São Paulo. Os produtores considerados para este estudo passam a ser caracterizados pelo número das microbacias.

As informações coletadas referem-se a quatro culturas (feijão, milho, soja e tomate industrial) num total de nove ciclos de cultivo. Dois tipos de plantio foram levados em conta para a cultura de feijão: convencional e direto, tendo-se ainda definido o momento da semeadura e a colheita. No monitoramento para cada ciclo de cultivo, consideraram-se todas as atividades realizadas e referentes ao referido ciclo, sendo, para este trabalho, aproveitadas as informações relativas à quantidade do produto fitossanitário, data de uso e procedimento para aplicação.

Os defensivos agrícolas empregados nessas culturas foram considerados, neste trabalho, com o objetivo de subsidiar o desenvolvimento do método DAC. Este, ao propor o uso de índices e indicadores, baseia-se nos dados de campo, obtidos pelo monitoramento, e nas indicações técnicas quantitativas definidas pela pesquisa científica e aprovadas pelos órgãos governamentais pertinentes nos termos do Decreto Federal nº 98.816, de 11 de janeiro de 1990 (Gelmini, 1991, Andrei, 1993 e Brasil, 1995).

- Definições de interesse ao desenvolvimento proposto:

**Produto fitossanitário:** qualquer substância ou mistura de substâncias destinada a prevenir, controlar e destruir todo agente nocivo, incluindo as espécies não desejadas de plantas ou animais que causam prejuízo ou interferência negativa na produção, elaboração ou armazenamento de produtos vegetais. O termo inclui coadjuvantes, fitorreguladores, dessecantes e substâncias aplicadas aos vegetais, antes ou depois da colheita, para protegê-los contra a perda durante o transporte e armazenamento.

**Ingrediente ativo:** substância empregada para conferir eficácia ao produto fitossanitário

- Valores obtidos a partir do monitoramento:

**Qr:** quantidade real de princípio ativo utilizada;

**ir:** intervalo, em dias, entre duas aplicações do mesmo produto fitossanitário;

**iac:** intervalo entre a aplicação e a colheita.

- Valores técnicos definidos pela pesquisa:

**Qd:** quantidade de princípio ativo indicada conforme parecer técnico;

**mv:** menor valor para o intervalo de aplicação segundo recomendação técnica;

**c:** carência definida pela indicação técnica.

## 2.1. Equação básica

A razão entre a quantidade de produto fitossanitário usada pelo agricultor e a quantidade do mesmo produto indicada pela pesquisa constitui a base inicial do índice. A partir das informações da pesquisa, verificam-se os seguintes tipos de indicação: (a) quantidades fixas de produto fitossanitário por hectare; (b) quantidades definidas em intervalo, apresentando, neste caso, na maioria das vezes, concentração fixa para a calda e suas quantidades mínimas e máximas por hectare. Em qualquer tipo de indicação o organismo alvo é definido. Os índices mínimos e máximos fundam-se nessas indicações; quando as indicações da pesquisa são diferentes fazem-se as adaptações indispensáveis para que, sem mudar o critério da pesquisa, elas se adaptem às já citadas. No caso das indicações fixas por hectare, os índices máximos e mínimos se equivalem; nesse caso, portanto, não haveria necessidade da conceituação de dois limites; entretanto, como as pesquisas que permitem as indicações técnicas ainda não atingiram o nível de indicações fixas por hectare, para todos

os produtos, evidentemente definindo-se apropriadamente os respectivos organismos-alvo, mantém-se o uso de índices mínimos e máximos. Além dessa base inicial, o índice tem, para seu cálculo, o concurso de diferentes fatores, dois dos quais são posteriormente apresentados. A introdução de novos fatores é considerada como possível com o desenvolvimento desta linha de pesquisa. A equação 1 apresenta a fórmula matemática básica, denominada índice DAC de princípio ativo por produto:

$$\dot{i}_{\text{DAC(ind)}_{ijkl}} = \frac{Qr_{ijkl}}{Qd_{ijkl}} * \pi(f_h) \quad 1$$

onde:  $i_{\text{DAC(ind)}_{ijkl}}$ : índice DAC por princípio ativo;  $QR_{ijkl}$ : quantidade real utilizada;  $Qd_{ijkl}$ : quantidade indicada pela pesquisa científica;  $i = 1, 2, 3, \dots$ , I: princípio ativo considerado;  $j = 1, 2, 3, \dots, J$ : pulverização considerada;  $k = 1, 2, 3, \dots, K$ : cultura considerada,  $l = 1, 2, 3, \dots, L$ : agricultor considerado, sendo  $\pi(f_h)$  com  $h = 1, 2, \dots, H$ , a produtória de diferentes fatores, dos quais dois são apresentados nesta publicação:  $f_1$  e  $f_2$ , sendo  $f_1 = fl_{ik}$  - fator relativo a intervalo de aplicação, e  $f_2 = fc_{ikm}$ : fator relativo à carência do produto. As equações 2 e 3 explicam o conceito dos fatores  $fl_{ik}$  e  $fc_{ikm}$ .

$fl_{ik}$ : fator para caracterização do intervalo entre aplicações

$$fl_{ik} = \begin{cases} 1 & \text{para } ir \geq mv \\ (mv_{ik}) / (ir_{ik}) & \text{para } ir < mv \end{cases} \quad 2$$

onde:  $mv_{ik}$ : menor valor do intervalo de aplicação, em dias;  $ir_{ik}$  - intervalo real de aplicação, em dias, sendo  $ir = 0, 1, 2, \dots, mv$ ;

$fc_{ikm}$ : fator relativo à carência legal;

$$fc_{ikm} = \begin{cases} 1 & \text{para } iac \geq c \\ (c_{ikm}) / (iac_{ikm}) & \text{para } iac < c \end{cases} \quad 3$$

onde:  $c_{ikm}$ : carência definida pela pesquisa científica;  $iac_{ikm}$ : intervalo entre a aplicação e a colheita, em dias, sendo  $iac = 0, 1, 2 \dots, C$  e,  $m = 1, 2, \dots, M$ , número de colheitas. Observe-se que, caso haja mais de uma colheita, deve-se calcular um fator “fc” para cada uma.

A fórmula 4 apresenta o índice por princípio ativo -  $i_{DAC(ind)}$  considerando esses dois fatores. Tal índice equivale a 1 quando o  $Qr_{ijkl} = Qd_{ijkl}$ ,  $f_{ik} = 1$  e  $fc_{ikm} = 1$ .

$$i_{DAC(ind)_{ijkl}} = \frac{Qr_{ijkl}}{Qd_{ijkl}} * f_{ik} * fc_{ikm} \quad 4$$

Portanto, o índice DAC de princípio ativo será 1, ou 100% da indicação técnica.

Como são utilizados dois limites - superior e inferior - quando o índice superior for 1, o inferior será menor ou igual a 1, e quando o índice inferior for 1 o superior será igual ou maior que 1. O índice calculado com base na equação 4 estará limitado apenas pelo seu valor menor; neste caso, será 0 (zero), e corresponde à ausência de uso de pesticidas.

Considerando-se ambos os limites, tem-se que: 1 - sendo o índice superior maior que 1, trata-se de uso de superdosagem; 2 - sendo o limite inferior menor que 1, trata-se de uso de subdosagem.

A análise da equação 1 permite verificar que o  $i_{DAC(ind)}$  é um índice sem dimensão, haja visto, que é, basicamente, a razão de duas quantidades de mesma unidade. Assim, os valores obtidos para o índice independem de terem sido obtidos a partir de indicações baseadas em peso ou volume; independem, também, de terem sido obtidos em locais e épocas diferentes. Esse conceito, transmitindo ao índice de princípio ativo, e a seus derivados, abrangência no tempo e no espaço, conduz à possibilidade de sua utilização para comparações de uso entre produtos fitossanitários, entre produtores agrícolas, entre regiões e entre épocas diferentes. Nesse último caso, permite definir se o produtor, em cujas atividades agrícolas sua obtenção

se baseou, está seguindo ou não o progresso na área da defesa fitossanitária, progresso este fundado nas atividades científicas geradoras das informações básicas que subsidiam o cálculo proposto.

## 2.2. Índices de qualidade de uso

### 2.2.1. Índice de princípio ativo

Desenvolvido no item 2.1. Neste caso, considera-se, individualmente, o princípio ativo do produto fitossanitário, no momento de sua utilização, independente de ter sido aplicado isolado ou em conjunto com outros produtos. É representado por  $i_{DAC(ind)}$ .

### 2.2.2. Índice de pulverização

O índice de pulverização - equação 5 - é a média dos índices de princípios ativos obtidos em uma pulverização, sendo representado por  $i_{DAC(pul)}$ .

$$i_{DAC(pul)_{jkl}} = \left( \sum_i^I i_{DAC(ind)_{ijkl}} \right) / I \quad 5$$

### 2.2.3. Índice de cultura

O índice de cultura - equação 6 - é a média dos índices de pulverização obtidos em uma cultura. É representado por  $i_{DAC(cul)}$ .

$$i_{DAC(cul)_{kl}} = \left( \sum_j^J \sum_i^I i_{DAC(ind)_{ijkl}} \right) / (I * J) \quad 6$$

## 2.3. Indicadores de qualidade de uso

### 2.3.1. Indicador do produtor por cultura

O indicador do produtor por cultura - equação 7 - é a transformação do índice de cultura -  $i_{DAC(cul)}$  - obtido em determinada cultura sob sua responsabilidade. É representado por  $I_{DAC(cul)}$ .

$$I_{DAC(cul)_{kl}} = (1 - |1 - (i_{DAC(cul)_{kl}} * fr)|) \quad 7$$

Essa equação apresenta dois pontos a considerar: 1 -  $i_{DAC(cul)}$ ; 2 - Fator de repetibilidade: fr. O primeiro, já caracterizado em 2.2.3., necessita ter seu intervalo de validade definido:  $0 < i_{DAC(cul)} \leq 2$ . Essa limitação ao limite máximo igual a 2 implica admitir uso<sup>5</sup> de produto em 200% da dose indicada, mantidas as condições relativas a  $f_i = 1$  e  $f_c = 1$ . Na equação 7 se  $(i_{DAC(cul)} * fr) > 2$  deve ser considerado igual a 2. Valores de uso maiores que 200% para o índice são considerados, para efeito de cálculo, iguais a 2.

Deve-se, ainda, observar que na equação 7:

- a1 - nível mínimo para  $I_{DAC(cul)} = 0$ : na máxima superdosagem considerada,
- a2 - nível ideal para  $I_{DAC(cul)} = 1$ : quando se trabalha dentro das condições técnicas definidas pela pesquisa científica.

O segundo ponto é o fator fr. É relativo à repetibilidade com a qual o produtor executa suas atividades no que diz respeito ao conhecimento científico. Desse modo o fr tem a seguinte fórmula matemática:

$$fr_{kl} = \begin{cases} 1 & \text{para } s = 0 \\ (1 - s/m) & \text{para } - \leq s \leq m \\ 0 & \text{para } s \geq m \\ 0 & \text{para } s = 0, m \neq 1 \end{cases} \quad 8$$

sendo "s" e "m" o desvio padrão e média, respectivamente, dos valores  $i_{DAC(ind)}$ , obtidos segundo a equação 4.

De acordo com a fórmula, quando o produtor apresentar constância absoluta e respeito às indicações, os índices serão iguais a 1 e o desvio padrão será zero. Portanto, o fator de repetibilidade será 1. Quando houver  $s \leq m$ , o fator demonstrará que o produtor estará variando as aplicações diante das indicações, podendo, no extremo,  $s = m$ , chegar ao menor valor

<sup>5</sup> Observe-se que é uma admissão de que tal uso, em alguns momentos, constitui uma realidade; não é, em hipótese alguma, uma admissão de que tal uso é correto.

para o fator de repetibilidade,  $fr = 0$ ; nesse ponto, o indicador será zero. Entretanto, pode ocorrer que  $s \geq m$ , tornando o  $fr$  negativo. Neste caso, em face da irracionalidade de esse fator ser negativo, é considerado zero. Quando  $m \neq 1$  e  $s = 0$ , caracteriza-se o uso constante de dose inadequada. Deste modo,  $fr = 0$ . Portanto, define-se, claramente, conforme demonstra a equação 8, que  $fr$  varia entre zero e um. Dentro deste intervalo define-se que:

<b>Situação</b>	<b>Variação do fator de repetibilidade</b>
ideal	$0,90 < fr \leq 1,00$
ocorrência de problemas	$\leq 0,90$

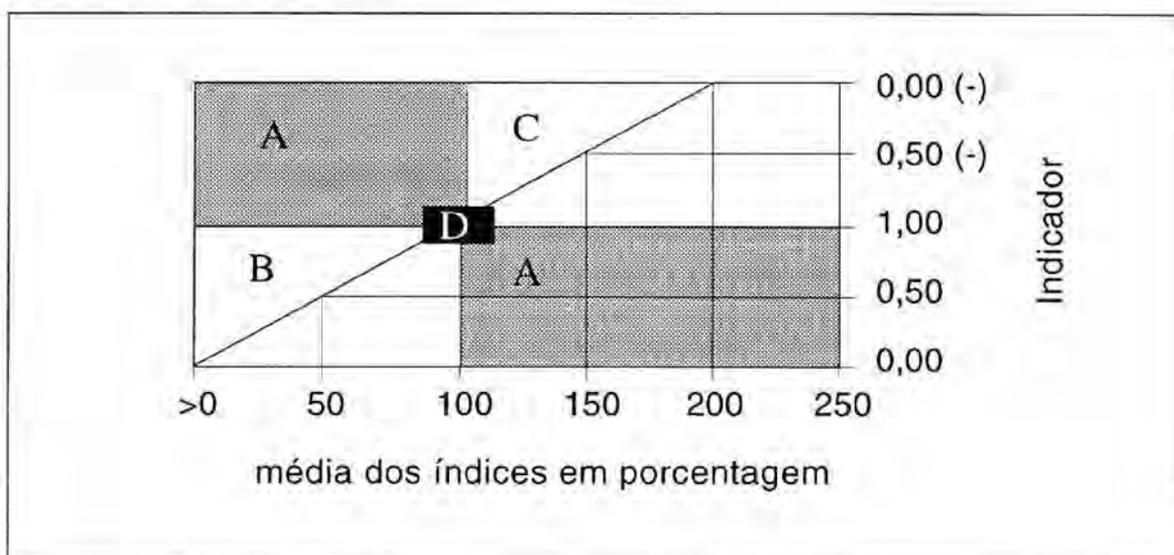
Através da figura 1, demonstra-se como se relacionam o índice e o indicador, conforme definido na equação 7. O índice, apresentado no eixo x, varia de  $> 0$  a 200% (ou  $>0$  a 2), o que equivale ao uso do dobro da dose indicada, e que o indicador, apresentado no eixo y, varia de 0,0 a 1,0. Nessa figura são definidas quatro áreas distintas: 1 - área A: deve ser desconsiderada; 2 - área B: representa o uso de subdosagens; 3 - área C: representa o uso de superdosagens; 4 - área D: representa o uso da dose indicada, admitindo-se variação de  $\pm 10$  tanto para o índice de cultura quanto para o indicador. Com base nessas definições, tem-se, com relação aos indicadores:

<b>Situação</b>	<b>Variação do indicador</b>
ideal	$0,90 < I_{DAC(cul)} \leq 1,00$
ocorrência de problemas	$\leq 0,90$

### 2.3.2. Indicador do produtor

O indicador do produtor - equação 9 - é a média dos indicadores do produtor por cultura. É representado por  $I_{DAC(prod)}$ .

$$I_{DAC(prod)} = \left( \sum_k^K I_{DAC(cul)_{kl}} \right) / k \quad 9$$



D.A. Oliveira

Figura 1. Relacionamento entre os valores médios dos índices de qualidade DAC de uso de produtos fitossanitários, dados em %, e o indicador DAC dado na escala 0 a 1. As áreas definidas como A devem ser desconsideradas; a área B corresponde ao uso de subdosagens de produtos fitossanitários, quando podem ocorrer problemas; a área C corresponde ao uso de superdosagem, quando, também, podem ocorrer problemas; a área D corresponde àquela em que o produtor fez uso adequado dos produtos fitossanitários.

Conforme verificado através das equações 4, 5 e 6, a cada nível de agregação da amostra ocorre mudança no seu enfoque, tornando-se mais geral. Por outro lado, com os indicadores - equações 7 e 9 - verifica-se que o enfoque de maior abrangência é mantido, tanto para o indicador por cultura,  $I_{DAC(cul)}$ , quanto para o indicador para produtor  $I_{DAC(prod)}$ . Neste último caso, só se apresenta o indicador se o produtor for monitorado em todas as culturas que realiza.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1. Produtos e princípios ativos monitorados**

A tabela 1 apresenta os 43 produtos cujo uso foi detectado neste monitoramento, identificando-os através de seu nome comercial, nome comum, porcentagem de princípio ativo e limites máximos e mínimos indicados para os princípios ativos, conforme Andrei (1995). O produto de número 1 é bactericida, os de número 2 a 21, fungicidas, de 22 a 32, herbicidas, e de 33 a 43, inseticidas; destes, os de números 33, 34, 40, 42 e 43 são inseticidas-acaricidas. No rodapé dessa tabela é definido o volume de calda a aplicar, por hectare, para a quantidade de princípio ativo especificada por cultura.

### **3.2. Culturas monitoradas**

Dos ciclos de cultura monitorados, nove foram considerados para efeito deste trabalho. A partir deles, com base nas equações, calcularam-se: a - índices individuais ( $i_{DAC(ind)}$ ) equivalentes a índices por princípio ativo; b - índice por pulverização ( $i_{DAC(pul)}$ ); c - índice por cultura ( $i_{DAC(cul)}$ ); d - indicador do produtor por cultura ( $I_{DAC(cul)}$ ); e - indicador do produtor ( $I_{DAC(prod)}$ ), para os limites máximos e mínimos<sup>6</sup>.

### **3.3. Produtos fitossanitários registrados<sup>7</sup>**

#### **3.3.1. Índice de qualidade**

Os índices de qualidade de aplicação de agrotóxicos visando à defesa fitossanitária das culturas foram obtidos conforme método desen-

---

<sup>6</sup> Para efeito de cálculo foi utilizado o "software" DAC - Defensivos Agrícolas Aplicados com Ciência, desenvolvido por Domingos de Azevedo Oliveira & Gleyson L. de Carvalho. Informações podem ser obtidas através do email: [domingos@bdt.org.br](mailto:domingos@bdt.org.br).

<sup>7</sup> São considerados aqueles registrados para as culturas nas quais foram aplicados.

volvido neste trabalho. A partir dessas informações, procedeu-se à análise da pertinência ou não dos índices e dos indicadores propostos.

A partir do conceito do índice de qualidade:  $iq = f(\text{quantidade utilizada, indicação da pesquisa científica})$ , verifica-se que seu valor deve ser 1. A variabilidade que se observará, em função de sua utilização, será uma medida da qualidade de trabalho definida para cada cultura, pulverização e princípio ativo, do que resultará um indicador de qualidade de uso com referência ao produtor por cultura e ao produtor em geral, com base na média das culturas.

Considerando-se, de modo isolado, os ciclos culturais monitorados, foram obtidos os índices de pulverização - equação 5 - os quais, aliados às datas de efetiva realização, permitiram o preparo das figuras 2 a 6, através das quais pode-se verificar e esclarecer, de modo efetivo, o significado do índice de qualidade do uso de produtos fitossanitários, por pulverização, e o comportamento do produtor diante das normas existentes. Nessas figuras, cada barra vertical, a partir do eixo "x", corresponde ao índice daquela pulverização, o qual é vinculado à data da pulverização e aos diferentes produtos utilizados. As pequenas barras existentes na parte superior significam que o produtor fez uso, na pulverização equivalente àquela posição, de produtos não registrados para a respectiva cultura.

Observe-se, figura 2, o estudo da cultura de feijão convencional realizada pelos produtores 1 e 3, em épocas semelhantes, ambas irrigadas por pivô central.

Verifica-se que o produtor 3 utiliza, durante todo o ciclo, doses menores que as máximas indicadas, sendo que, quando se consideram os limites mínimos, a 1ª, 2ª e a 7ª estão abaixo destes; enquanto isso, o produtor 1 realiza duas pulverizações com maior dose que a máxima indicada, sendo de 25% e 250% a mais respectivamente. Quando se consideram os limites mínimos, verifica-se que a 1ª, 4ª e a 8ª foram realizadas com doses menores que as indicadas como mínimas.

Tabela 1. Produtos fitossanitários utilizados nas culturas monitoradas do município de Guaíra, SP, 1993

Nº	Classe	Nome		Princípio ativo pa	Feijão pa: kg/ha	Milho pa: kg/ha	Soja pa: kg/ha	Tomate industrial pa: kg/ha
		Comercial	Técnico					
1	B	Agrimicina	terramicina <sup>7</sup>	0,15				0,346-0,346 <sup>2</sup>
2	F	Benlate 500	benomil	0,50	0,250-0,250			
3	F	Brestan PM	fentin acetate	0,20	0,130-0,200			
4	F	Captan 480 SC	captan	0,49				0,480-1.200 <sup>3</sup>
5	F	Captan 750 TS	captan	0,75				0,000-0,000 <sup>1</sup>
6	F	Cercobin 500 SC	tiofanato metílico	0,50				0,400-0,500 <sup>4</sup>
7	F	Cercobin 700 PM	tiofanato metílico	0,70				0,343-0,490 <sup>3</sup>
8	F	Cobre Sandoz BR	óxido cuproso	0,50				0,600-1.200 <sup>5</sup>
9	F	Coprantol BR	oxicloreto de cobre	0,50				1.250-1.250 <sup>2</sup>
10	F	Cupravit Verde	oxicloreto de cobre	0,50				1.500-1.800 <sup>6</sup>
11	F	Curzate M+Zn	cymoxanil + maneb + sulfato de Zn	0,08+0,64 0,02				0,960-1.260 <sup>7</sup>
12	F	Dithane SC	mancozeb	0,445				0,961-2.400 <sup>6</sup>
13	F	Folicur CE	tebuconazole	0,25	0,000-0,000 <sup>1</sup>			0,000-0,000 <sup>1</sup>
14	F	Fungiscan 500 SC	tiofanato metílico	0,50	0,200-0,200			0,400-0,500 <sup>4</sup>
15	F	Fungiscan 700 PM	tiofanato metílico	0,70				0,196-0,196 <sup>7</sup>
16	F	Manzate 800	mancozeb	0,80				2,400-2,400 <sup>2</sup>
17	F	Mertin 400	fentin hydroxide	0,40	0,130-0,400			0,000-0,000 <sup>1</sup>
18	F	Plantacol	PCNB	0,75	0,135-0,135			
19	F	Ronilan 500	vinclozolin	0,50				0,000-0,000 <sup>1</sup>
20	F	Vanox 500 SC	clortalonil	0,50	1,000-1,500			1,200-1,800 <sup>9</sup>
21	F	Tecto 100	thiabendazole	0,10	0,000-0,000 <sup>1</sup>			

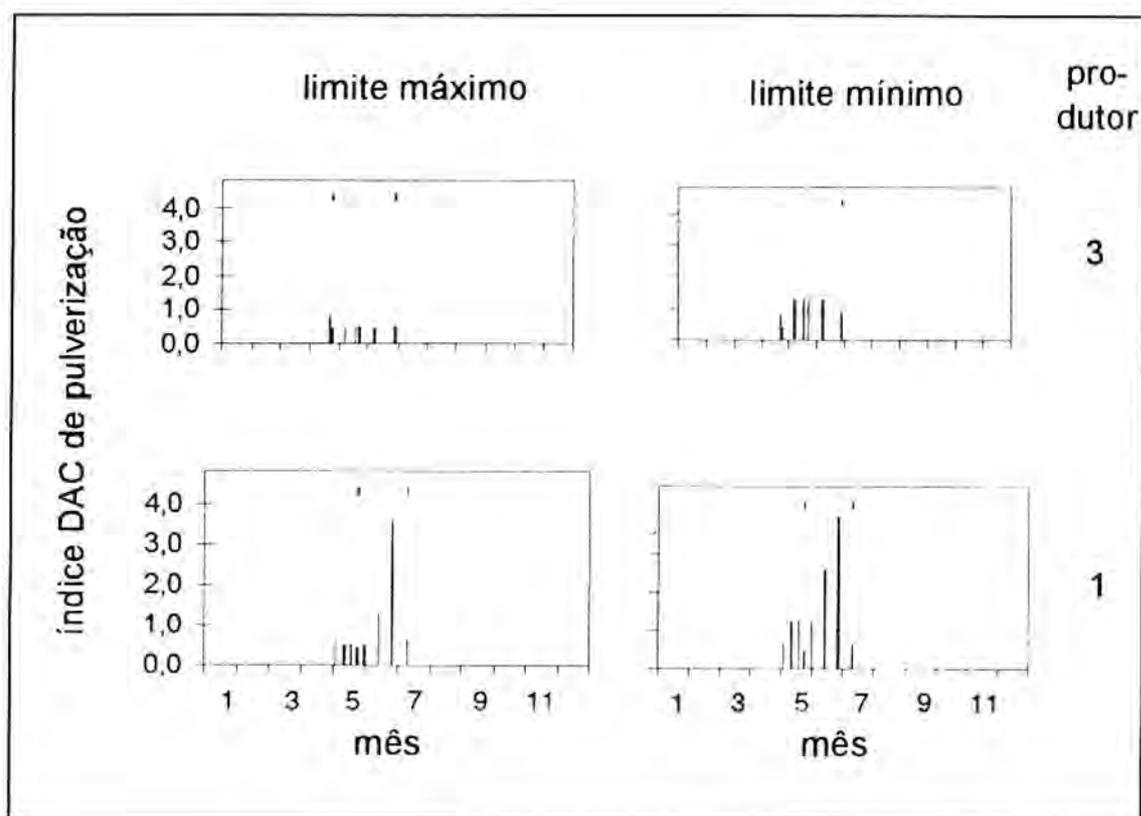
continua

Tabela 1. Conclusão

Nº	Classe	Nome		Princípio ativo	Feijão pa: kg/ha	Milho pa: kg/ha	Soya pa: kg/ha	Tomate Industrial pa: kg/ha
		Comercial	Técnico					
22	H	Agirix	atrazine + alaclor	0,26+0,26		4,160-4,160		
23	H	Basagran 480	benlazona	0,48	0,720-0,720			
24	H	Cobra	lactofen	0,24			0,150-0,180	
25	H	Flex	fomesafen	0,25	0,225-0,250			
26	H	Glifosato Farsol	glifosato	0,48	0,000-0,000 <sup>1</sup>			
27	H	Gramoxone 200	paraquat diclorato	0,20			0,300-0,600	
28	H	Podium	fenoxaprop-P-etil	0,11	0,000-0,000 <sup>1</sup>			0,000-0,000 <sup>1</sup>
29	H	Roundup SAQC	glifosate	0,48		0,240-2,400		0,390-0,960 <sup>11</sup>
30	H	Sencor BR	meribuzin	0,70				0,800-0,800 <sup>2</sup>
31	H	Trifluralina	trifluralina	0,445	0,800-0,800			0,800-0,800 <sup>2</sup>
32	H	U-46D-ester	diclorfenoxiacético	0,502		0,800-1,200		
33	IA	Assist	óleo mineral	0,756	0,000-0,000 <sup>1</sup>			
34	IA	Azodrin 400	monovrctolos	0,40		0,000-0,000 <sup>1</sup>	0,240-0,360	
35	I	Baytroid CE	cyfluthrin	0,05				0,016-0,0204
36	I	Endosulfan 350 CE	endosulfan	0,35			0,175-0,525	
37	I	Folidol 600	paration metílico	0,60		0,270-0,405		
38	I	Galgotrn	cypmetrina	0,25				0,020-0,050
39	I	Karate 50 CE	lambdaciroltrina	0,05				0,005-0,075 <sup>10</sup>
40	IA	Lorsban 480 BR	chlorpyrifos	0,48		0,192-0,288		0,021-0,042 <sup>7</sup>
41	I	Ripicord 100	cipermetrina	0,10				0,300-0,600 <sup>4</sup>
42	IA	Tarnaton BR	metamidofós	0,60	0,300-0,750	0,000-0,000 <sup>1</sup>	0,150-0,480	0,000-0,000 <sup>1</sup>
43	IA	Thiodan CE	endosulfan	0,35	0,000-0,000 <sup>1</sup>			

B: bactericida; F: fungicida; H: herbicida; IA: inseticida-acaricida; I: inseticida; 1: sem registro; 2: qtd. fixas; 3: 700-1000/ha; 4: 800-100/ha; 5: 500-1000/ha; 6: 1000-1200/ha; 7: 1000/ha; 8: 400-100/ha; 9: 600-900/ha; 10: 100-150/ha; 11: 200-400/ha. (Observação: para o caso de tomate, são apresentadas as indicações de volume de calda a utilizar).

Tais situações caracterizam super e subdosagens. O índice DAC de cultura - tabela 2 - foi de 0,53 e de 1,01, para os produtores 3 e 1 respectivamente, para o nível máximo.

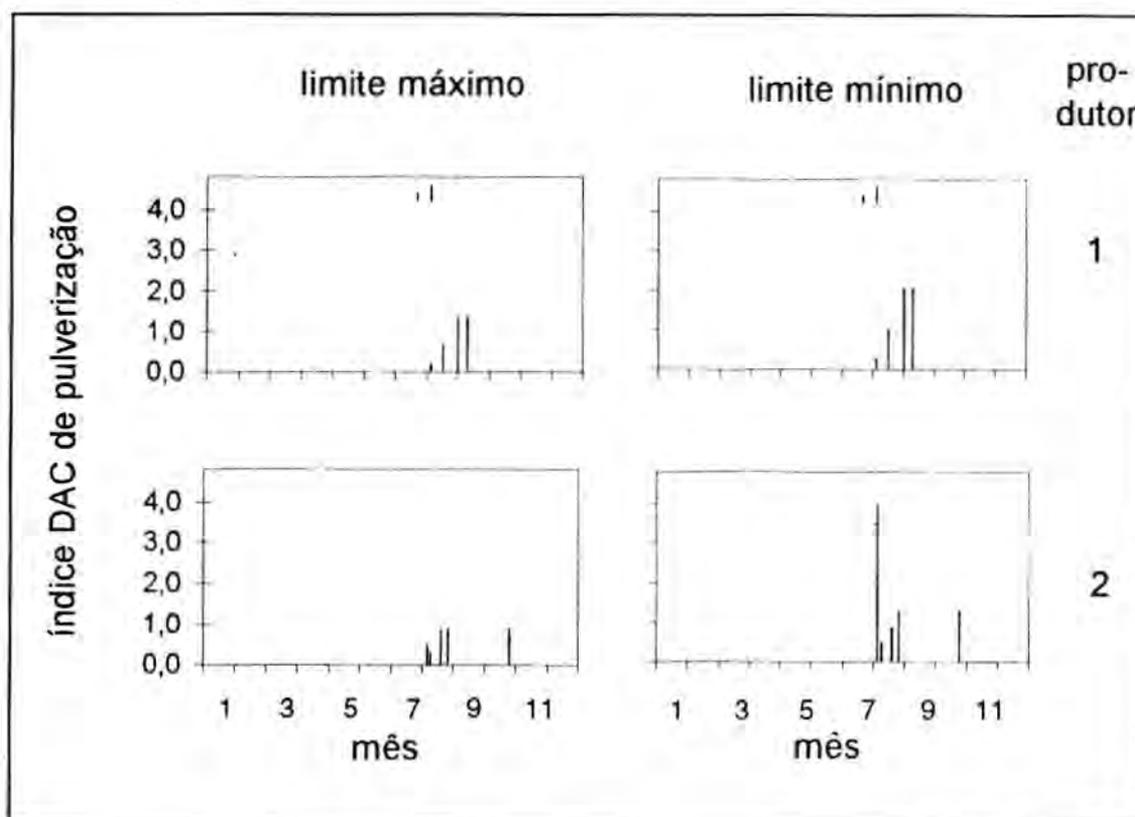


D. A. Oliveira

Figura 2. Índice de qualidade de uso de produtos fitossanitários por pulverização, para a cultura de feijão convencional irrigada, conforme dados obtidos em 1993, considerando-se apenas os princípios ativos registrados através de seus limites máximos (à esquerda) e mínimos (à direita), e os produtores 1 e 3, conforme monografias aprovadas pelo Ministério da Agricultura e Abastecimento. (Obs. As barras existentes na parte superior dos gráficos significam o uso de produtos não registrados para a cultura de feijão por parte dos produtores 1 e 3, nas pulverizações correspondentes).

A figura 3, relativa à cultura de milho convencional irrigada e aos produtores 1 e 2, indica que o primeiro utiliza mais produto fitossanitário que o padrão, com índices que atingem 40% além do máximo, nas duas últimas pulverizações, enquanto, na 1ª, fez-se uso de dose menor que o padrão mínimo.

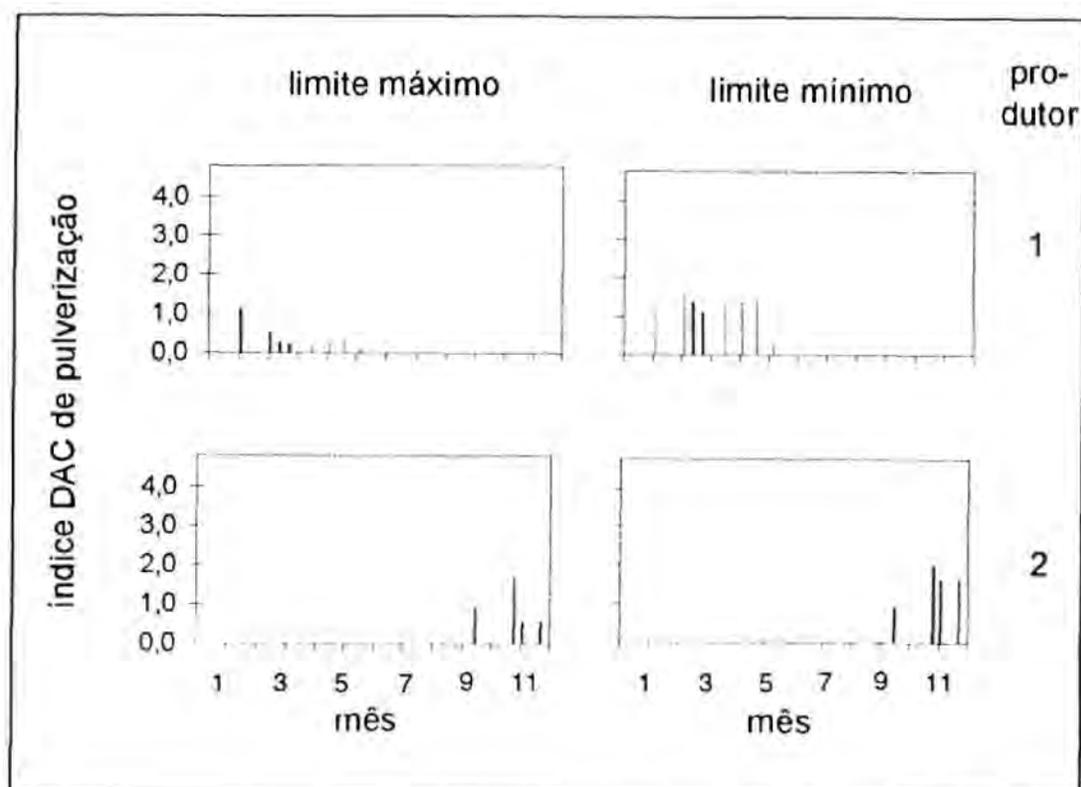
Observe-se, ainda, que o produtor 2, com maior número de pulverizações fez, em duas aplicações, 2 e 3, uso de subdosagens. Os índices DAC de cultura, nível máximo, foram de 0,69 e 0,91 respectivamente.



D. A. Oliveira

Figura 3. Índice de qualidade de uso de produtos fitossanitários por pulverização, para a cultura de milho convencional irrigada, conforme dados obtidos em 1993, considerando-se apenas os princípios ativos registrados através de seus limites máximos (à esquerda) e mínimos (à direita), e os produtores 1 e 2, conforme monografias aprovadas pelo Ministério da Agricultura e Abastecimento. (Obs. As barras existentes na parte superior dos gráficos significam o uso de produtos não registrados para a cultura de milho por parte do produtor 1, nas pulverizações correspondentes).

A figura 4, relativa à cultura da soja convencional em cultura irrigada, apresenta culturas desenvolvidas em épocas diferenciadas, por produtores distintos. Apesar disso pode-se dizer que o produtor 1 conduziu sua cultura dentro dos limites, excluindo a última pulverização, na qual fez uso de subdosagens, enquanto o produtor 2 utilizou, na segunda pulverização, 67% a mais que o indicado. Conforme tabela 2, os índices DAC de cultura, máximos e mínimos, variam entre 0,39 e 1,56.

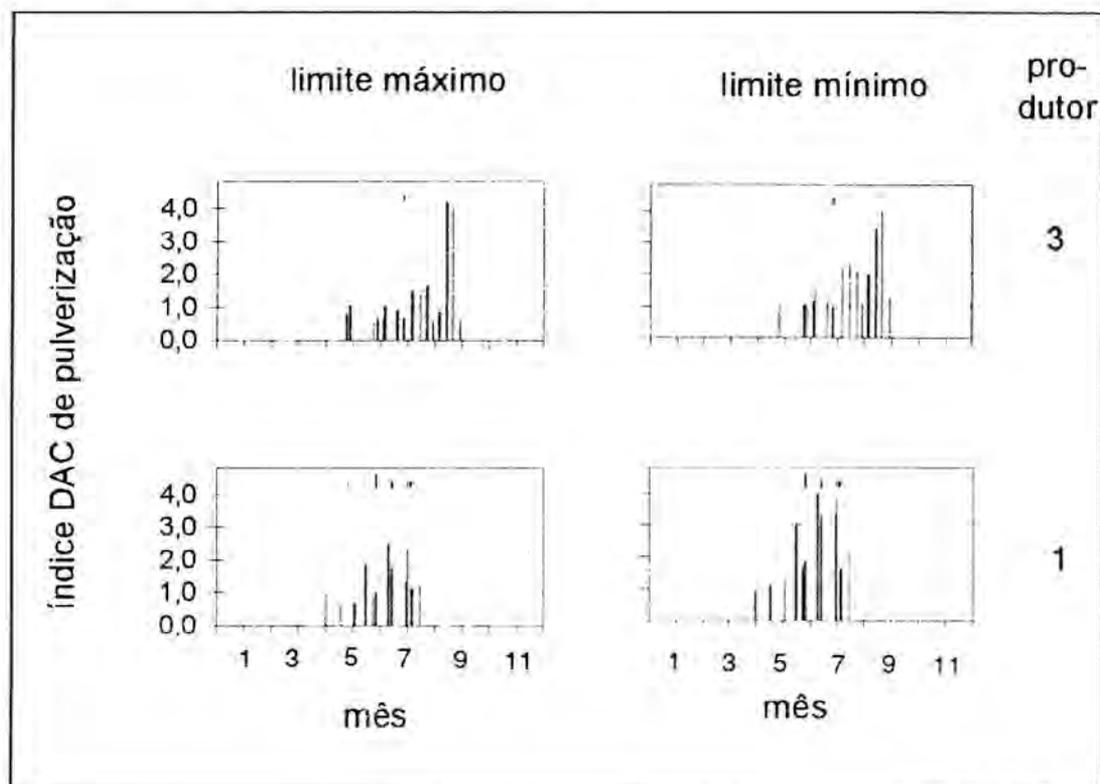


D. A. Oliveira

Figura 4. Índice de qualidade de uso de produtos fitossanitários por pulverização, para a cultura de soja convencional irrigada, conforme dados obtidos em 1993, considerando-se apenas os princípios ativos registrados através de seus limites máximos (à esquerda) e mínimos (à direita), e os produtores 1 e 2, conforme monografias aprovadas pelo Ministério da Agricultura e Abastecimento.

A figura 5, relativa à cultura de tomate para fins industriais, conduzida em pivô central, indica que o produtor 3 se manteve na média dos produtos, com os valores do índice DAC de pulverização variando de 0,60 a 1,60, sendo que, na 15ª o índice ultrapassou o limite do gráfico: 4,00, para o limite máximo. Este valor exato - de 5,34 ocorreu devido, principalmente, ao uso de cipermetrina em valores maiores que o máximo indicado e com intervalos entre aplicações e período de carência menores que os padrões. Por outro lado, o produtor 1 demonstra dois comportamentos distintos: no início da cultura, as pulverizações apresentam índices próximos a 1 e, a partir da 4ª pulverização entre 1,5 e 2,5.

Vê-se que, em 47% das pulverizações, o índice variou 25 a 150% a mais que o limite máximo. Nesse caso, os maiores índices foram devidos ao não respeito ao intervalo entre pulverizações para quatro delas, sendo que, não se considerando o fator “fi” relativo a esta condição, o produtor utilizou de 50 a 100% a mais que o indicado para os pesticidas. Os fungicidas benomil, óxido cuproso e “chlorothalonil” foram responsáveis pelo excesso. As condições de limite máximo demonstram, para esse produtor, de modo evidente, o procedimento técnico fora dos padrões recomendados.

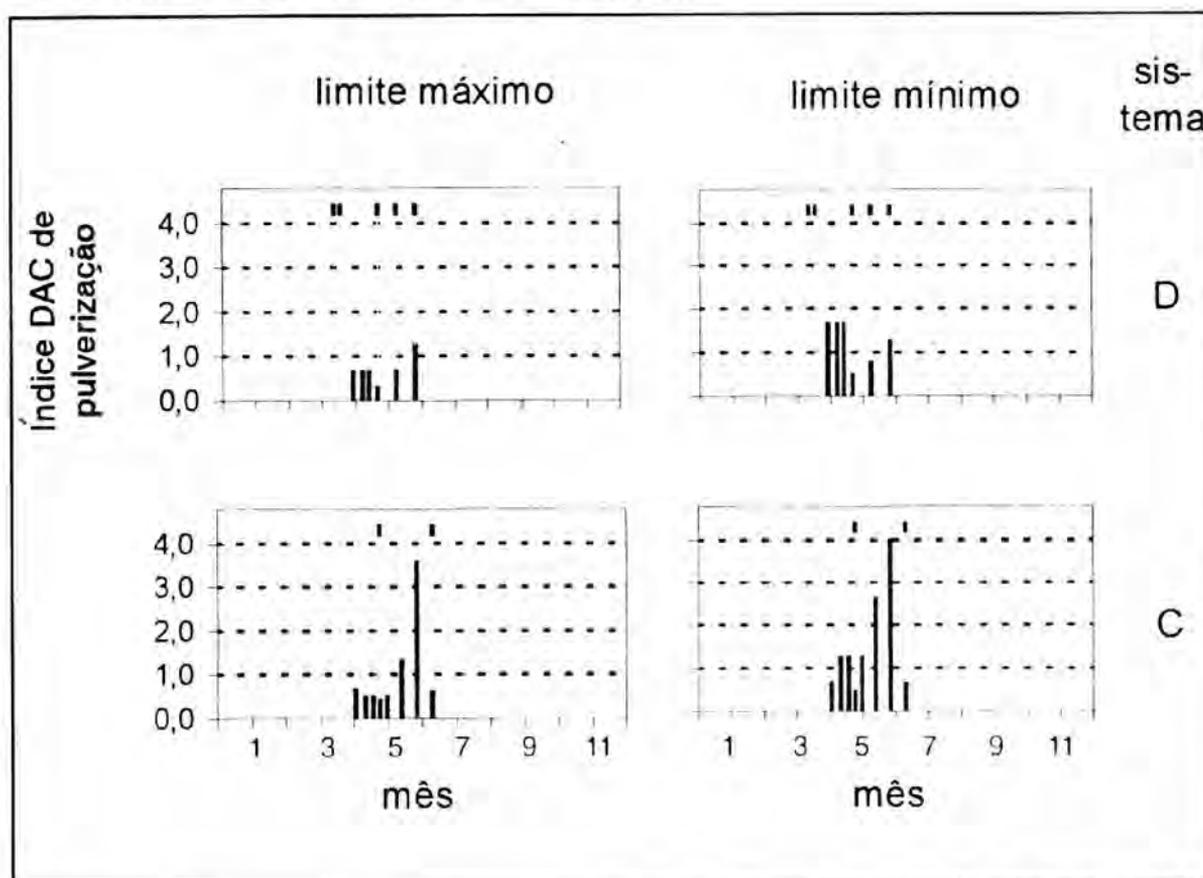


D. A. Oliveira

Figura 5. Índice de qualidade de uso de produtos fitossanitários por pulverização, para a cultura de tomate industrial irrigada, conforme dados obtidos em 1993, considerando-se apenas os princípios ativos registrados através de seus limites máximos (à esquerda) e mínimos (à direita), e os produtores 1 e 3, conforme monografias aprovadas pelo Ministério da Agricultura e Abastecimento. (Obs. As barras existentes na parte superior dos gráficos significam o uso de produtos não registrados para a cultura de tomate por parte dos produtores 1 e 3, nas pulverizações correspondentes).

Finalmente, é apresentada para o produtor 1 - figura 6 - a situação relativa à cultura de feijão nas condições de plantio convencional e direto. Verifica-se que, considerando-se o  $i_{DAC(pul)}$ , o produtor tem tendência a aumentar o uso dos produtos no final do ciclo cultural, atingindo valores 25% a 250% a mais que o indicado para o limite máximo. Este produtor é o que, para a cultura de tomate - figura 5 - mais utilizou defensivos, justamente no final do ciclo.

O conjunto dessas considerações, visto sob a ótica de cultura e produtor, leva a que se obtenham as informações constantes da tabela 2. Esta foi preparada com o uso da equação 6, que permite o cálculo de índice médio por cultura e por produtor:  $i_{DAC(cul)}$ .



D. A. Oliveira

Figura 6. Índice de qualidade de uso de produtos fitossanitários por pulverização, para a cultura de feijão irrigada, tanto direta (D) quanto convencional (C), conforme dados obtidos em 1993, considerando-se apenas os princípios ativos registrados através de seus limites máximos (à esquerda) e mínimos (à direita), e o produtor 1, conforme monografias aprovadas pelo Ministério da Agricultura e Abastecimento. (Obs. As barras existentes na parte superior dos gráficos significam o uso de produtos não registrados para a cultura de feijão por parte do produtor 1, nas pulverizações correspondentes).

O  $i_{DAC(cul)}$  permite visualizar o procedimento técnico médio do produtor em cada cultura, além de demonstrar que o conceito que ora se propõe a implementar permite verificar a variabilidade do procedimento técnico utilizado no fator de produção (produtos fitossanitários). Assim, observa-se que o produtor 1 apresenta, considerando o limite máximo (tabela 2)  $i_{DAC(cul)}$  iguais a 1,01, 0,71, 0,69, 0,92 e 1,34 para os cinco ciclos culturais considerados. Verifica-se que o índice apresentou valores inferiores a 1,0 em três casos (feijão direto, milho convencional e soja convencional) e dois maiores que 1, (feijão convencional e tomate industrial). Entre estes, os valores para feijão convencional e soja convencional, numa primeira abordagem, não merecem reparos, principalmente para o último. Quando se considera o milho convencional (figura 3) e feijão direto (figura 6) verifica-se que ocorreram problemas tanto pelo uso de doses mais elevadas que o máximo quanto inferiores ao mínimo padrão (tabela 2), tomando-se como base o valor ideal do índice igual a 1. Quando se considera a cultura de tomate industrial (figura 5 e tabela 2) verifica-se que o índice máximo obtido 1,34 não reflete a real ocorrência, já que houve grandes variações no valor do  $i_{DAC(pul)}$  a partir da 4ª pulverização. Nas equações 5 e 6, verifica-se que o  $i_{DAC(cul)}$  é a média dos  $i_{DAC(pul)}$ , razão pela qual apresenta menor sensibilidade que este. Para que não se perca a noção dessa variabilidade, é necessário, ao se analisar o  $i_{DAC(cul)}$ , introduzir um fator de correção.

Analisando-se o produtor 2 (tabela 2), tem-se que seus índices para a cultura de soja e milho estão abaixo de 1 para o limite máximo e acima de 1 para o limite mínimo, com exclusão das duas últimas pulverizações (figuras 3 e 4); dentro desta perspectiva, estão adequados. O produtor 3 apresenta índices (tabela 2) para a cultura de feijão convencional de 0,53 (pelo máximo) e 1,04 (pelo mínimo) e tomate industrial de 1,23 (pelo máximo) e 2,25 (pelo mínimo). As figuras 2 e 5 mostram as variações ocorridas com os índices de pulverização, as quais, evidentemente não

foram captadas pelo  $i_{DAC(cul)}$  em face de sua menor sensibilidade em relação ao índice de pulverização  $i_{DAC(pul)}$ . Torna-se evidente, de novo, nesse ponto, a necessidade da introdução de um fator de correção.

Tabela 2. Valores dos índices e indicadores de qualidade de uso de produtos fitossanitários por parte dos produtores, com base em todos produtos utilizados e registrados.

Cultura	Plantio	Limite	Produtor		
			1	2	3
<b>INDICE DAC DE QUALIDADE</b>					
feijão	convencional	máximo	1,01		0,53
		mínimo	1,70		1,04
	direto	máximo	0,71		
		mínimo	1,24		
milho	convencional	máximo	0,69	0,91	
		mínimo	1,79	1,37	
soja	convencional	máximo	0,92	0,39	
		mínimo	1,56	1,22	
tomate	industrial	máximo	1,34		1,23
		mínimo	2,35		2,25
<b>INDICADOR DAC DE QUALIDADE</b>					
feijão	convencional	máximo	0,14		0,34
		mínimo	0,24		0,88
	direto	máximo	0,19		
		mínimo	0,78		
milho	convencional	máximo	0,43	0,53	
		mínimo	0,00	0,80	
soja	convencional	máximo	0,39	0,07	
		mínimo	0,31	0,52	
tomate	industrial	máximo	0,45		0,00
		mínimo	0,81		0,00

Com base no discutido, verifica-se que o índice de qualidade de uso de produtos fitossanitários, do  $i_{DAC(ind)}$  ao  $i_{DAC(cul)}$ , apresentou condições de sensibilidade com relação ao procedimento técnico indicado para a condução das culturas, para os produtos utilizados. Foi, portanto, eficiente para os grupos considerados - herbicidas, inseticidas, inseticidas-acaricidas, fungicidas e bactericida. Verificou-se, ainda, que a sensibilidade do índice é inversamente proporcional ao nível de agregação da amostra considerada, o que é absolutamente correto, tratando-se de médias com número crescente de parcelas presentes, conforme é evidente a partir das fórmulas apresentadas. Assim, a utilização deste instrumento só deve ocorrer após definir-se o objetivo a ser pesquisado.

### **3.3.2. Fator de repetibilidade**

A discussão anterior, caracterizando a existência de grande variabilidade entre os índices de pulverização, demonstra a necessidade de se introduzir o conceito da constância do produtor, durante o ciclo da cultura, em seguir os parâmetros definidos pela pesquisa científica para a aplicação. O fator de correção, considerado no item anterior, definido como fator de repetibilidade (equação 8) permite que se resolva a questão.

A tabela 3 apresenta os fatores de repetibilidade obtidos em cada ciclo cultural, considerando-se tanto os limites máximos quanto os mínimos. Conforme definido anteriormente, o fator de repetibilidade deve estar entre  $>0,9$  e  $1,0$ . Verifica-se que todos os ciclos culturais monitorados estão com fator de repetibilidade menor que  $0,9$ ; a grande variabilidade nos valores dos  $i_{DAC(pul)}$ , representados nas figuras de 2 a 6, é o indicativo de que os limites padrões não foram seguidos. A redução dessa variabilidade pode ser alcançada com o uso de pesticidas definidos, explicitamente, para as pragas ou doenças que se pretende controlar, dentro dos padrões aprovados.

### 3.3.3. Indicador de qualidade

A tabela 2, que apresenta, na parte superior, os índices de cultura para os nove ciclos produtivos considerados, mostra que estes variam de 0,39 a 2,35. Esses valores, transformados para os indicadores de qualidade com base na equação 7, demonstram variação de 0,00 a 0,88. Dentro da proposta apresentada, nenhuma das culturas revelou indicador DAC de qualidade de uso de defensivos agrícolas considerado adequado, já que este nível admite variação entre  $> 0,90$  e  $1,00$ .

Tabela 3. Valores dos fatores de repetibilidade considerando apenas o uso de produtos fitossanitários registrados

Cultura	Plantio	Limite	Produtor		
			1	2	3
<b>FATORES DE REPETIBILIDADE</b>					
feijão	convencional	máximo	0,136		0,630
		mínimo	0,140		0,848
	direto	máximo	0,271		
		mínimo	0,626		
milho	convencional	máximo	0,622	0,585	
		mínimo	0,000	0,585	
soja	convencional	máximo	0,426	0,180	
		mínimo	0,706	0,663	
tomate	industrial	máximo	0,338		0,000
		mínimo	0,347		0,000

### 3.4. Produtos fitossanitários utilizados

O raciocínio desenvolvido no item anterior levou em consideração apenas a amostra de pesticidas utilizados cujo uso é registrado. Desenvolvida e demonstrada a aplicabilidade da proposta ora apresentada, é possível passar-se a considerar a amostra total, ou seja, todos os produtos empregados. Neste caso, diante do fato de que se verificou o uso de produtos fitossanitários não registrados para as culturas focalizadas, faz-se mister discutir as ocorrências com a equação básica proposta, equação 1. No caso de o princípio ativo não ter sido registrado para a cultura que for considerada, o denominador da equação 1 será 0; portanto,  $Q_{dijkl} = 0$  e,  $i_{DAC(ind)_{ijkl}} = \infty$ , bem como os índices de pulverização e de cultura.

Refazendo os cálculos, considerando a amostra completa, ter-se-á que a tabela 2, relativa aos índices e indicadores de qualidade por produtor dentro de cultura, tomará a feição apresentada na tabela 4, onde se nota a existência de seis das nove culturas consideradas com valor do índice equivalente a  $-\infty$ ; portanto, com uso totalmente fora da legislação pertinente, a qual leva em conta a defesa da saúde humana e do meio ambiente.

As barras nas figuras de 2 a 6 representam os  $i_{DAC(pul)}$  calculados apenas com os produtos registrados para cada pulverização. No caso de uso de produtos não registrados, conforme já demonstrado no parágrafo anterior, o valor que representa o  $i_{DAC(pul)}$  é  $\infty$ . Nas figuras fez-se esta representação através de pequenas barras localizadas na sua parte superior. Com sua análise, verifica-se a frequência de uso de produtos não registrados, ficando evidente que o produtor 1, cultura de tomate industrial, apresentou uso de produtos não registrados na maior parte do ciclo produtivo.

Quando se consideram os indicadores obtidos, nesta mesma tabela, verifica-se, para os mesmos ciclos culturais, que o sinal  $\infty$  transforma-se em  $-\infty$ . Essa ocorrência implica que o não-seguimento da legislação pertinente aos produtos fitossanitários, legislação definida pela pesquisa científica, coloca os produtos agrícolas, relativos às citadas culturas, em condições de

desvantagem perante aqueles obtidos seguindo as normas legais, os quais deveriam ser prestigiados pelas autoridades por fazerem uso dos Defensivos Agrícolas conforme a pesquisa indica.

Tabela 4. Valores dos índices e indicadores de qualidade de uso de produtos fitossanitários por parte dos produtores com base em todos os produtos utilizados.

Cultura	Plantio	Limite	Produtor		
			1	2	3
<b>INDICE DAC DE QUALIDADE</b>					
feijão	convencional	máximo	$\infty$		$\infty$
		mínimo	$\infty$		$\infty$
	direto	máximo	$\infty$		
		mínimo	$\infty$		
milho	convencional	máximo	0,69	$\infty$	
		mínimo	1,79	$\infty$	
soja	convencional	máximo	0,92	0,39	
		mínimo	1,56	1,22	
tomate	industrial	máximo	$\infty$		$\infty$
		mínimo	$\infty$		$\infty$
<b>INDICADOR DAC DE QUALIDADE</b>					
feijão	convencional	máximo	- $\infty$		- $\infty$
		mínimo	- $\infty$		- $\infty$
	direto	máximo	- $\infty$		
		mínimo	- $\infty$		
milho	convencional	máximo	0,43	- $\infty$	
		mínimo	0,00	- $\infty$	
soja	convencional	máximo	0,39	0,07	
		mínimo	0,31	0,52	
tomate	industrial	máximo	- $\infty$		- $\infty$
		mínimo	- $\infty$		- $\infty$

### 3.5. Indicadores de qualidade de uso do produtor

A equação nº 9, relativa à qualidade de uso de produtos fitossanitários pelo produtor rural, pode agora ser utilizada e apresentada para as duas condições estudadas: amostra apenas com produtos utilizados e registrados e amostra com todos os produtos. As tabelas nº 2 e 4 apresentam os resultados obtidos, em sua parte inferior, para os indicadores DAC de qualidade. Na tabela nº 2, que se relaciona com os produtos registrados, verifica-se que todos os ciclos produtivos considerados apresentam valores menores que 0,9; portanto, apresentam indicadores que definem utilização inadequada de pesticidas. Quando se considera a amostra total - tabela 4 - apenas três culturas fizeram uso somente de produtos registrados.

Definindo, diante das condições objetivas verificadas, tem-se que, para a condição da amostra com produtos utilizados e registrados e tomando-se em consideração o limite máximo, o indicador DAC de qualidade de produtos fitossanitários, por parte dos produtores rurais considerados ( $I_{DAC(prod)}$ ) será : 1 = 0,32, 2 = 0,30 e 3 = 0,26. Estes valores, dentro da proposta DAC, são inadequados. O intervalo ideal, como é citado, é de >0,90 a 1,00. No caso da amostra total - tabela 4 - como os três produtores fizeram uso de produtos não registrados, em pelo menos um ciclo cultural de sua responsabilidade, seu  $I_{DAC(prod)}$  será igual a  $-\infty$ , portanto, inadequado.

## 4. CONCLUSÕES

1. Os índices de qualidade de uso de produtos fitossanitários propostos neste trabalho mostraram sensibilidade para suas diferentes categorias.

2. Os indicadores ( $I_{DAC(cul)}$ ) de qualidade de uso de produtos fitossanitários propostos mostraram: adaptabilidade, sensibilidade e universalidade às diferentes condições consideradas sendo, pois, útil a sua utilização.

3. Os indicadores ( $IDAC_{(cul)}$ ) de qualidade de uso de produtos fitossanitários propostos mostraram que têm condições de ser considerados como úteis, tanto na classificação dos produtos agrícolas obtidos quanto na dos produtores, tendo em vista o uso dos agrotóxicos.

4. Constatou-se o uso generalizado de produtos não registrados e de produtos registrados, mas em doses não condizentes com aquelas definidas pela pesquisa, fato que, adequadamente captado pelo método proposto, resultou em valores baixos e inadequados para os índices e indicadores apresentados.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREI, E. **Compêndio de defensivos agrícolas**. São Paulo: Organização Andrei Editora, 1993. 448p.
- BOWLES, R.G.; WEBSTER, J.P.G. Some problems associated with the analysis of the costs and benefits of pesticides. **Crop Protection**, v. 14, n. 7, p. 593-600, 1995.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento de Defesa e Inspeção Federal. **Legislação federal de agrotóxicos e afins**. Brasília, 1995. 120p.
- COSAVE - Comitê de Sanidade Vegetal do Cone Sul. **Glossário de termos afins ao registro de produtos fitossanitários**. In: BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Standard regional de proteção fitossanitária**. Brasília, 1966.
- GELMINI, G. A. **Agrotóxicos: legislação - receituário agrônomo**. Campinas: CATI, 1991. 103 p.
- HENNINGSEN, J. European Commission objectives and the single European Act. In: THOMAS, B., ed. **Future changes in pesticide registration within the EC**. Croydon: The British Crop Protection Council, 1990. P.121.
- LAL, R. **Methods and guidelines for assessing sustainable use of soil and water resources in the tropics**. Washington: USDA-Soil Management Support Services, 1994. 77 p.

- MUNFORD, J.D.; STONEHOUSE, J.M. Pest management policies in less developed countries. In: BLACK, R.; SWEETMORE, A., ed. **Crop protection in the developing world**. Farnham: British Crop Protection Council, 1995. p.11-18. (BCPC Monograph, 61).
- PIMENTEL, D.; McLAUGHLIN, L.; ZEEP, A.; LAKATAN, B.; KRAUS, T.; KLEINMAN, P.; VANCINI, F.; ROACH, W.J.; GRAAP, E. KEETON, W.S.; SELIG, G. Environmental and economic effects of reducing pesticide use in agriculture. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v.46, p. 273-288, 1993.
- SILVA, A.S.; OLIVEIRA, D.A.; NEVES, M.C.; PARAÍBA, L.; BUSCHINELLI, C. Impacto ambiental em áreas irrigadas: alguns indicadores de qualidade ambiental em função dos sistemas de produção em uso. Trabalho apresentado no X Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, Salvador, Bahia, 1994.
- SILVA, A.S.; ABAKERLI, R.B.; VALARINI, P.J.; FERREIRA, C.J.A.; OLIVEIRA, D.A. Monitoramento e avaliação de impacto ambiental em áreas irrigadas: Projeto Guaira. Trabalho apresentado no X Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, Salvador, Bahia, 1994.
- THOMAS, B., ed. **Future changes in pesticide registration within the EC**. Croydon: The British Crop Protection Council, 1990. 121 p.



---

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**  
**Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental**  
Ministério da Agricultura e do Abastecimento

