

# ***Medidas de acurácia e seu impacto na recomendação de adubação***

**Paulo G S Wadt**

Eng. Agrônomo, D.Sci., Embrapa Acre

**Cleigiane de O Lemos**

Analista de Sistemas, Mestranda Ciência da Computação, UFPE

# ***Recomendação de adubação***

- ◆ **Aumento da produtividade das culturas**
  - ◆ sempre recomendar fertilizantes quando houver indicação de VERDADEIRA deficiência nutricional
- ◆ **Manter a estabilidade da produção**
  - ◆ Estabelecer formulações que possam atender as necessidades nutricionais dos cultivos agrícolas
- ◆ **Reduzir custos e minimizar riscos ambientais**
  - ◆ Evitar uso excessivo de fertilizantes (minerais ou orgânicos)

# ***Necessidades do Produtor/Empresário Agrícola***

- ◆ **Minimizar os riscos**
- ◆ **Aumentar a lucratividade**
- ◆ **Reduzir custos**

# *Soluções técnicas*

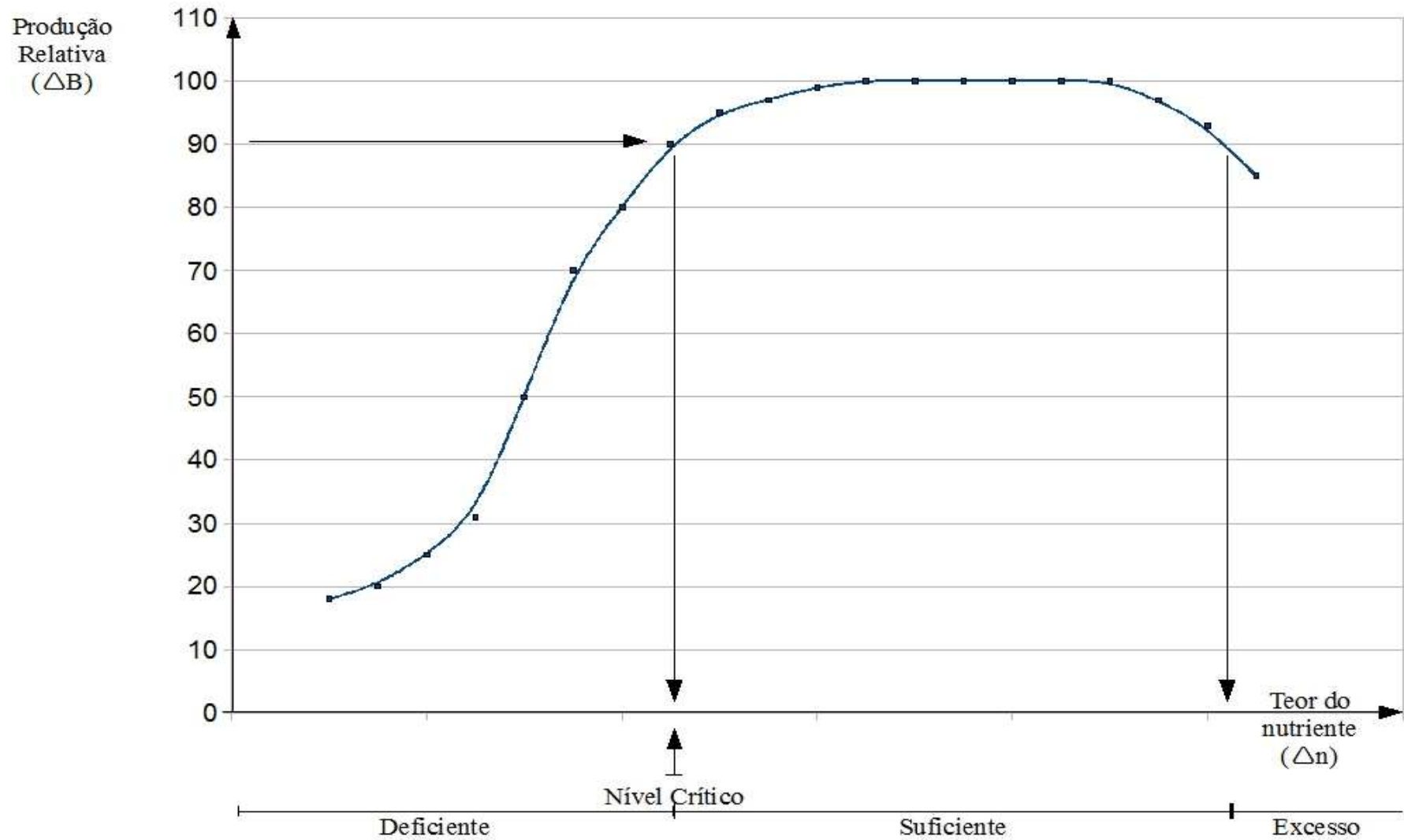
## ◆ **Recomendação de adubação**

- ◆ Exportação, crescimento vegetativo, restos culturais, perdas, entradas naturais, entradas artificiais
- ◆ **TABELAS DE RECOMENDAÇÃO – ANÁLISE DE SOLOS e CURVAS DE CALIBRAÇÃO**
- ◆ **BALANÇO NO SISTEMA SOLO-PLANTA**
- ◆ Utilidade já comprovada, porém, não apropriada para otimização das recomendações.

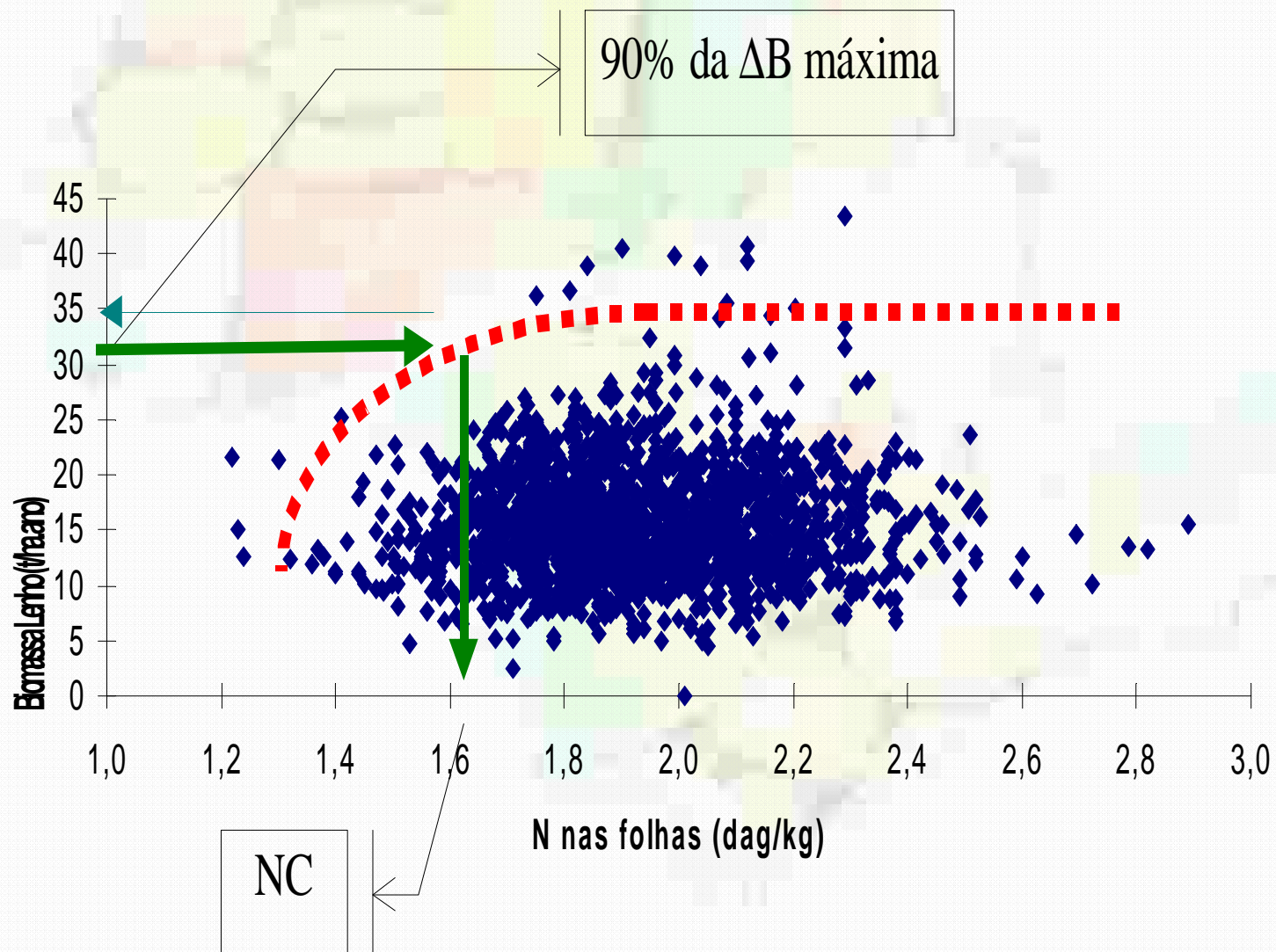
## ◆ **Análise química de tecidos (análise foliar)**

- ◆ **É de fato útil?**

# Nível crítico/faixa de suficiência



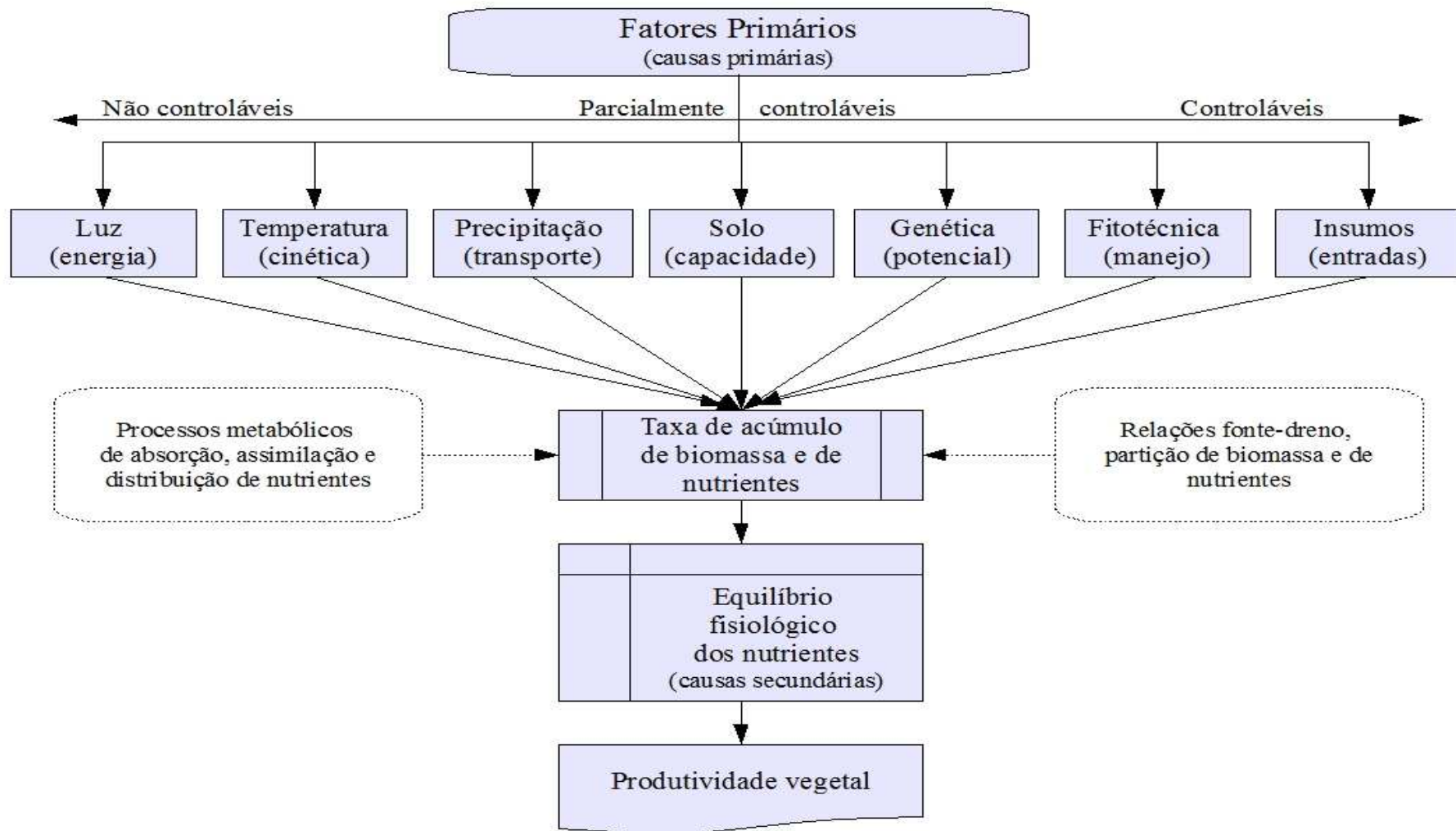
# Nível crítico/faixa de suficiência



# *Efeitos de diluição e concentração*

Caso	Alteração na acumulação do nutriente	Alteração na acumulação de matéria seca	Alteração na concentração do nutriente	Comentário
1	↑	↑	↑	Sinergismo
2	↑	↑	0	
3	↑	↑	↓	Efeito de diluição
4	↑	0	↑	Sinergismo
5	↑	↓	↑	Efeito de concentração
6	0	0	0	Ausência de resposta
7	↓	↑	↓	Efeito de diluição
8	↓	0	↓	Antagonismo
9	↓	↓	↑	Efeito de concentração
10	↓	↓	0	
11	↓	↓	↓	Antagonismo

# DRIS





# Visões

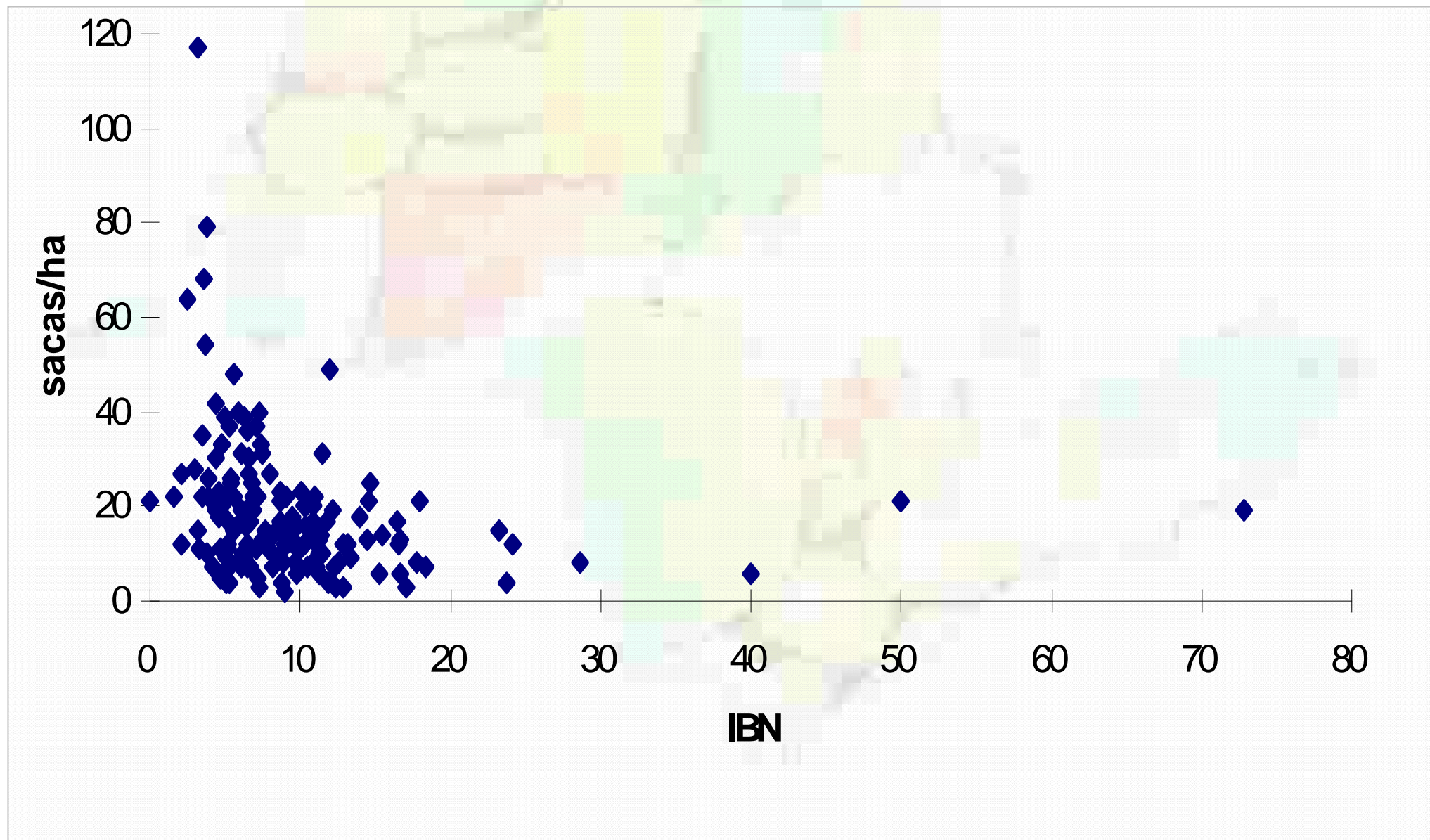
- ◆ **Holística: simular no computador todas as condições e fatores que afetam a produtividade das culturas, visando estabelecer conjunto de recomendações adequadas**
- ◆ **Visão reducionista: determinar o estado nutricional das plantas a partir do estudo das relações nutricionais em plantas sadias (ou produtivas)**

# *Visão holística x reducionista*

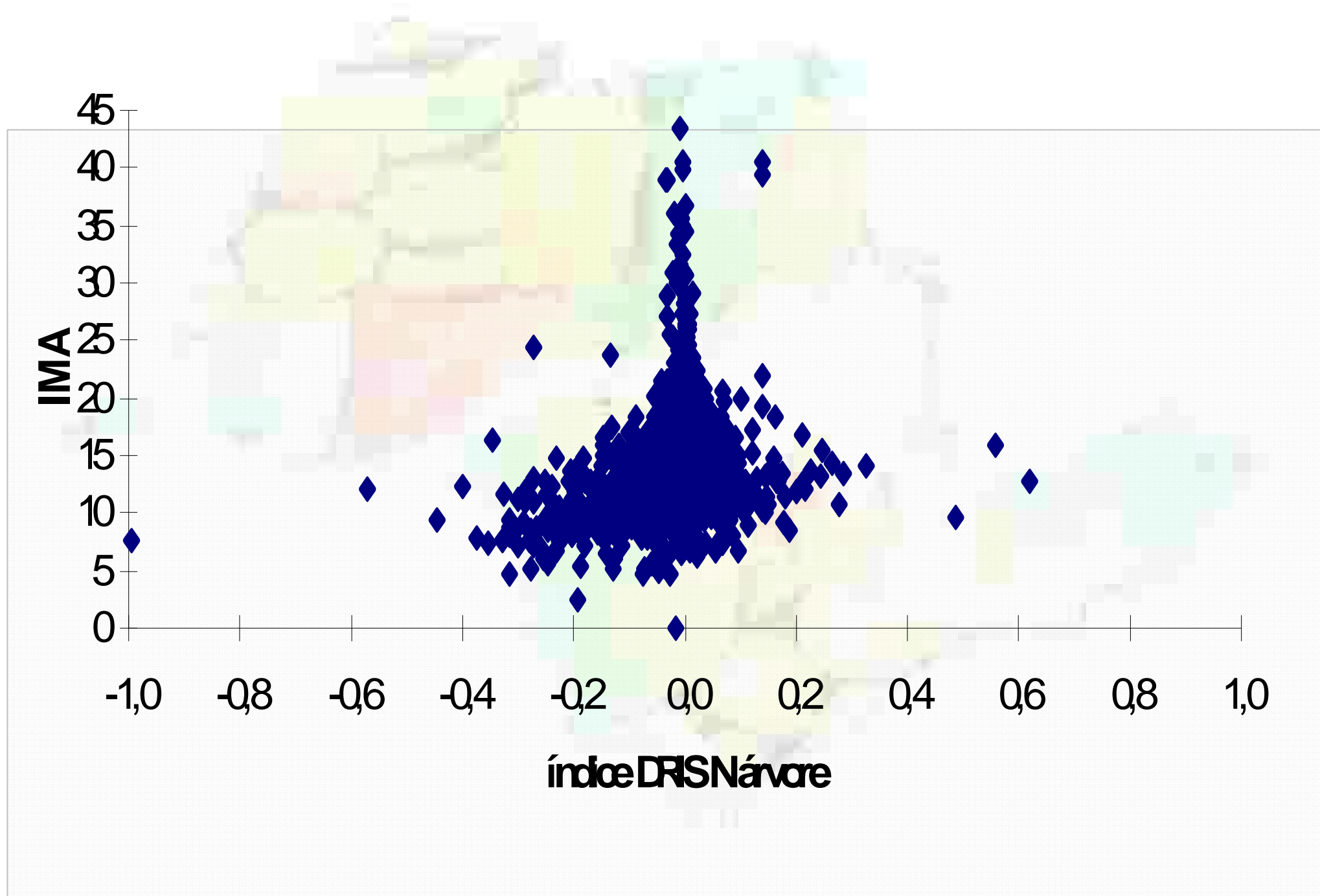
## ◆ Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação

- ◆ Práticas de manejo...
  - ◆ Época de plantio, espaçamento
- ◆ Material genético, fertilidade do solo...
  - ◆ Variedades, tipo de solo, características físicas e químicas
- ◆ Nutrição de Plantas
  - ◆ Equilíbrio fisiológico dos nutrientes

# *Índice de balanço nutricional*



# *Indice DRIS....*



# Potencial de resposta à adubação

Estado nutricional	Tipo de resposta à adubação	CrITÉrios	Notação
Deficiente	Muito Alto	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>I_{Nut}^1 &lt; 0</math></li> <li>2. <math> I_{Nut}  &gt; IBNm^2</math></li> <li>3. <math>I_{Nut}</math> é o índice DRIS de <b>menor</b> valor</li> </ol>	p
Provavelmente deficiente	Alto	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>I_{Nut} &lt; 0</math></li> <li>2. <math> I_{Nut}  &gt; IBNm</math></li> </ol>	pz
Equilibrado	Nula	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math> I_{Nut}  \leq IBNm</math></li> </ol>	z
Provavelmente em excesso	Baixo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>I_{Nut} &gt; 0</math></li> <li>2. <math> I_{Nut}  &gt; IBNm</math></li> </ol>	nz
Em excesso	Muito Baixo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>I_{Nut} &gt; 0</math></li> <li>2. <math> I_{Nut}  &gt; IBNm</math></li> <li>3. <math>I_{Nut}</math> é o índice DRIS de <b>maior</b> valor</li> </ol>	n

<sup>1</sup> $I_{Nut}$  = índice DRIS do nutriente

<sup>2</sup> $IBNm$  = índice de balanço nutricional médio

# *Os diagnósticos estão corretos?*

## Estado nutricional real

Deficiência    Suficiência    Toxidez

PRA	Insuficiência	V	F	F
	Equilibrado	F	V	F
	Excesso	F	F	V



## SOFTWARE

Informações

## ANÁLISE FOLIAR

Cadastrar

Editar/Excluir

## ANÁLISE DO SOLO

## CONFIGURAÇÕES

Metodologia

Modelagem

## NORMAS

Gerar

Resultados

## DIAGNÓSTICO

Analizar

Resultados

Exportar

Acurácia

## RECOMENDAÇÃO

## CADASTROS

Proprietários

Estabelecimentos

Glebas

## ANÁLISE FOLIAR

\* Identificação da amostra

Número da Amostra:

\* Data da Amostragem

\* Estabelecimento comercial / propriedade rural:

\* Local da amostragem ou gleba:

\* Safra

**Teores de nutrientes nas folhas:**

(informe pelo menos três nutrientes)

Macronutrientes (g/Kg)

N

P

K

Ca

Mg

S

Micronutrientes (mg/Kg)

B

Zn

Fe

Mn

Cu

Cadastrar

Cadastrar e Calcular DRIS



## SOFTWARE

Informações

## ANÁLISE FOLIAR

Cadastrar

Editar/Excluir

## ANÁLISE DO SOLO

## CONFIGURAÇÕES

Metodologia

Metodologia

## NORMAS

Gerar

Resultados

## DIAGNÓSTICO

Analizar

Resultados

Exportar

Acurácia

## RECOMENDAÇÃO

## CADASTROS

Proprietários

Estabelecimentos

Glebas

## CONFIGURAÇÃO PARA O CÁLCULO DO DRIS

### NORMAS DRIS

Descrição da Norma:

Embrapa Semi-Arido - Lavouras Comerciais 1997/1998

Alta Produtividade  Média Produtividade  Geral (Toda população)

Seleção das relações

Nível de significância  0.5 à 20 (%)  
 Todas as relações  
 Relações Principais

### MÉTODOS

Métodos

Beaufils (1973)  
 Jones (1981)  
 Elwali & Gascho (1983)  
 Ratfhon & Burger (1991)  
 Wadt et al (2007)  
 Parent & Dafir (1992) - Método CND

Interpretação do índice DRIS

M-DRIS (Hallmark et al., 1987)  
 PRA (Wadt, 1986)

Transformação

Com transformação logaritmica  
 Sem transformação logaritmica

### NUTRIENTES

Nutrientes

N  P  K  Ca  Mg  S  
 B  Zn  Fe  Mn  Cu





## SOFTWARE

Informações

## ANÁLISE FOLIAR

Cadastrar

Editar/Excluir

## ANÁLISE DO SOLO

## CONFIGURAÇÕES

Metodologia

Modelagem

## NORMAS

Gerar

Resultados

## DIAGNÓSTICO

Analizar

Resultados

Exportar

Acurácia

## RECOMENDAÇÃO

## CADASTROS

Proprietários

Estabelecimentos

Glebas

## GERAR NORMAS

\* Descrição da Norma:

Ecossistema:

Todas  Apenas:

Material Genética:

Todas  Apenas:

Tipos de Irrigação:

Todas  Apenas:

Tipos de amostra:

Todas  Apenas:

Densidade de plantia:

Todas  
 Até   
 A partir de   
 De  até

Densidade por cova:

Todas  
 Até   
 A partir de   
 De  até

Origem dos dados:

Gerais  Próprias Calculadas  Próprias

[Selecionar dados individuais](#)

População de referência:

Todas  Alta, Baixa e Média

Safra:

Todas  
 Até   
 A partir de   
 De  até

Idade da árvore:

Todas  
 Até  anos  
 A partir de  anos  
 De  até  anos

\* Campos Obrigatórios

Gerar Normas

# DRIS Manga



## SOFTWARE

Informações

## ANÁLISE FOLIAR

Cadastrar

Editar/Excluir

## ANÁLISE DO SOLO

## CONFIGURAÇÕES

Metodologia

Modelagem

## NORMAS

Gerar

Resultados

## DIAGNÓSTICO

Analizar

Resultados

Exportar

Acurácia

## RECOMENDAÇÃO

## CADASTROS

Proprietários

Estabelecimentos

Glebas

## SELEÇÃO DAS METODOLOGIAS PARA CÁLCULO DA ACURÁCIA

Calcular Acurácia (Selecionada)

Recalcular todas

« ant 1 2 prox »

[Clique para incluir para o cálculo da acurácia:](#)



Número da metodologia: 1

Norma: Normas Preliminares - Embrapa Semi-Arido

População de referência: Alta Produtividade (Subpopulação)

Seleção das relações: Todas as relações

Método: Jones (1981)

Interpretação do índice DRIS: PRA (Wadt, 1986)

Transformação: Com transformação logaritmica

Nutrientes:  N  P  K  Ca  Mg  S  B  Zn  Fe  Mn  Cu

[Clique para incluir para o cálculo da acurácia:](#)



Número da metodologia: 62

Norma: Embrapa Semi-Arido - Lavouras Comerciais 1997/1998

População de referência: Geral (Toda população)

Seleção das relações: Todas as relações

Método: Jones (1981)

Interpretação do índice DRIS: PRA (Wadt, 1986)

Transformação: Com transformação logaritmica

Nutrientes:  N  P  K  Ca  Mg  S  B  Zn  Fe  Mn  Cu

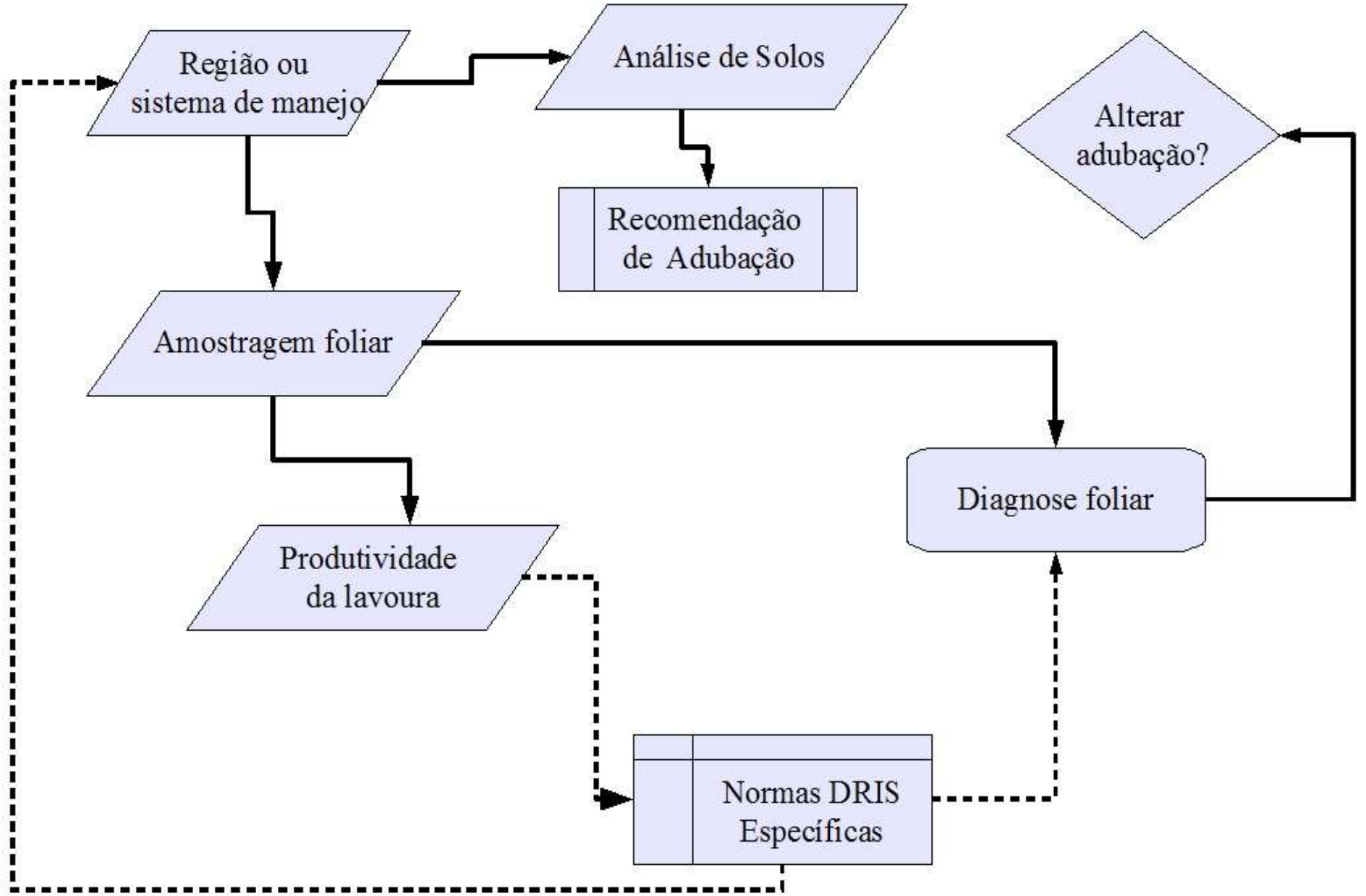
[Clique para incluir para o cálculo da acurácia:](#)

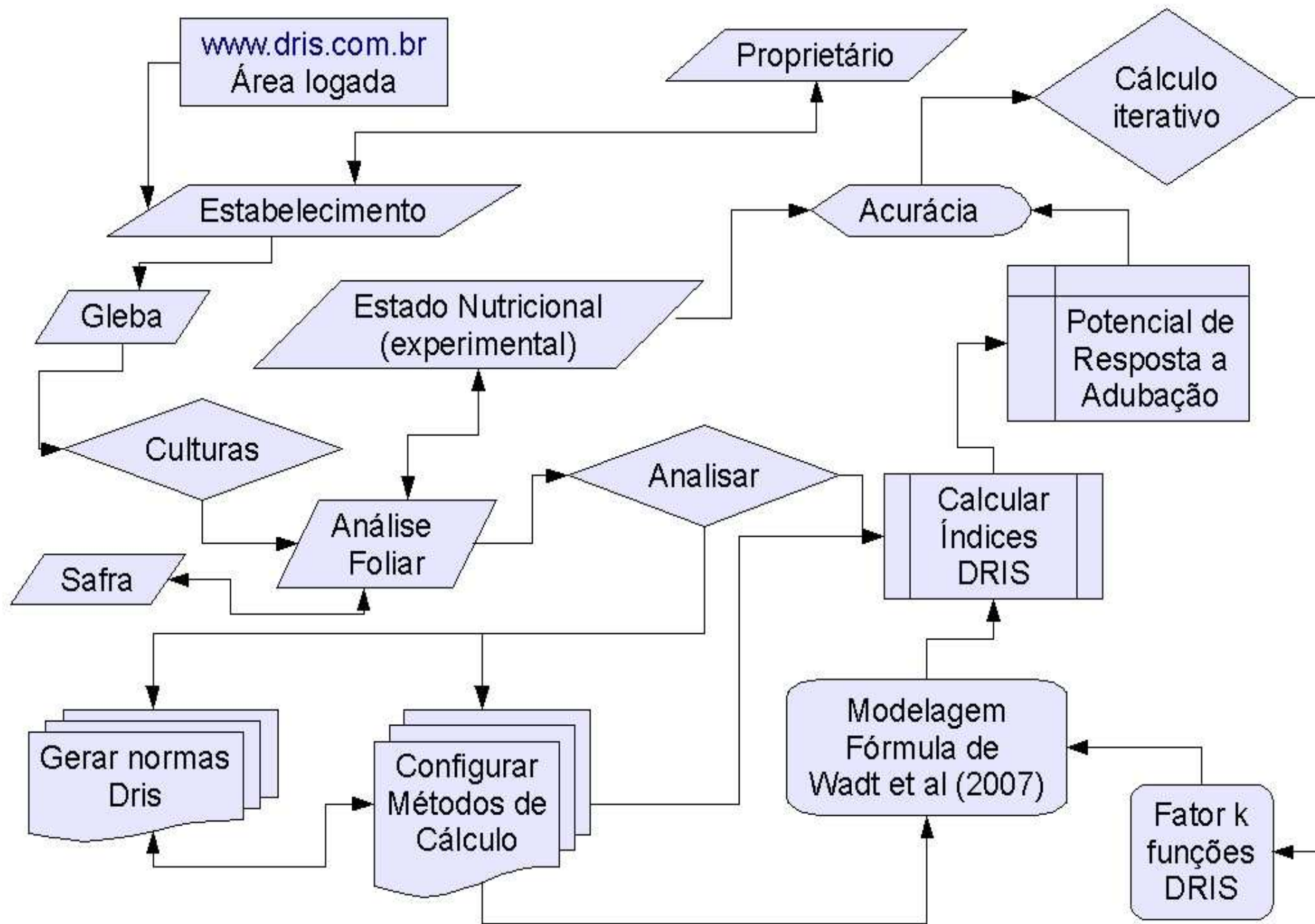


Número da metodologia: 63

Norma: Embrapa Semi-Arido - Lavouras Comerciais 1997/1998

Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação  
Abordagem convencional





## *Medindo a utilidade dos diagnósticos*

- ◆ **Ensaio de calibração**
- ◆ **Experimentação**
- ◆ **Correlações com produtividade**
  
- ◆ **Frequência de ocorrência de limitações**
- ◆ **Porcentagem de concordância entre diagnósticos**
- ◆ **Medidas de acurácia**

# *Os diagnósticos estão corretos?*

		Estado nutricional real		
		Deficiência	Suficiência	Toxidez
PRA	Insuficiência	V	F	F
	Equilibrado	F	V	F
	Excesso	F	F	V

# Combinações possíveis

Contagem de casos		Estado nutricional fisiológico			Subtotal
		Deficiência	Suficiência	Toxicidade	
Diagnóstico nutricional	Insuficiência	$I_V$	$I_{F(S)}$	$I_{F(T)}$	$\sum I$
	Equilíbrio	$Eq_{F(D)}$	$Eq_V$	$Eq_{F(T)}$	$\sum Eq$
	Excesso	$Ex_{F(D)}$	$Ex_{F(S)}$	$Ex_V$	$\sum Ex$
Subtotal		$\sum D$	$\sum S$	$\sum T$	$\sum \sum n$

# Acurácia global

Contagem de casos		Estado nutricional fisiológico			Subtotal
		Deficiência	Suficiência	Toxicidade	
Diagnóstico nutricional	Insuficiência	$I_v$			
	Equilíbrio Excesso		$Eq_v$		
				$Ex_v$	
Subtotal		$\Sigma D$	$\Sigma S$	$\Sigma T$	

$$AG = (I_v / \Sigma D + Eq_v / \Sigma S + Ex_v / \Sigma T) / 3$$



# *Acurácia para deficiência*

Contagem de casos

Estado nutricional fisiológico

Subtotal

Deficiência

Suficiência

Toxicidade

Diagnóstico  
nutricional

Insuficiência

$I_V$

$\Sigma I$

Equilíbrio

$Eq_{F(D)}$

$\Sigma Eq$

Excesso

$Ex_{F(D)}$

$\Sigma Ex$

$$ACD = [2 + (I_V / \Sigma I - [Eq_{F(D)} / \Sigma Eq + Ex_{F(D)} / \Sigma Ex])] / 3$$

# *Acurácia para insuficiência*

Contagem de casos		Estado nutricional fisiológico			Subtotal
		Deficiência	Suficiência	Toxicidade	
Diagnóstico nutricional	Insuficiência	$I_V$	$I_{F(S)}$	$I_{F(T)}$	
	Equilíbrio Excesso				
Subtotal		$\Sigma D$	$\Sigma S$	$\Sigma T$	

$$ACI = [2 + (I_V / \Sigma D - [I_{F(S)} / \Sigma S + I_{F(T)} / \Sigma T]) / 3]$$

# *Outras medidas de acurácia*

## ◆ Suficiência

- ◆  $ECS = [2 + (Eq V / \sum Eq - [I F(S) / \sum I + Ex F(S) / \sum Ex])] / 3$

## ◆ Equilíbrio

- ◆  $ACEq = [2 + (Eq V / \sum S - [Eq F(D) / \sum D + Eq F(T) / \sum T])] / 3$

## ◆ Toxicidade

- ◆  $ACT = [2 + (Ex V / \sum Ex - [I F(T) / \sum I + Eq F(T) / \sum Eq])] / 3$

## ◆ Excesso

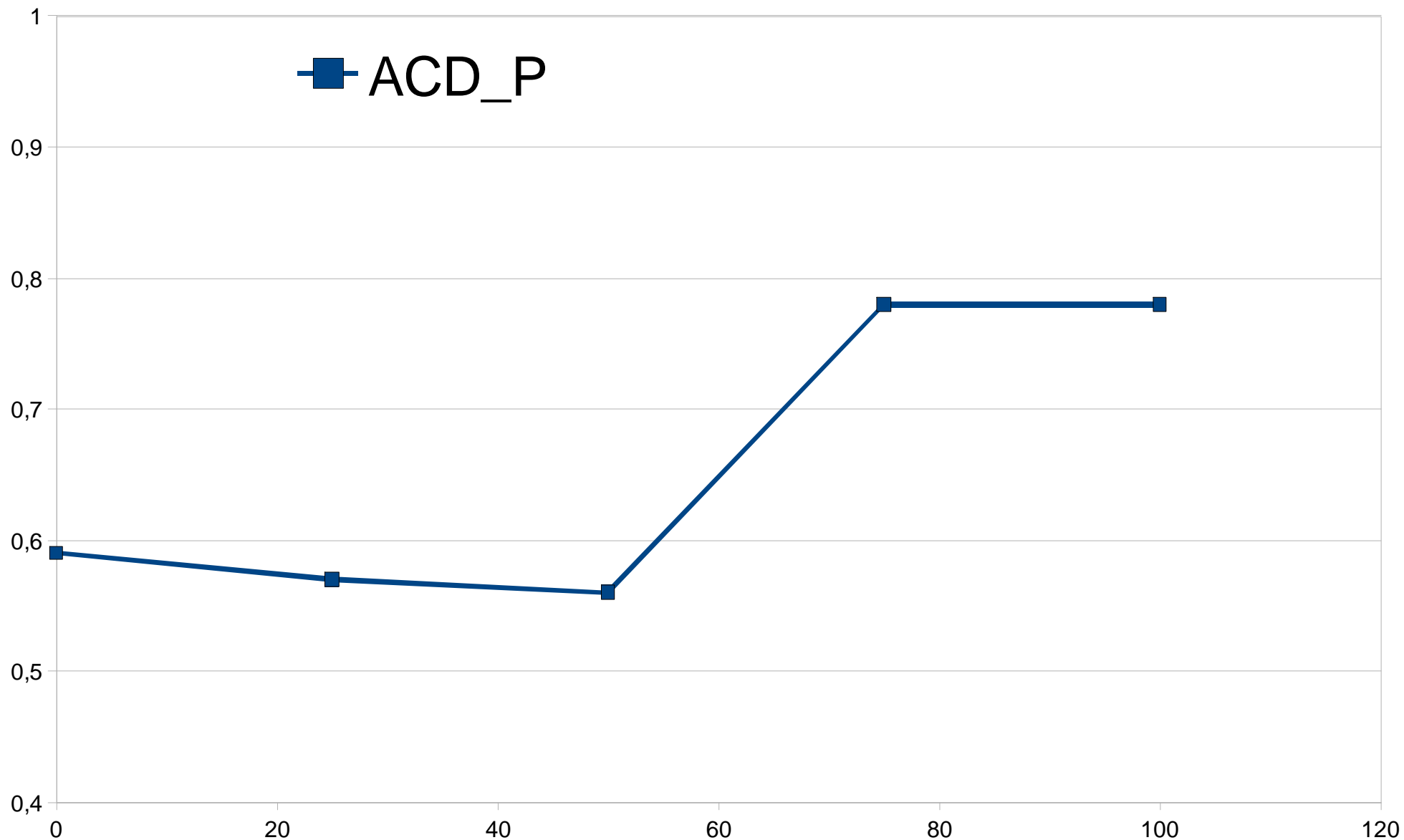
- ◆  $ACEx = [2 + (Ex V / \sum T - [Ex F(S) / \sum S + Ex F(D) / \sum D])] / 3$

# *Acurácia e modelagem das fórmulas DRIS*

<b>Jones (1981)</b>	<b>Global</b>	<b>Deficiência</b>	<b>Insuficiência</b>
<b>N</b>	<b>0,55</b>	<b>0,75</b>	<b>0,79</b>
<b>P</b>	<b>0,89</b>	<b>0,67</b>	<b>0,94</b>
<b>K</b>	<b>0,76</b>	<b>0,67</b>	<b>0,94</b>
<b>Wadt et al (2007)</b>			
<b>N</b>	<b>0,37</b>	<b>0,69</b>	<b>0,5</b>
<b>P</b>	<b>0,67</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>K</b>	<b>0,75</b>	<b>0,67</b>	<b>0,96</b>
<b>Wadt et al (2007) 100 iterações</b>			
<b>N</b>	<b>0,34</b>	<b>0,68</b>	<b>0,64</b>
<b>P</b>	<b>0,67</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>K</b>	<b>0,72</b>	<b>0,67</b>	<b>0,87</b>

Situação	Ajuste a ser realizado no Fator k (fk)	Problema relacionado ao manejo da adubação
$ACD < 0,7$ e $ACD < ACI$	Aumentar 1%	Grande número de diagnósticos falsos para deficiência, resultando em menores adubações que as realmente necessárias.
$ACI < 0,7$ e $ACI < ACD$	Diminuir 1%	Grande número de diagnósticos falsos para insuficiência, resultando em adubações desnecessárias.
$ACEq < 0,5$ e $ACEq < ACS$	Aumentar 1%	Grande número de diagnósticos falsos para equilíbrio nutricional, implicando a possibilidade de perda de rendimento devido tanto à falta como ao excesso de adubação.
$ACS < 0,5$ e $ACS < ACEq$	Diminuir 1%	Grande número de diagnósticos falsos para suficiência, implicando a possibilidade de perda de rendimento devido tanto a falta como ao excesso de adubação.
$ACEx < 0,4$ e $ACEx < ACT$	Diminuir 1%	Grande número de diagnósticos falsos para excesso, resultando em aumento dos nutrientes já fornecidos em quantidades excessivas.
$ACT < 0,4$ e $ACT < ACEx$	Aumentar 1%	Grande número de diagnósticos falsos para toxicidade, resultando em diminuição dos nutrientes fornecidos em quantidades adequadas ou equilibradas
Nenhuma das anteriores	Manter o mesmo valor	

# *Acurácia para deficiência de fósforo em arroz irrigado (terras baixas)*



# *Desafios*

- ◆ **Trabalhos cooperativos e não competitivos**
- ◆ **Situações diversas para cada cultura, exigindo ajustes (culturas anuais x perenes; palmeiras x fruteiras; etc)**
- ◆ **Falta de financiamento institucional à longo prazo**
- ◆ **Serviço ou pesquisa tecnológica?**

## *Lembrete para quem for declarar Imposto de Renda este ano*

- ◆ **Estou fazendo minha declaração de Imposto de Renda e fui tirar uma dúvida na Receita Federal, pois sou Palmeirense e pago carnê de sócio.**
- ◆ **Dúvida: como pago a prestação todo mês, devo lançar o Palmeiras como meu dependente?**



## *Resposta dos Auditores da Receita:*

- ◆ **"Claro que não. Somente deve lançar dependente na Declaração de**
- ◆ **Imposto de Renda quem ganhou alguma coisa no ano de 2009.**
- ◆ **No seu caso, uma simples Declaração de isento é o suficiente."**

# *Agradecimentos*

◆ **Comissão organizadora**

◆ **CNPq**

◆ **Obrigado!**