



II Workshop Internacional de Inovações  
Tecnológicas na Irrigação  
&  
I Simpósio Brasileiro sobre o  
Uso Múltiplo da Água



# SUSTENTABILIDADE DA IRRIGAÇÃO: ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO EM AGRICULTURA IRRIGADA

João Carlos F. Borges Jr.  
UFRPE/UAG





# INTRODUÇÃO

- A demanda mundial por produtos agrícolas tem crescido devido a diferentes fatores:
  - melhoria da condição sócio-econômica de grupos de países em desenvolvimento
  - crescimento populacional
  - aumento da demanda por bio-combustíveis na composição da matriz energética mundial
- Requerimento de aumento de produção e produtividade



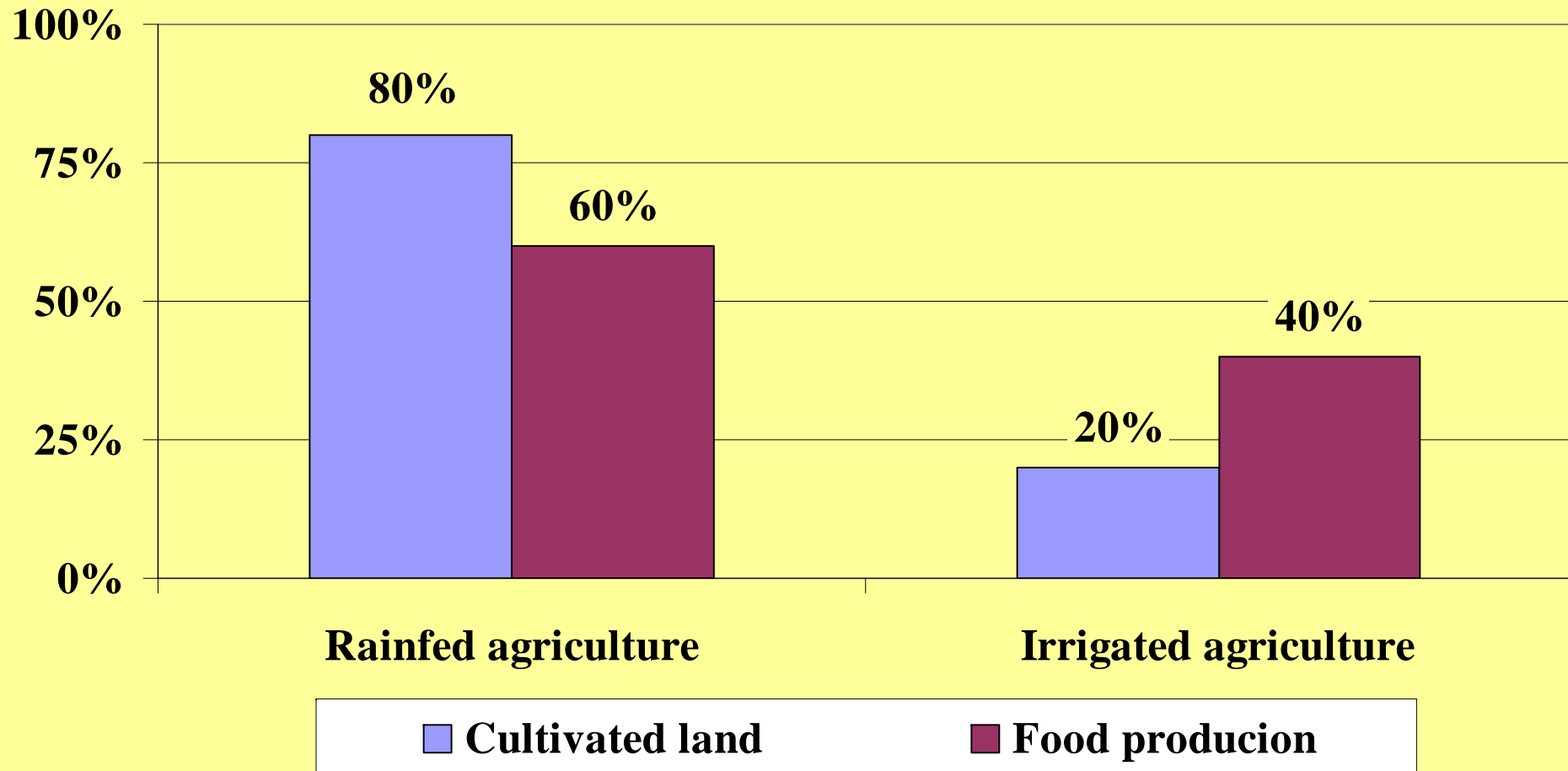


# INTRODUÇÃO

- A agricultura irrigada tem tido importante participação na produção agrícola, sendo estratégica na busca do atendimento da crescente demanda global



# INTRODUÇÃO



(Garces-Restrepo et al. (2007); FAO WATER REPORTS 32)



The background of the slide features a stylized illustration. On the left, a golden corn cob with some green husks is shown. The rest of the background is a soft-focus image of a field with tall, yellow-green crops under a warm, orange-yellow sky.

# INTRODUÇÃO

- No Brasil, em 1998, 16% da safra de alimentos foi produzida por meio de cultivos irrigados, representando 35% do valor de produção.

(PNRH, 2006)



# SUSTENTABILIDADE

- Conceito sistêmico envolvendo aspectos:

- Econômicos

- Ambientais

- Sociais

- Culturais





# IMPACTOS DA IRRIGAÇÃO

- Consumo expressivo de recursos hídricos
- Modificação do meio ambiente
- Salinização do solo
- Contaminação dos recursos hídricos
- Problemas de saúde pública

(Bernardo, 1997)



# CONSUMO DE RECURSOS HÍDRICOS NA AGR. IRRIGADA

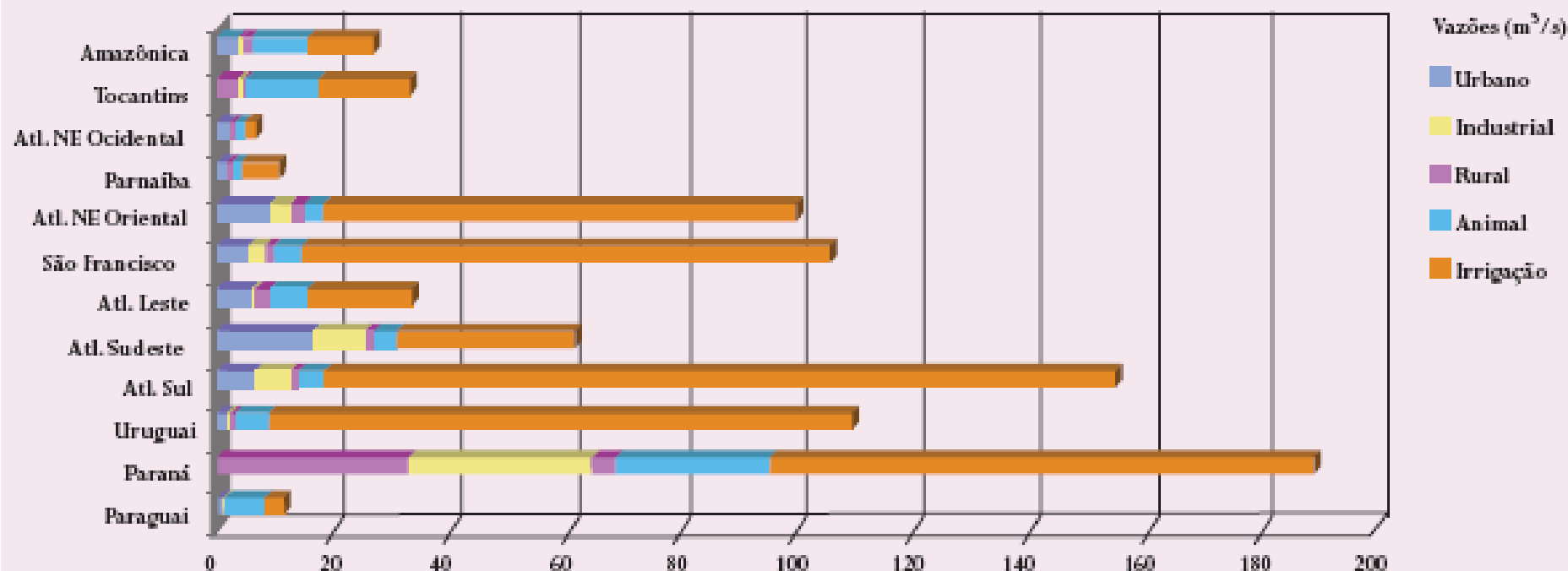
**Expansão da agricultura irrigada  
x  
Disponibilidade hídrica**

- Cerca de 70% do consumo de água, em âmbito mundial, é destinado à agricultura irrigada (85% apenas em países em desenvolvimento);



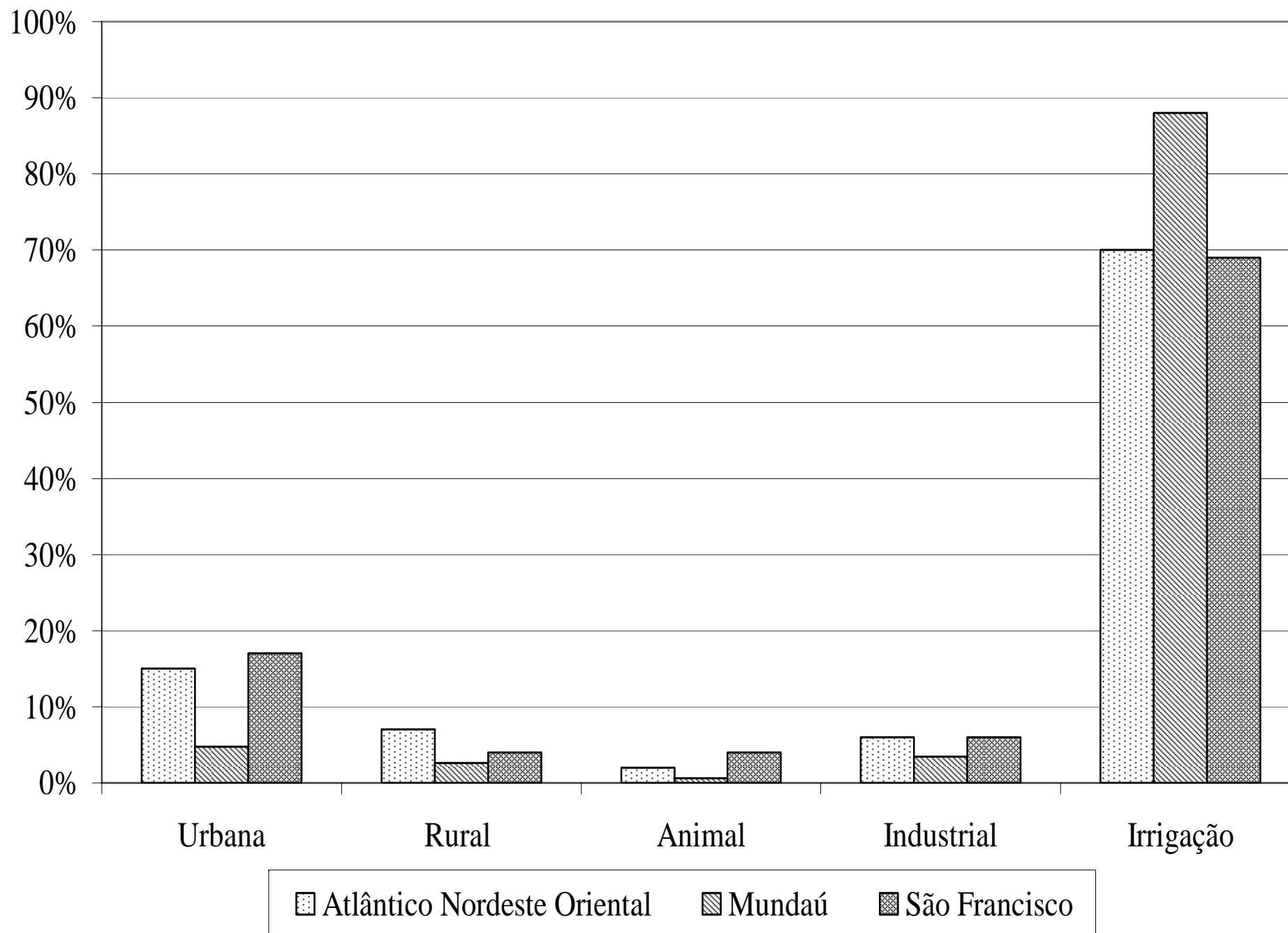


# CONSUMO DE RECURSOS HÍDRICOS NA AGR. IRRIGADA

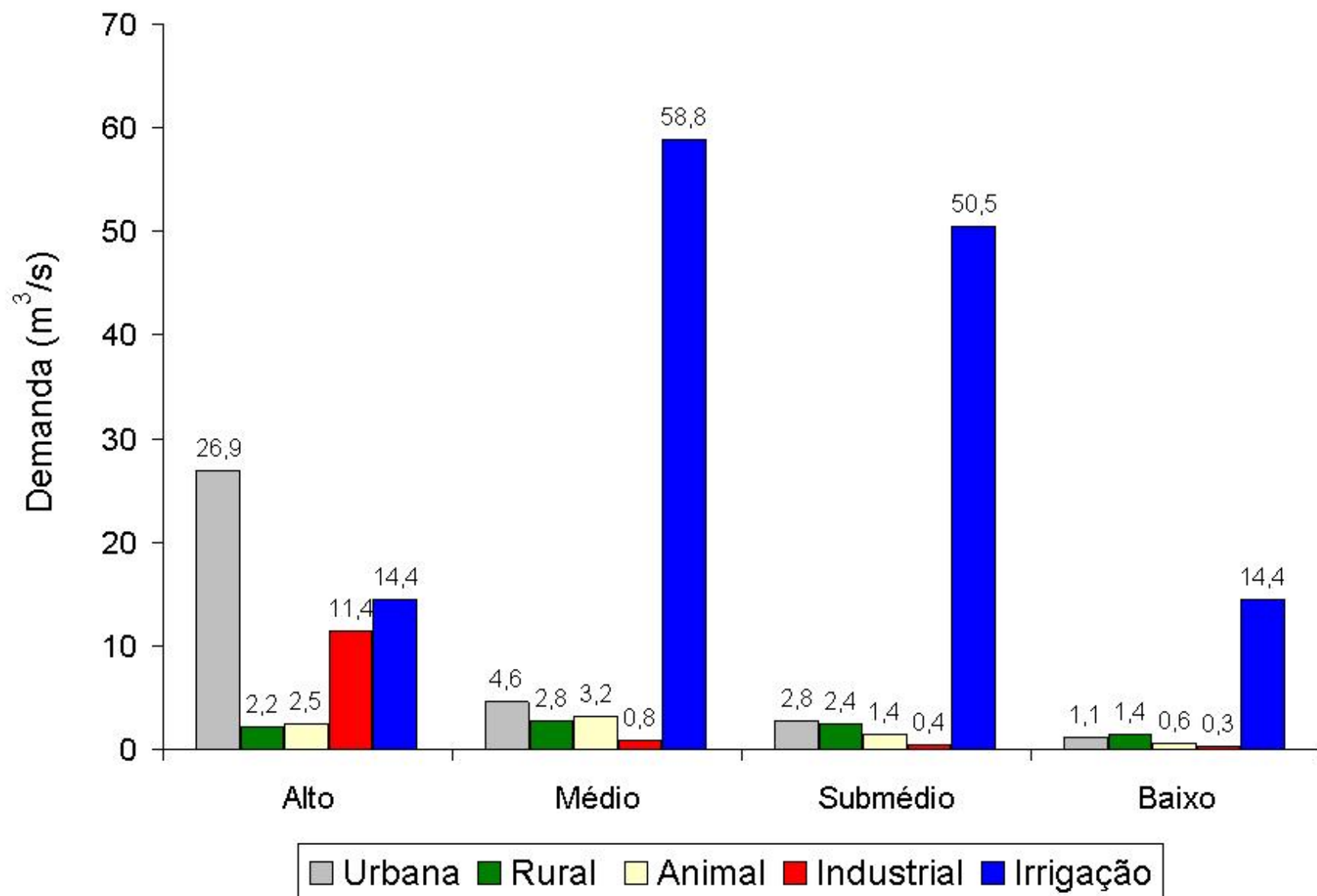


**Vazões de consumo para diferentes usos  
nas regiões hidrográficas**

(PNRH, 2006)





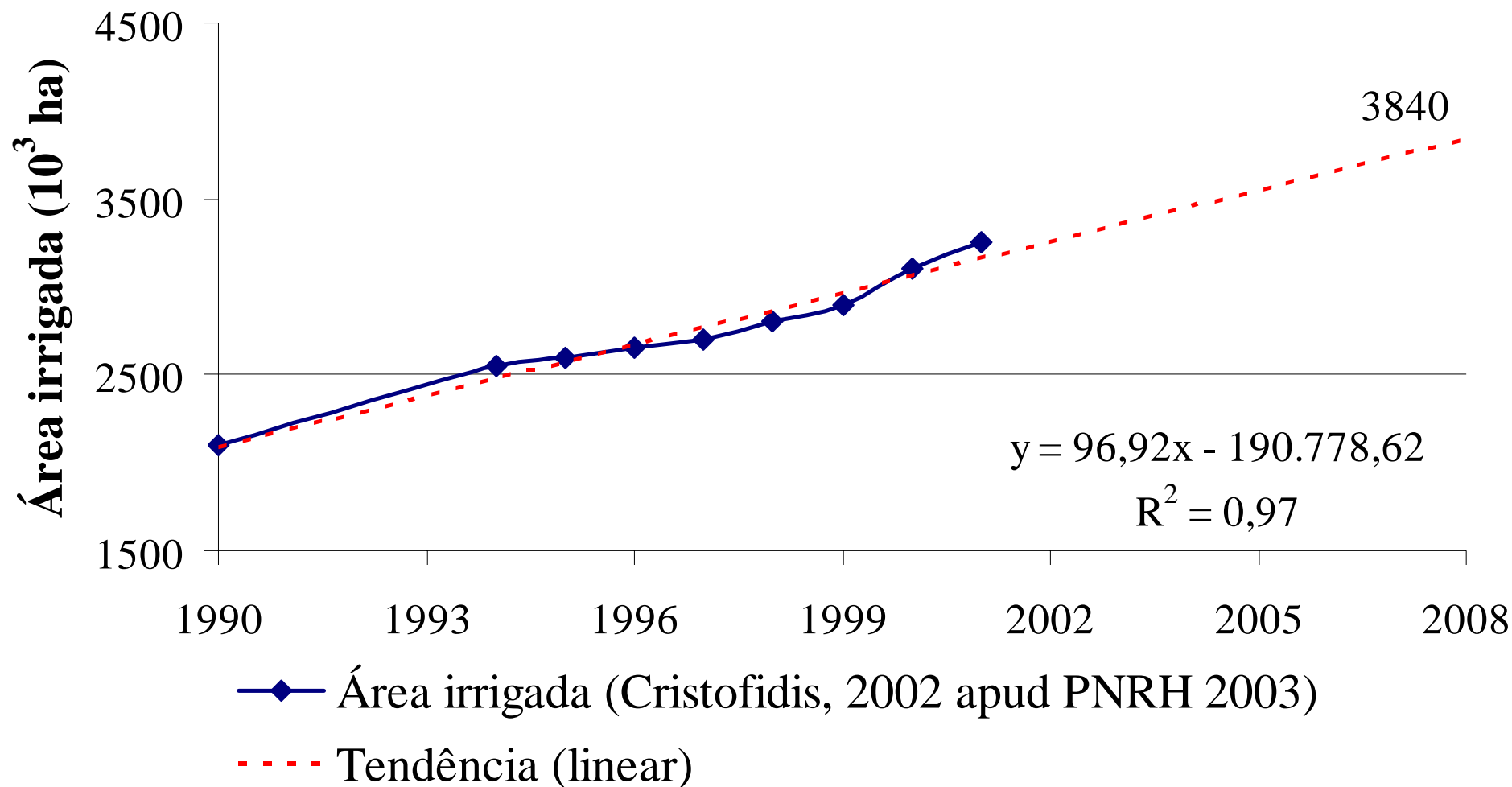


Distribuição das demandas na  
Região Hidrográfica do São Francisco (PNRH, 2003)

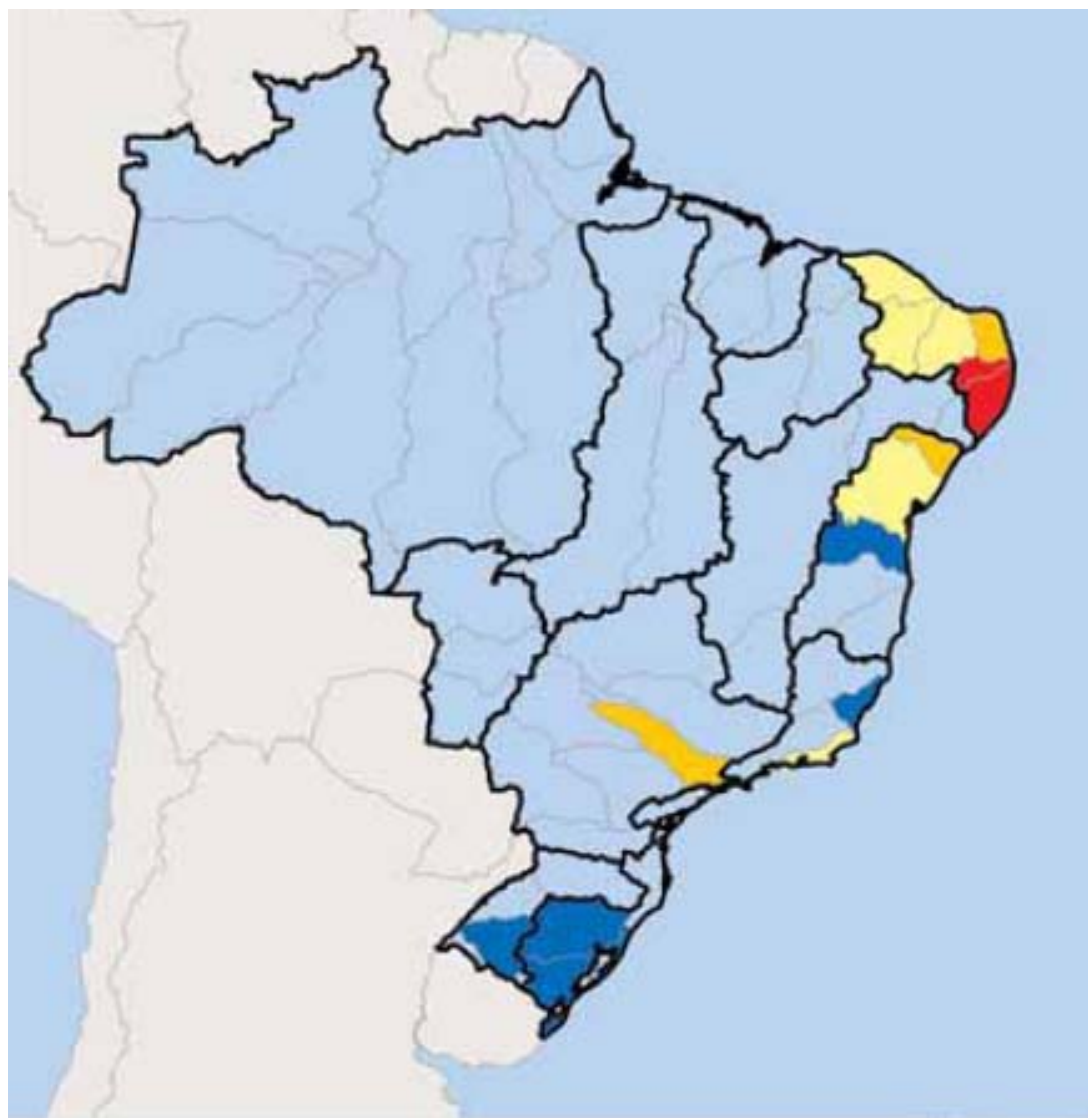


# CONSUMO DE RECURSOS HÍDRICOS NA AGR. IRRIGADA

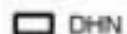
## Expansão da área irrigada no Brasil







#### Legenda



Vazão de Demanda sobre a Vazão Média Acumulada

- < 5 % - Excelente
- 5 a 10 % - Confortável
- 10 a 20 % - Preocupante
- 20 a 40 % - Crítica
- > 40 % - Muito Crítica



Secretaria de Recursos Hídricos    Ministério do Meio Ambiente  
GOVERNO FEDERAL



Distribuição  
espacial da  
relação entre a  
vazão de  
retirada e a  
vazão média  
acumulada nas  
regiões  
hidrográficas  
brasileiras

(PNRH, 2006)

The background of the slide features a stylized illustration. On the left, a large, detailed corn cob with yellow and orange kernels is shown. The rest of the background is a soft-focus image of a field with rows of crops, possibly corn, under a bright, hazy sky. The top of the slide has a solid orange-brown header.

# USO RACIONAL DE REC. HID. NA AGRICULTURA IRRIGADA

- Manejo de irrigação
- Projeto
- Planejamento relativo às estratégias de produção





# USO RACIONAL DE R. HID. NA AGRICULTURA IRRIGADA

- Estratégias de produção:
  - O que produzir
  - Onde
  - Quando
  - Quais tecnologias utilizar





# PLANEJAMENTO EM AGRICULTURA IRRIGADA

- Abordagem em dois níveis:

- **Nível setorial**

- análise sócio-econômica
- políticas públicas

- **Nível de propriedade**

- análise financeira, observando-se disponibilidade de recursos





# PLANEJAMENTO EM AGRICULTURA IRRIGADA

- Alinhamento com PNRH 2006, especialmente **Subprograma VII.2: Programa de Otimização do Uso da Água em Irrigação**
  - Para que objetivos sejam atingidos, o subprograma deve desenvolver regras operacionais de referência para perímetros de irrigação e projetos privados de médio e grande portes, assim como incorporar sistemas de apoio à decisão.”

(PNRH, 2006)



# PLANEJAMENTO EM AGRICULTURA IRRIGADA

- Otimização
  - Maximização (ex. retorno financeiro → valor presente líquido total)
  - Minimização (ex. requerimento de irrigação)
- Análise de Risco
  - Análise de sensibilidade e simulações





# PLANEJAMENTO EM AGRICULTURA IRRIGADA

- Otimização
  - Modelos de programação linear plurianuais
  - Consideração de restrições como terra, disponibilidade de água, mão de obra, produção (base mensal)



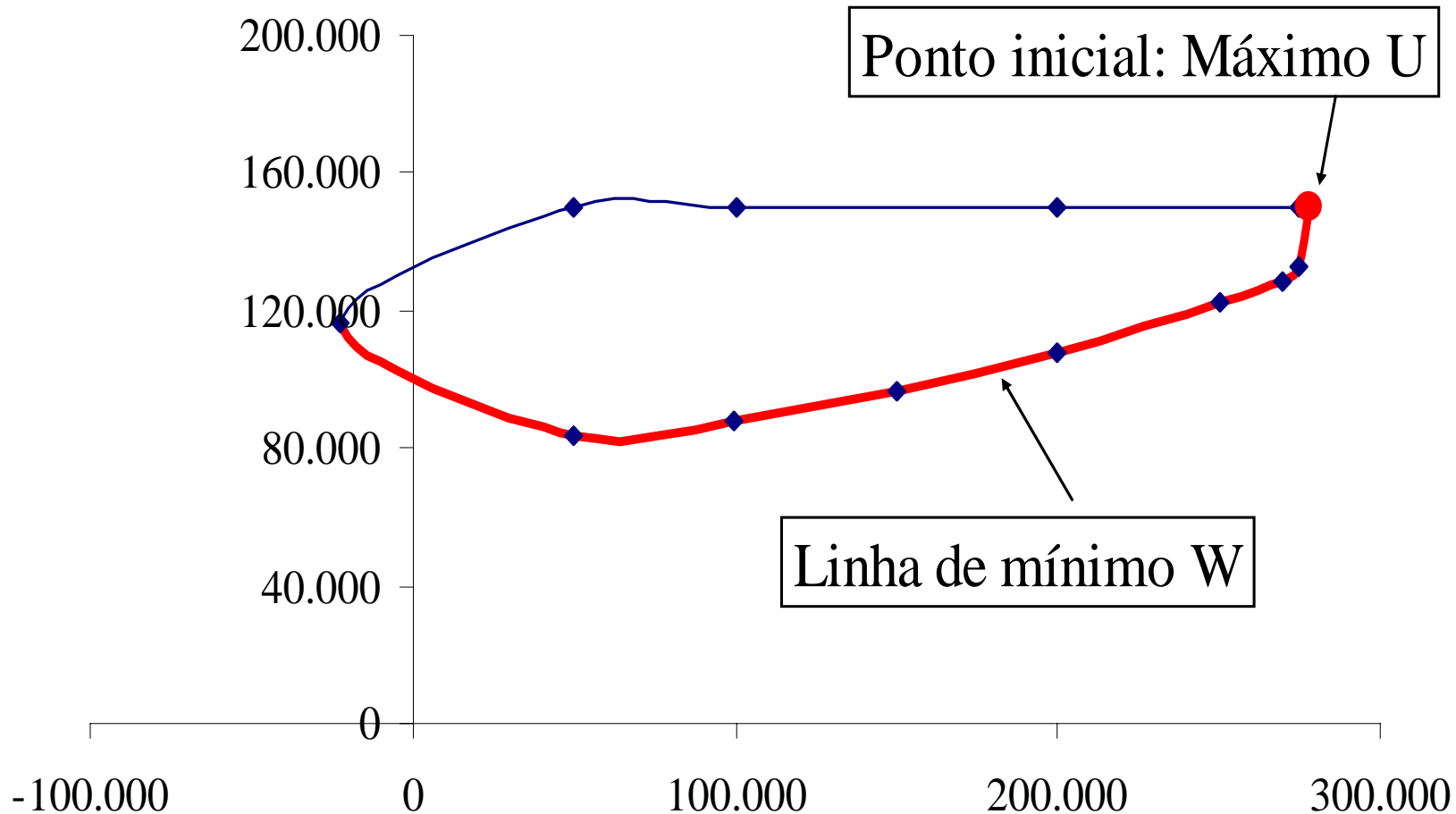
The background of the slide features a stylized illustration. On the left, a large, detailed corn cob with yellow and orange kernels is shown. The rest of the background is a soft-focus image of a green agricultural field with rows of crops under a bright, hazy sky.

# PLANEJAMENTO EM AGRICULTURA IRRIGADA

- Padrões de cultivo obtidos por maximização de retorno financeiro são pontos de partida de estudos de otimização de requerimentos de irrigação

# PLANEJAMENTO EM AGRICULTURA IRRIGADA

$W$  = requerimento de irrigação em meses críticos ( $m^3$ )



$U$  = valor presente líquido total (R\$)



# PLANEJAMENTO EM AGRICULTURA IRRIGADA

Otimização:  
Retorno financeiro  
Requerimento de irrigação  
(MPL)



Análise de risco  
(P-Risco)





# PLANEJAMENTO EM AGRICULTURA IRRIGADA

- Análise de risco
  - Avaliação de impacto de incertezas sobre o desempenho técnico-financeiro do empreendimento
  - Variáveis de saída:
    - Retorno financeiro
    - Requerimento de irrigação



# PLANEJAMENTO EM AGRICULTURA IRRIGADA

- Análise de risco

- Necessária a consideração de correlações entre requerimentos mensais de irrigação dos diferentes cultivos





# PLANEJAMENTO EM AGRICULTURA IRRIGADA

- Potenciais usuários:

- Extensionistas
- Consultores
- Pesquisadores
- Outros



# PLANEJAMENTO EM AGRICULTURA IRRIGADA

- Dados necessários:

- Climáticos
- Solo
- Cultura
- Econômicos





# PLANEJAMENTO EM AGRICULTURA IRRIGADA

- Dados necessários:

- Cultura

- Produtividade e requerimento de irrigação podem ser obtidos por modelagem (ex.: MCID)

(Borges Júnior et al., 2008)



# PLANEJAMENTO EM AGRICULTURA IRRIGADA

- Quando aplicar o estudo:
  - Planejamento periódico ou inicial





# ESTUDO DE CASO: P. JAÍBA

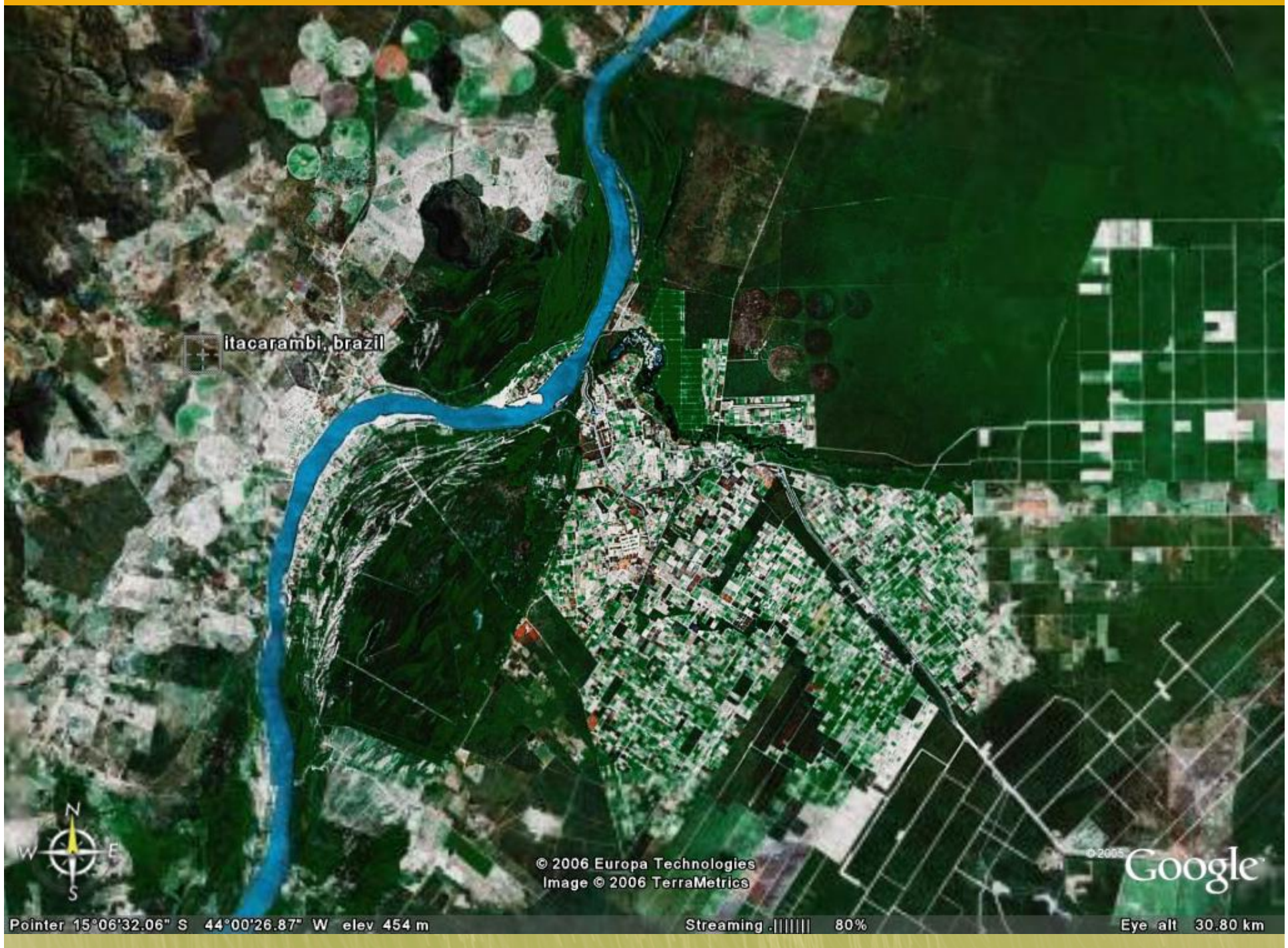
- Exemplo de aplicação da metodologia:
  - Estudo de caso em propriedade no perímetro de irrigação do Jaíba, MG (apoio: CNPq)



# ESTUDO DE CASO: P. JAÍBA

- Culturas (Fev/2007):
  - Florestais: 2
  - Forrageiras: 4
  - Frutícolas: 37
  - Olerícolas (incluindo semente) 44
  - Tradicionais: 20
  - Total: 107 culturas





itacarambi, brazil



© 2006 Europa Technologies  
Image © 2006 TerraMetrics

© 2005 Google

Pointer 15°06'32.06" S 44°00'26.87" W elev 454 m

Streaming .|||||| 80%

Eye alt 30.80 km





# ESTUDO DE CASO: P. JAÍBA

## Modelo de programação linear

Restrição	Unidade	Valor
Terra	(ha)	19
Mão-de-obra (mensal)	(dias-homem)	750
Água disponível para irrigação (mensal)	(m <sup>3</sup> )	15.000

**Horizonte de planejamento: 4 anos**  
**Taxa de desconto: 8% a.a.**





# ESTUDO DE CASO: P. JAÍBA

- Culturas consideradas (20):
  - Culturas perenes: banana prata-anã, limão, mamão papaya, maracujá, pinha;
  - Culturas anuais: abóbora japonesa, alface semente, algodão, cebola inverno, cebola verão, cenoura, feijão, melancia, melancia semente, melão, milho, pepino conserva, quiabo, quiabo semente, tomate mesa.



# ESTUDO DE CASO: P. JAÍBA

- Dados climáticos:
  - Série histórica de 1977 a 2004 (28 anos)
  - precipitação, temperatura máxima, média e mínima, umidade relativa média do ar, insolação e velocidade do vento, em base diária
  - ETo (FAO Penman-Monteith – REF-ET)



The background of the slide features a stylized illustration. On the left, a golden corn cob with some green husks is shown. The rest of the background is a soft-focus image of a field with tall, yellow-green crops under a warm, orange-yellow sky.

# ESTUDO DE CASO: P. JAÍBA

- Coeficientes técnicos fornecidos pelo Distrito de Irrigação do Jaíba
- Custos e preços atualizados para dezembro de 2006

The background of the slide features a stylized illustration of a corn field. In the upper left corner, there is a detailed illustration of a single corn cob with yellow and orange kernels. The rest of the background is a soft-focus image of a vast field of corn plants, with the stalks appearing as a dense, textured sea of green and yellow. The top of the slide has a solid orange gradient bar.

# ESTUDO DE CASO: P. JAÍBA

- Dados de produtividade e requerimento de irrigação obtidos com o programa MCID

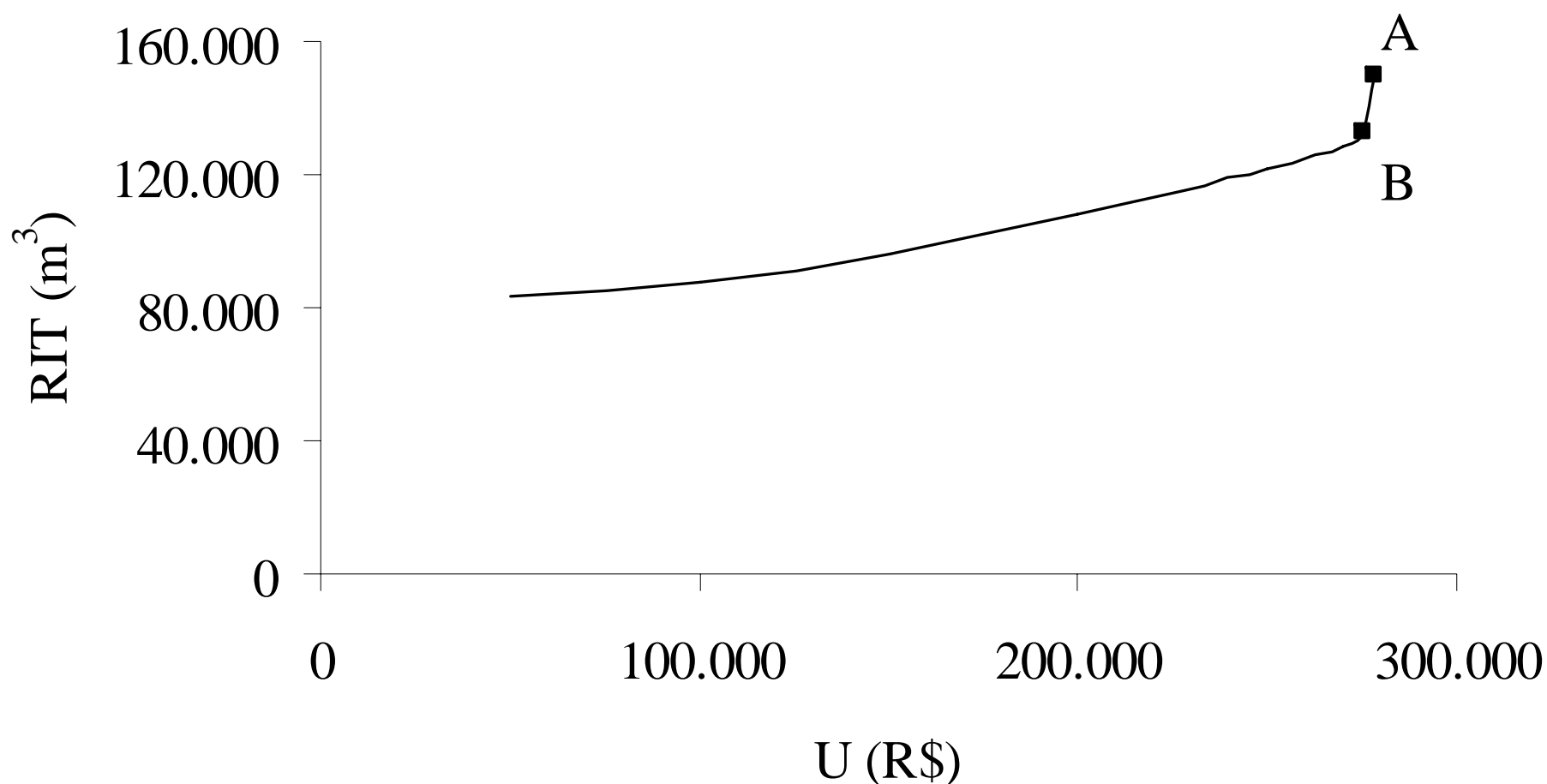
(Borges Júnior et al., 2008)





# ESTUDO DE CASO: P. JAÍBA

## Resultados do modelo de programação linear





# ESTUDO DE CASO: P. JAÍBA

## Resultados do modelo de programação linear

		Ponto A	Ponto B	Redução	Redução
U	(R\$)	278.394	275.000	3.394	1,2%
W *	(m <sup>3</sup> )	150.000	132.528	17.472	11,6%

\* - meses críticos durante o período de 4 anos

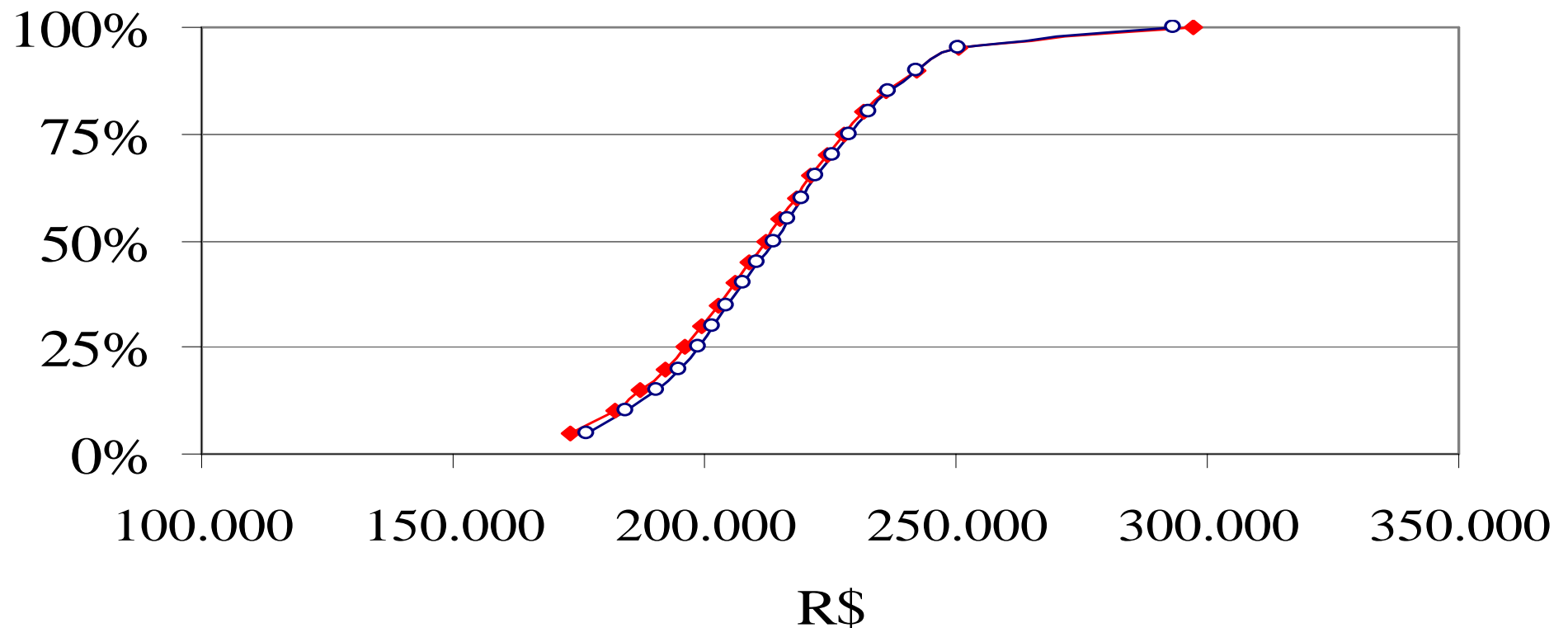
(maio e outubro nos anos 1, 2 , 3 e 4, e fevereiro nos anos 2, 3 e 4)





# ESTUDO DE CASO: P. JAÍBA

## Resultados da análise de risco

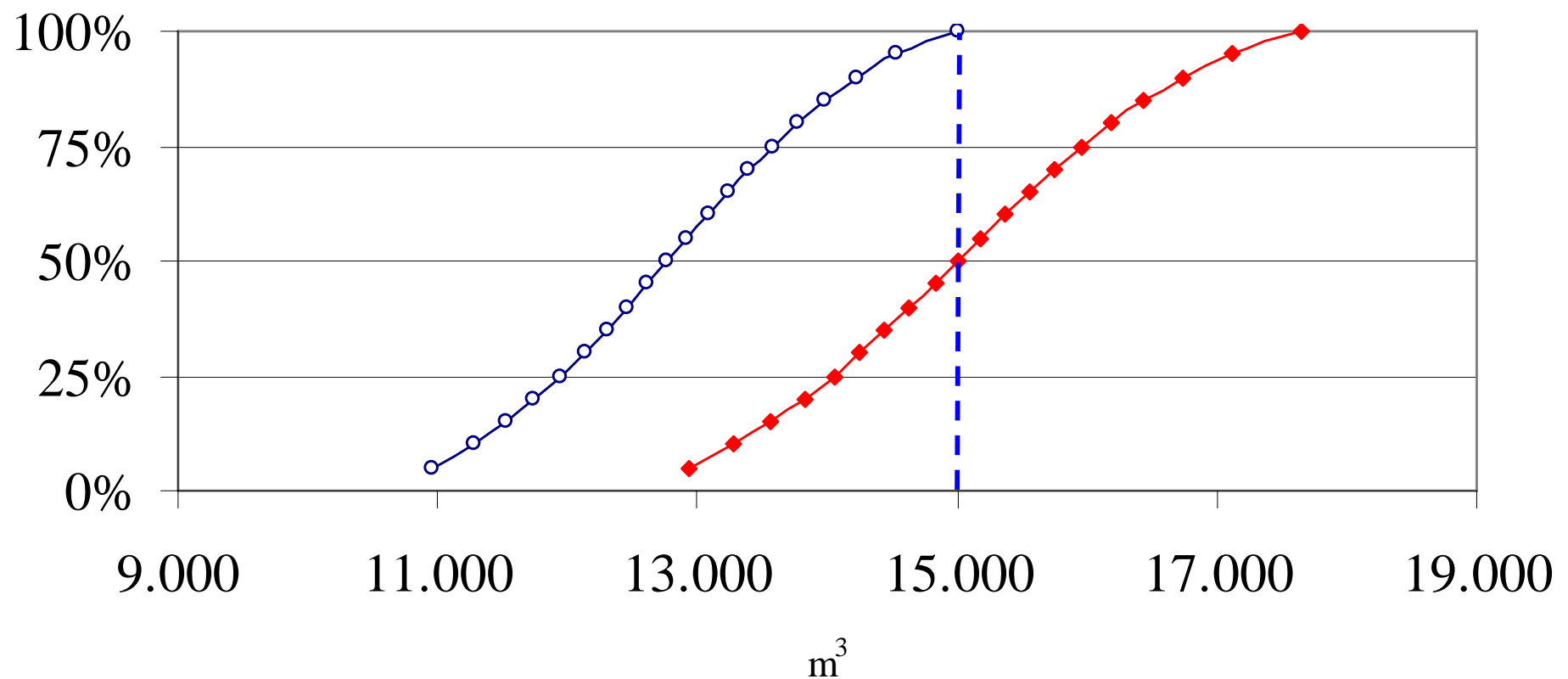


—◆— U (ponto A) —○— U (ponto B)



# ESTUDO DE CASO: P. JAÍBA

## Resultados da análise de risco



—◆— RIT - maio ano 1 (ponto A)

—○— RIT - maio ano 1 (ponto B)





OBRIGADO

[jcborges@uag.ufrpe.br](mailto:jcborges@uag.ufrpe.br)

---

# Literatura citada

- Bernardo, S. Impacto ambiental da irrigação no Brasil. In: Silva, D.D., Pruski, F.F. (Eds.) Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura. Brasília-DF: MMA; SRH; ABEAS; Viçosa-MG: UFV, Departamento de Engenharia Agrícola, 1997, p.79-88.
  - Borges Júnior, J. C. F.; Ferreira, P. A.; Heden-Dunkhorst, B.; Andrade, C. L. T. Modelo computacional para suporte à decisão em áreas irrigadas. Parte I: Desenvolvimento e análise de sensibilidade. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Online), v. 12, n.1, p. 13-11, 2008
  - Garces-Restrepo, C.; Vermillion, D.; Muñoz, G. Irrigation management transfer. Worldwide efforts and results. FAO water reports 32.Roma: FAO. 2007, 78p.
  - PNRH - Plano Nacional de Recursos Hídricos. Documento base de referência, novembro, 2003. ANA - Agência Nacional de Águas - [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br).
  - PNRH - Plano Nacional de Recursos Hídricos. Síntese executiva. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos.- Brasília: MMA, 2006. 135p.
-