



**II Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação & I Simpósio Brasileiro sobre o Uso Múltiplo da Água “Gestão e Sustentabilidade Transformando o Valor da Água”**

# **RACIONALIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA NA AGRICULTURA IRRIGADA**



**Antônio Félix Domingues**

**Coordenador-Geral das Assessorias da Agência Nacional de Águas**

**Fortaleza, CE**

**13 de junho de 2008**



**“(...) Contudo a terra em si é de muito bons ares frescos e temperados (...) Águas são muitas; infinitas. Em tal maneira é graciosa que, querendo-a aproveitar, dar-se-á nela tudo; por causa das águas que tem! (...)”**

**Pero Vaz de Caminha (1.500 d.c.)**





**O que cortar árvores de fructo, em qualquer parte que estiver, pagará a estimação dela ao seu dono em três dobro. E se o dano que assim fizer nas árvores for de valia de três mil réis, será açoutado e degradado quatro anos para a África. E se for de valia de trinta cruzados e dahi para cima, será degradado sempre para o Brasil.**

**“Ordenações Filipinas, Livro V, Título LXXV, Lei de 27 de Julho de 1582”.**



# **MARCOS HISTÓRICOS E LEGAIS**

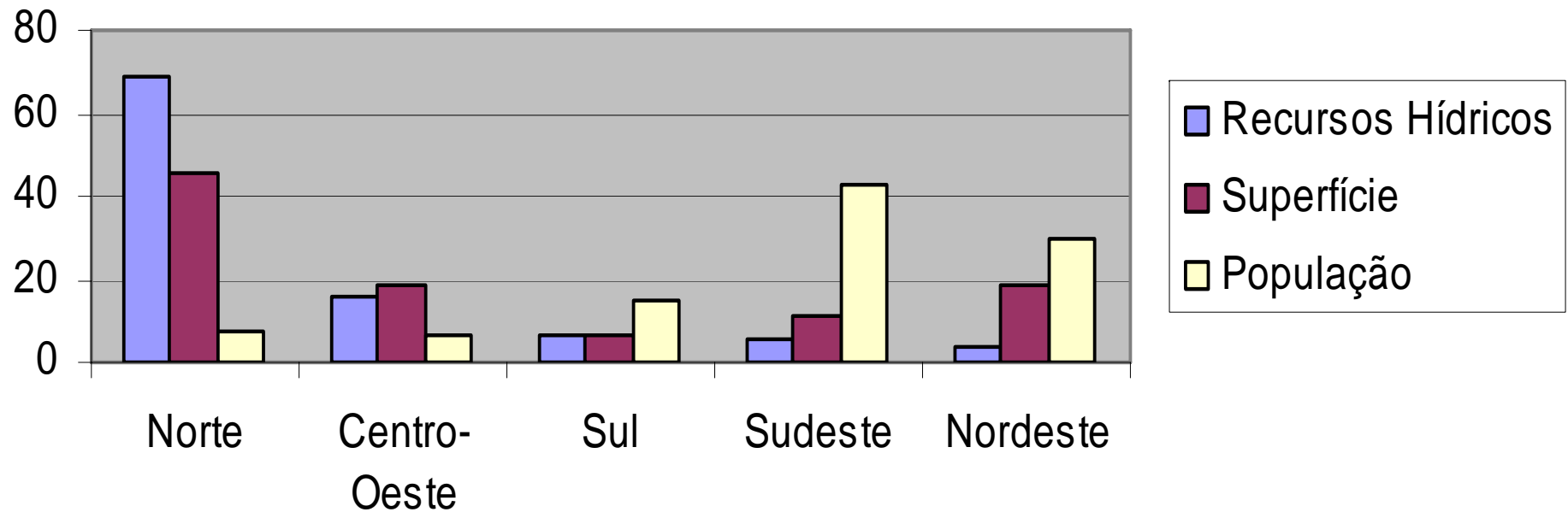
- ✓ **O Código das Águas (1934)**
  - ✓ **O SISNAMA (1981)**
- ✓ **A Constituição Federal (1988)**
- ✓ **Conferência Internacional sobre Água e Meio Ambiente em Dublin (1992)**
- ✓ **Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – Rio 92**
  - ✓ **Lei das Águas (1997)**
  - ✓ **Lei de Criação da ANA (2000)**



## Disponibilidade de Água no Brasil



## Brasil - Distribuição dos recursos hídricos, da superfície e da população (%)





# Lei das Águas - Lei nº 9.433/97

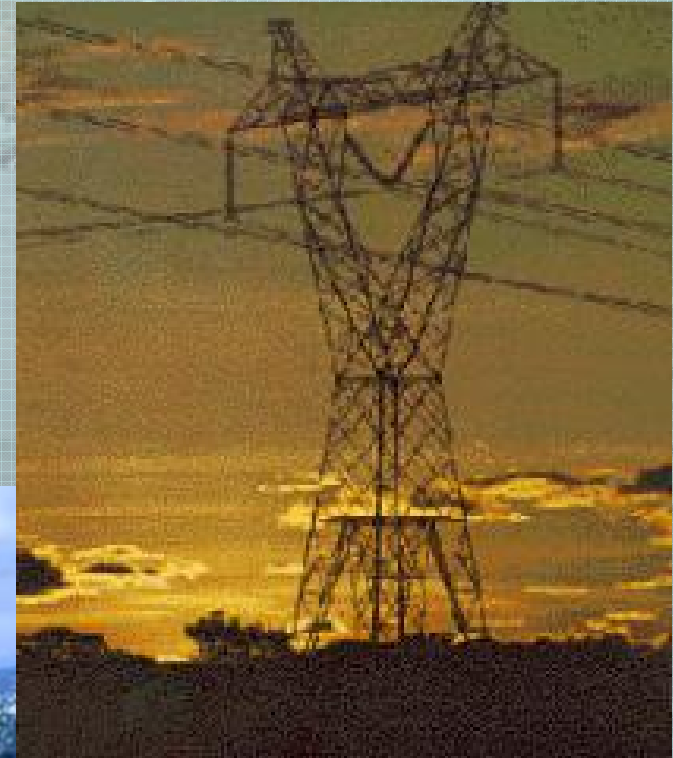
1. Instituir a Política Nacional de Recursos Hídricos
2. Proclamar os princípios básicos do setor
3. Estabelecer os instrumentos de gestão
4. Criar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos



# FUNDAMENTOS DA PNRH

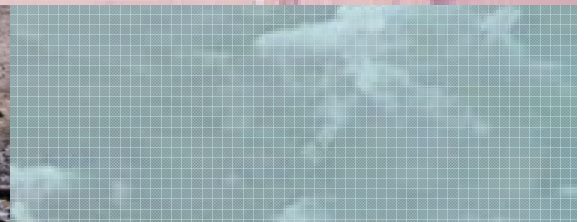
1- Água é bem de domínio público.

2- A água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico.



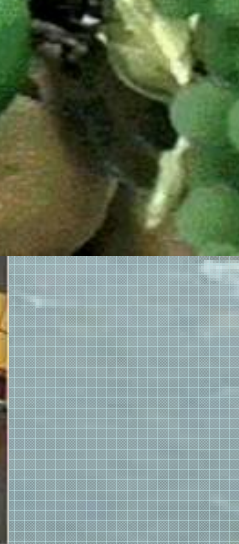
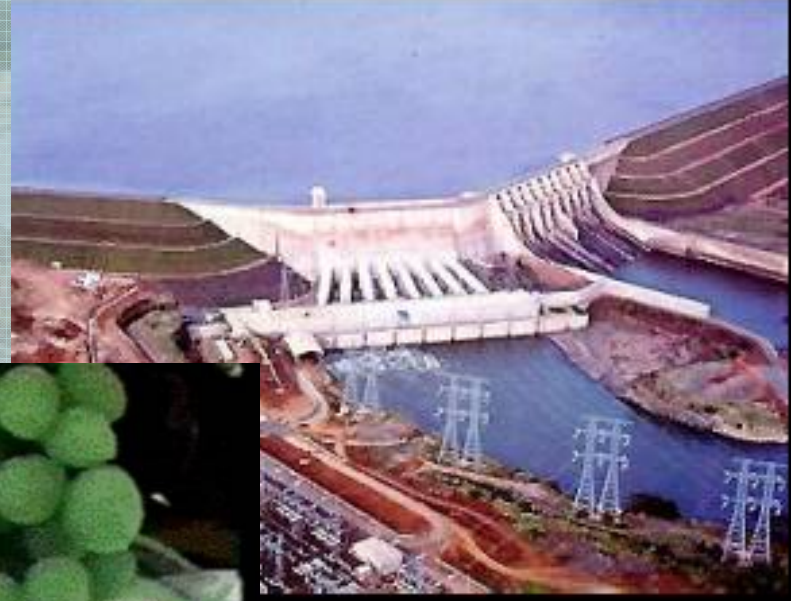
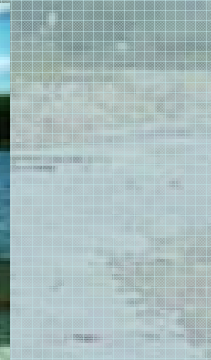


**3- Em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais.**





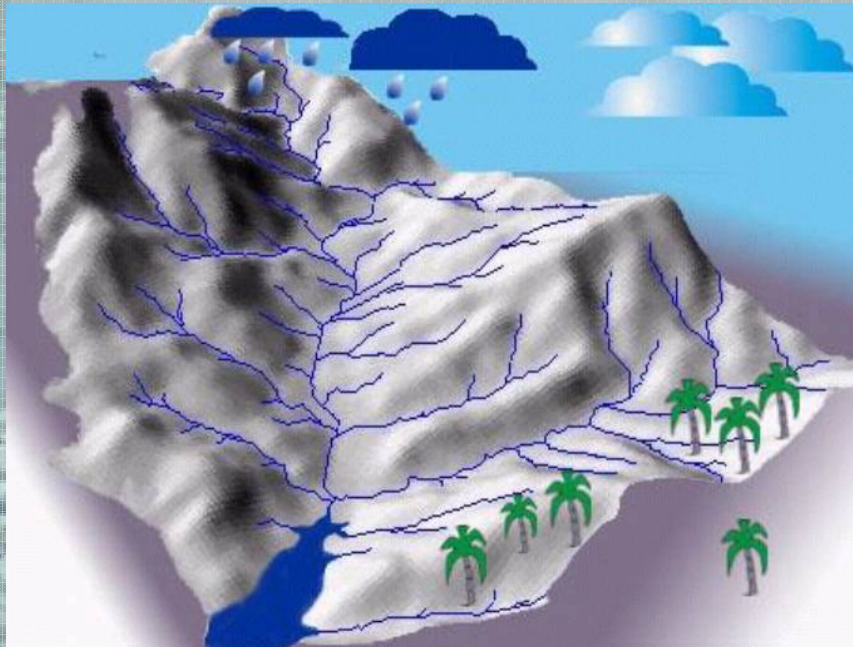
## 4- A gestão deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas.





**5- A bacia hidrográfica é a unidade territorial para a implementação da PNRH e atuação do SINGREH.**

**6- A gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada, e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.**





# Objetivos da PNRH

- 1 – Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões adequados de qualidade aos respectivos usos
- 2 – A utilização racional e integrada dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável
- 3 – A prevenção e defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais



# Instrumentos da Lei nº 9.433/97

- Planos de Recursos Hídricos
- Enquadramento dos corpos de águas em classes de usos preponderantes
- Outorga de direitos de uso dos recursos hídricos
- Cobrança pelo uso dos recursos hídricos
  - Compensação aos municípios
- Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos

# **AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS**

- **Autarquia sob regime especial**
- **Criada pela Lei nº 9.984/2000**
- **Autonomia administrativa e financeira**
- **Vinculada ao Ministério de Meio Ambiente**
  - **Sede e foro no Distrito Federal**



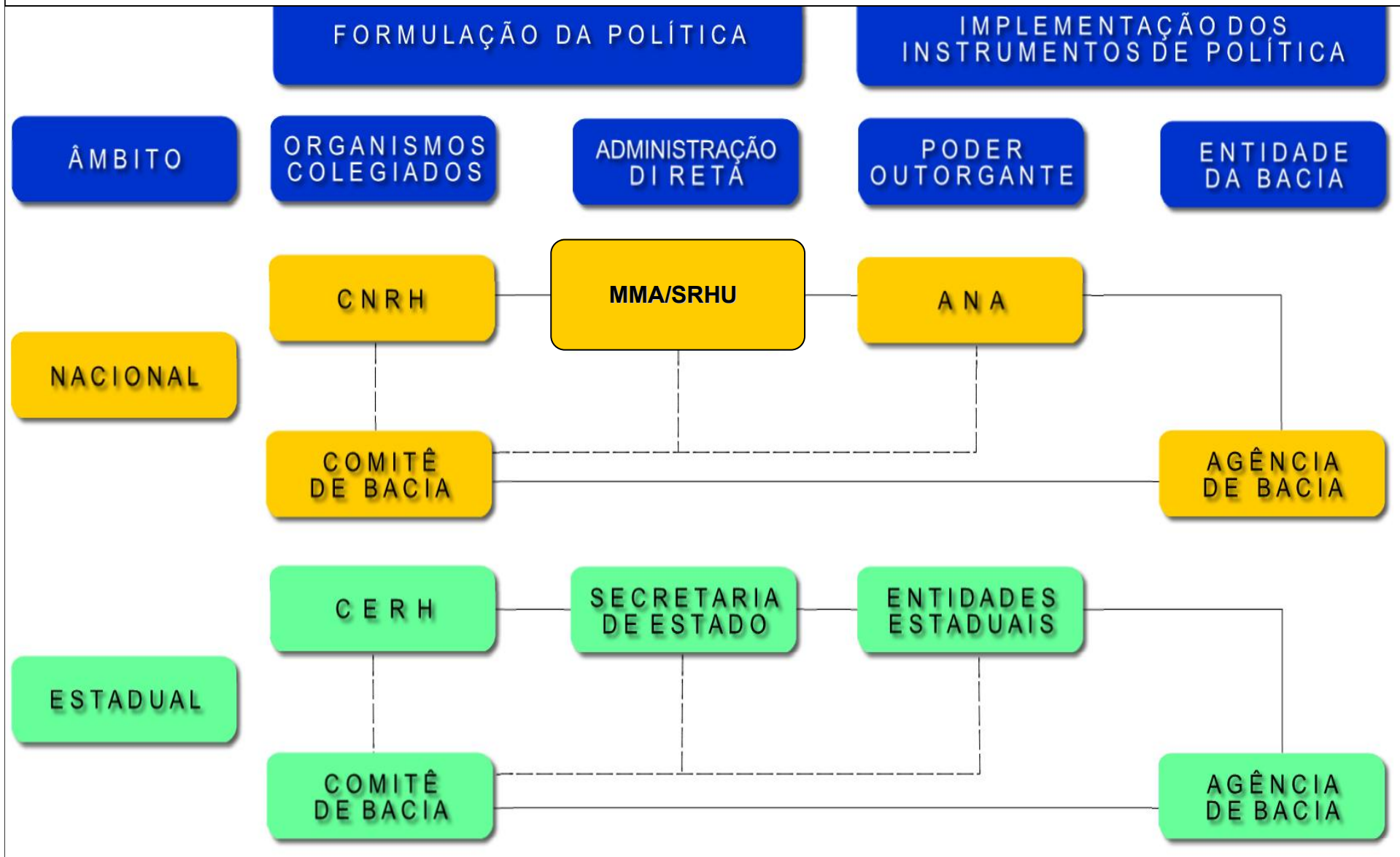


# PRINCIPAIS ATRIBUIÇÕES DA ANA

- ✓ Implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos
- ✓ Coordenar o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos
- ✓ Emitir outorga de direito de uso de recursos hídricos
- ✓ Fiscalizar os usos de recursos hídricos em corpos hídricos em domínio da União
- ✓ Elaborar estudos técnicos para as bacias hidrográficas
- ✓ Estimular a criação dos comitês da bacia hidrográfica
- ✓ Implementar em articulação, com os comitês, a cobrança pelo uso da água

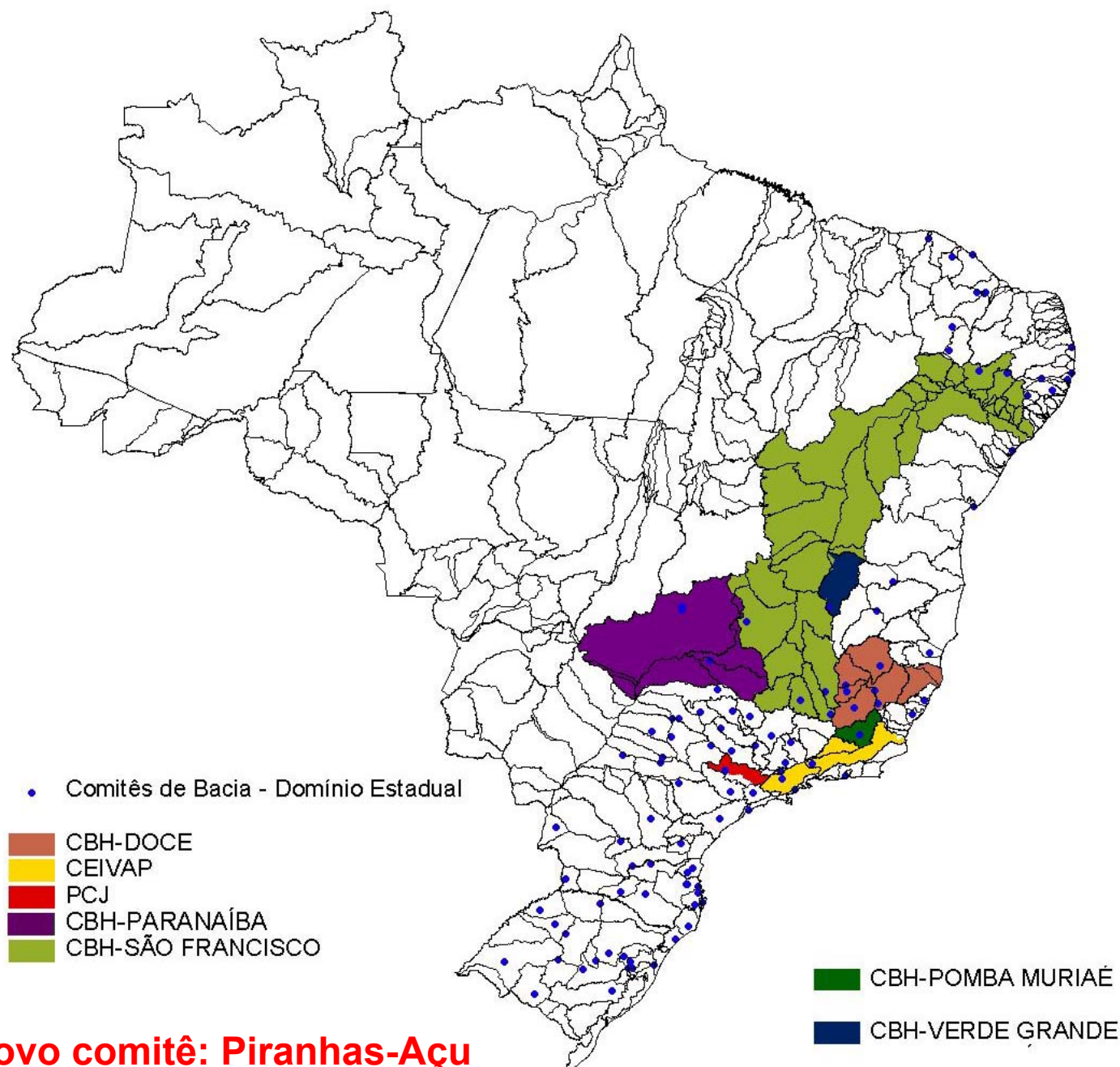


# Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos



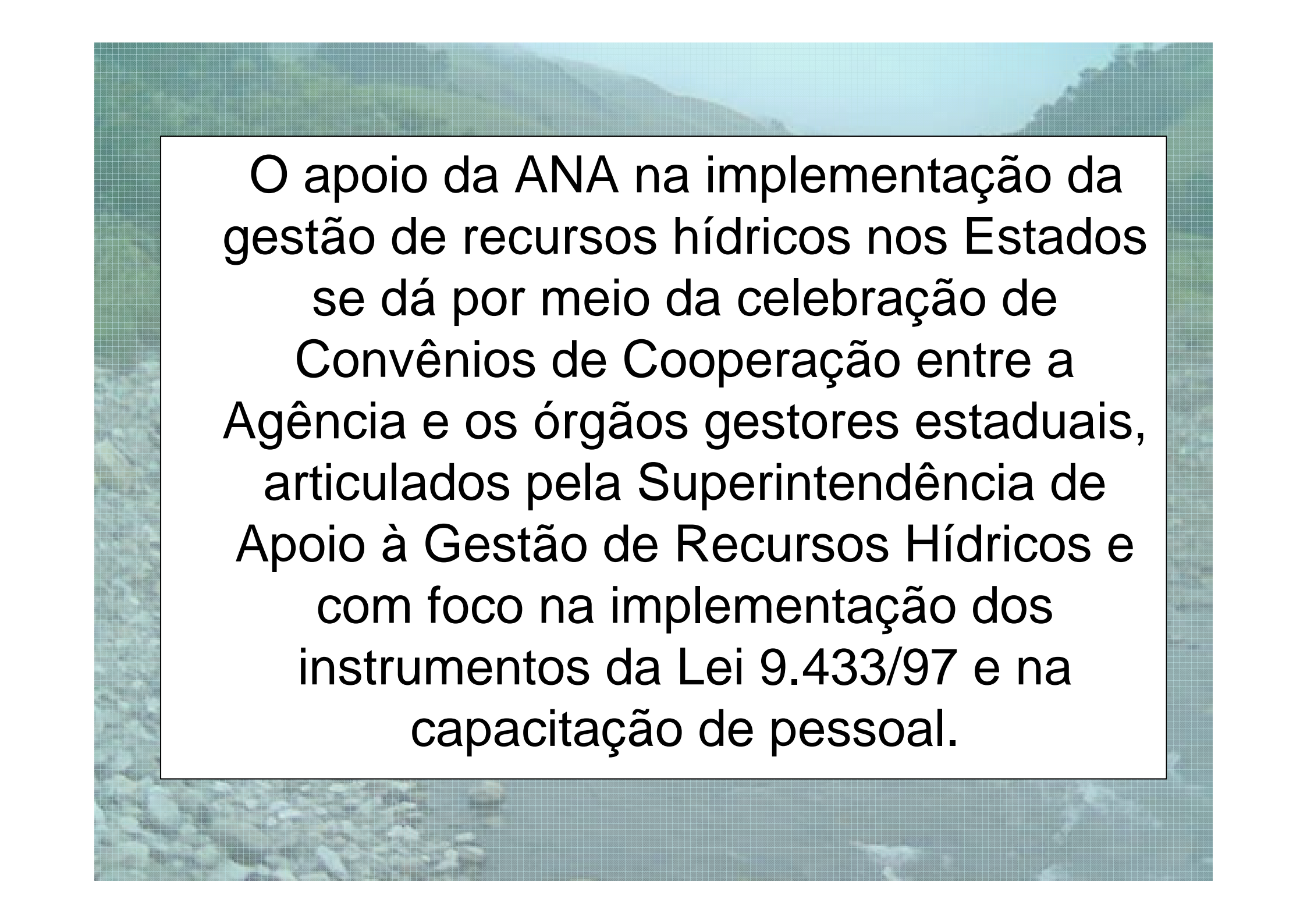


# COMITÊS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS NACIONAIS



**Novo comitê: Piranhas-Açu**



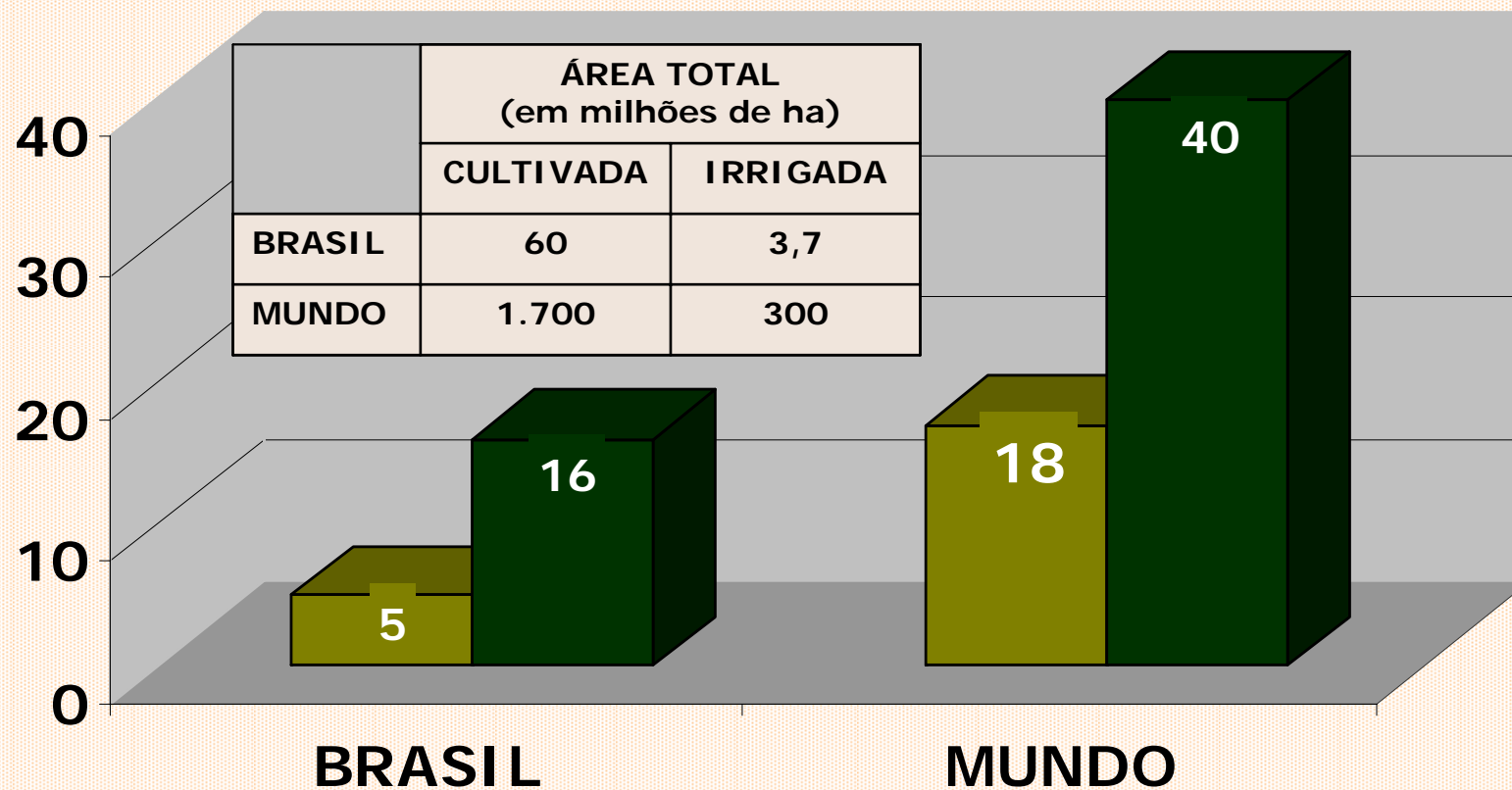


O apoio da ANA na implementação da gestão de recursos hídricos nos Estados se dá por meio da celebração de Convênios de Cooperação entre a Agência e os órgãos gestores estaduais, articulados pela Superintendência de Apoio à Gestão de Recursos Hídricos e com foco na implementação dos instrumentos da Lei 9.433/97 e na capacitação de pessoal.



# IRRIGAÇÃO NO BRASIL E NO MUNDO

%



■ ÁREA IRRIGADA / ÁREA TOTAL CULTIVADA

■ PRODUÇÃO IRRIGADA / PRODUÇÃO TOTAL

	Volume da produção	Valor da produção
Brasil	16%	35%
Mundo	44%	54%



# Agricultura Irrigada no Brasil

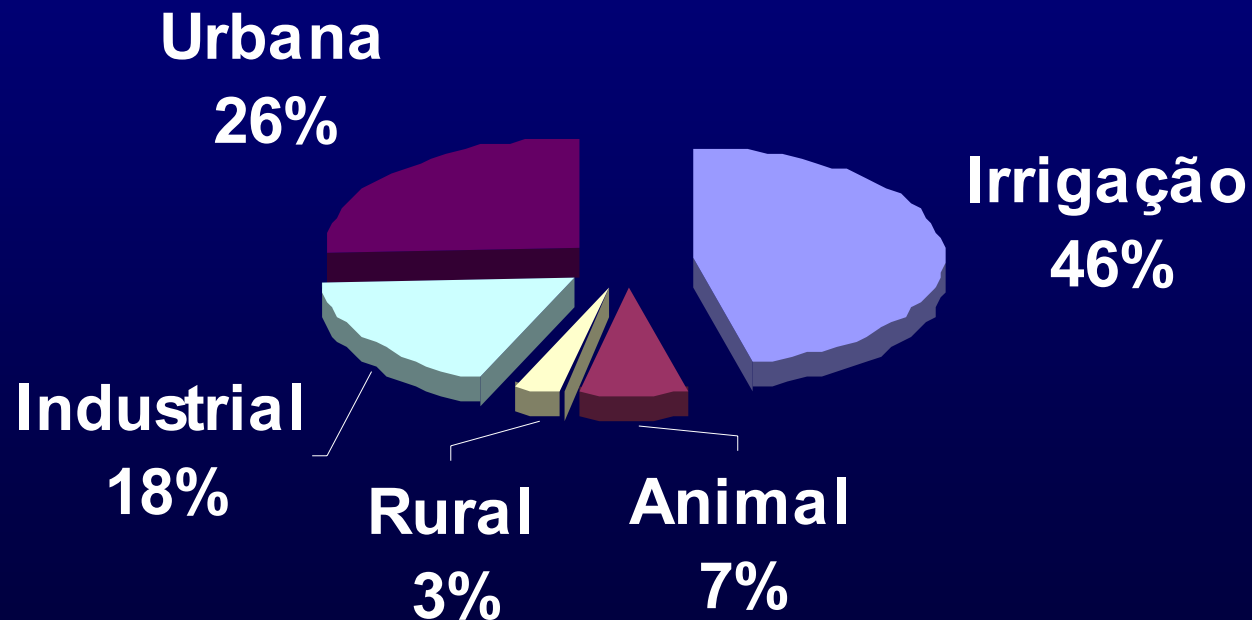
- O Brasil tem mais de **60 milhões de hectares** plantados, produzindo, em condições normais, **130 milhões de toneladas de grãos**.
- Nos últimos **25** anos, a produtividade dobrou, chegando em alguns anos a **2,5 t/ha**, fato que se deve, em parte, ao aumento da utilização da irrigação.
- Estima-se que o Brasil apresente em torno de **3,7 milhões de hectares irrigados**, ou seja, tem irrigação em cerca de **6%** da área plantada, contra **18%** observados mundialmente.
- A área irrigada responde por **mais de 16%** do volume total de produção e **35%** do valor econômico total da produção, enquanto no mundo estes números ficam em **44%** e **54%**, respectivamente.



# Uso da Água no Brasil

## Vazões de Retirada

Retiradas: 1.600 m<sup>3</sup>/s

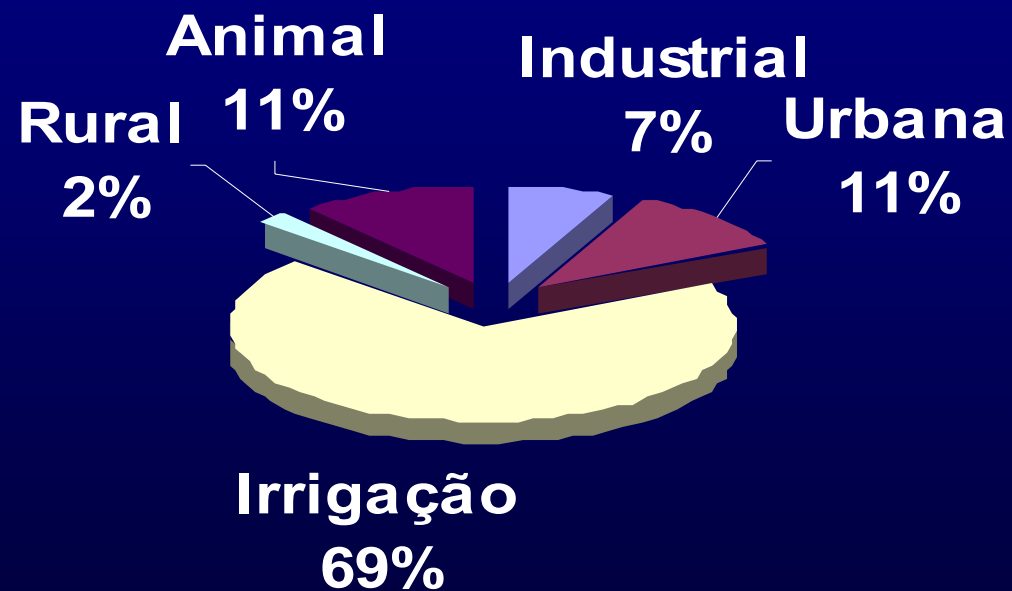


Água: Fatos e Tendências (Cebds & ANA, 2006)

# Uso da Água no Brasil

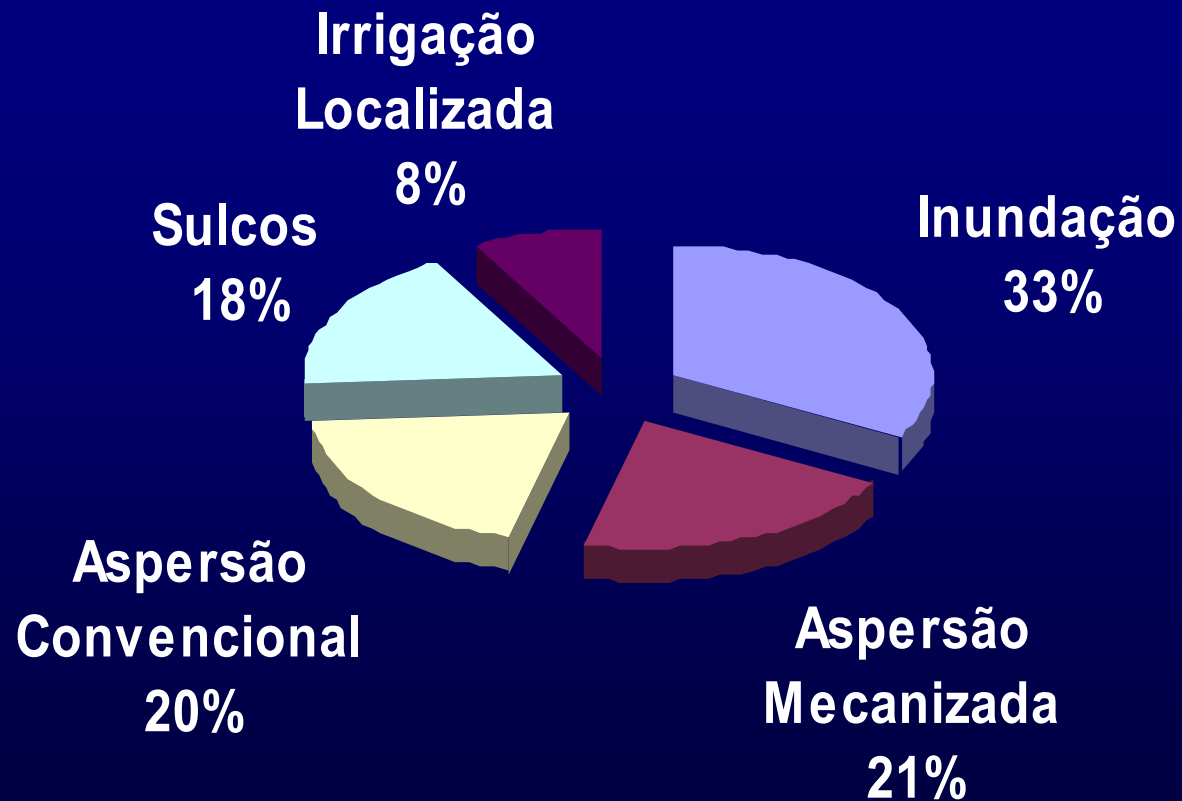
## Vazões de Consumo

Consumo: 840 m<sup>3</sup>/s



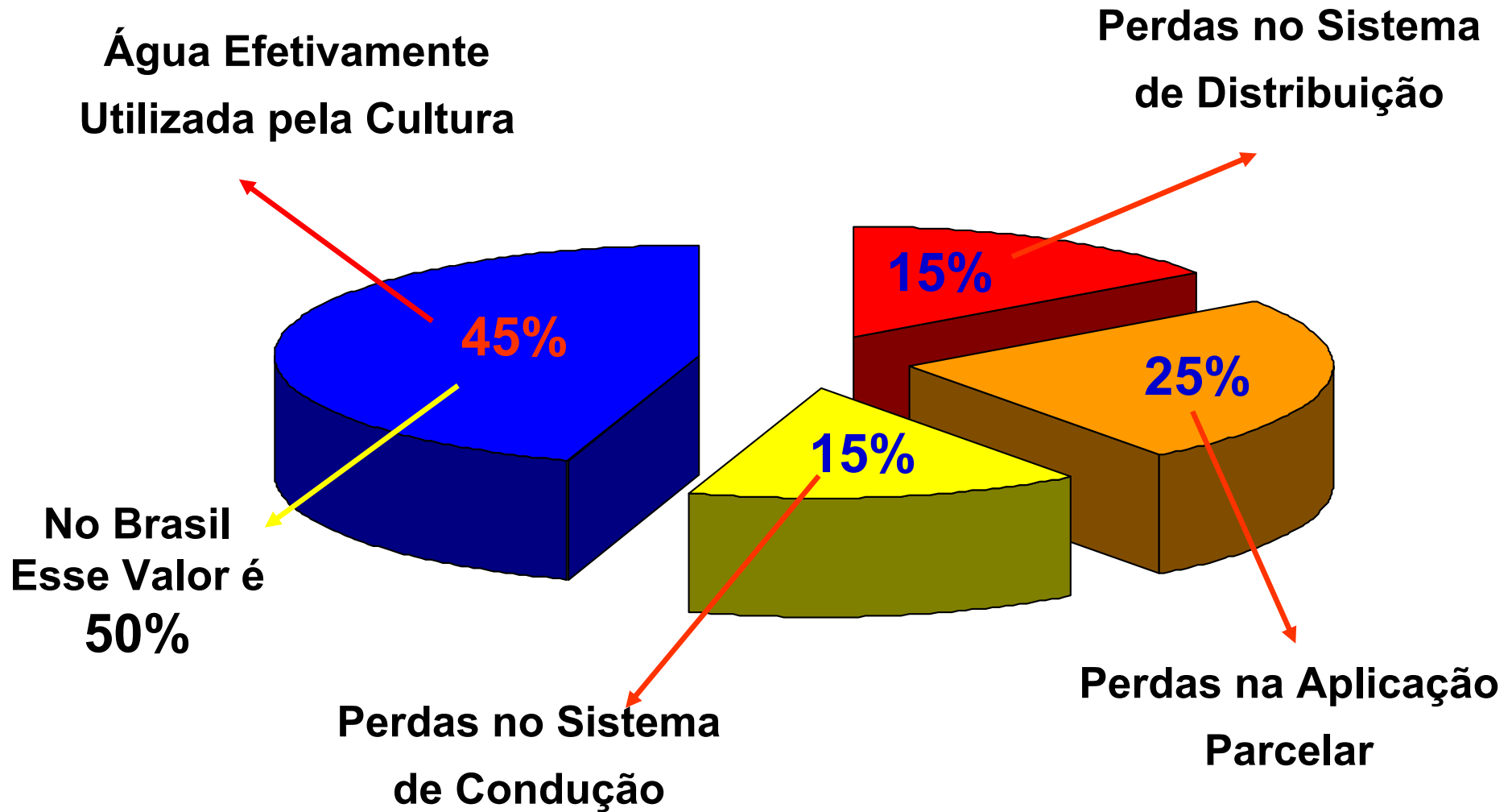


# Distribuição da irrigação no Brasil



Água: Fatos e Tendências (2006)

# Eficiência no Uso da Água para Irrigação, no Mundo



Fonte: Seralgedin (1997), citado por Cristofidis (2001)



PRODUTIVIDADE FÍSICA, VALOR UNITÁRIO, CONSUMO MÉDIO DE ÁGUA,  
RECEITA BRUTA, CUSTO DE PRODUÇÃO E RECEITA POR VOLUME  
UNITÁRIO DE ÁGUA APLICADO EM IRRIGAÇÃO, PARA DIFERENTES CULTURAS.

Produto	Prod.  t/ha	Valor unit.  R\$/t	Cons. médio  m <sup>3</sup> /ha	Rec. Bruta  R\$/ha/ano	Custo  R\$/ha/ ano	Receita  R\$/m <sup>3</sup>
Arroz Sul	5,5	600	12.000	3.300	1.700	0,13
Arroz Nordeste	4	600	18.000	2.400	1.200	0,07
Banana	24	450	20.680	10.800	2.930	0,38
Batata	30	800	7.850	24.000	11.297	1,62
Coco Verde	27.000 un.	0,15 por fruto	12.750	4.050	3.560	0,04

Fonte adaptada por Antônio Félix Domingues: REBOUÇAS, A. da C. ; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Orgs). Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 3. ed. rev. e ampl. São Paulo: Escrituras, 2006.

Produto	Prod. t/ha	Valor unit. R\$/t	Cons. médio m³/ha	Rec. Bruta R\$/ha/ano	Custo R\$/ha/ ano	Receita R\$/m³
Feijão	1,8	1.440	4.580	2.592	1.108	0,32
Goiaba	19,3	1.820	12.000	35.126	2.900	2,69
Manga	11,5	730	11.500	8.395	3.800	0,40
Melão	15	520	6.500	7.800	2.487	0,82
Maracujá	11,7	1.100	7.000	12.826	3.900	1,28
Tomate de Mesa	88	500	5.250	44.000	25.951	3,44
Uva	26,25	1.260	12.750	33.075	14.800	1,43



## **Eficiência na produção e no uso da água na agricultura do Brasil**

<b>Cultura</b>	<b>kg produto / m<sup>3</sup> água</b>	<b>m<sup>3</sup> água / kg produto</b>
Feijão	0,39	2,56
Arroz - Sul	0,46	2,17
Banana	1,16	0,86
Melão	2,31	0,43
Batata	3,82	0,26
Tomate de Mesa	16,76	0,06

**A se destacar: o prato preferido do brasileiro — o arroz com feijão — demanda “muita água” em sua produção!!!**



## **Eficiência do uso da água na produção de arroz - RS**

<b>Períodos</b>	<b>m<sup>3</sup>/ha</b>	<b>Produtividade (kg/ha)</b>	<b>Conversão</b>
1960-70	17.000	3.000	5,7:1
1980-90	12.000	5.000	2,4:1
Início séc. XXI	8.000	8.000	1:1

# Racionalização do Uso da Água na Irrigação do Arroz – Cultivo Pré-Germinado





## Racionalização do Uso da Água na Irrigação do Arroz – Cultivo Pré-Germinado



# Racionalização do Uso da Água na Irrigação do Arroz

## *Reconversão - Irrigação com Pivô Central*

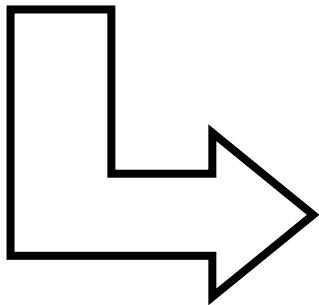




# **Melhoria de Resultados Econômicos e Racionalização do Uso da Água**

## ***Arroz Irrigado***

**Solo → Adequação do Terreno →  
Variedade do Arroz → Época de Plantio  
→ Sistema de Cultivo → Manejo da Água  
→ Utilização de Fertilizantes e Outros  
Produtos Químicos → Reúso de Água →  
Redução de Impactos**



**Pesquisa → Extensão Rural →  
Programas Públicos (Financiamento,  
Racionalização, Produção de Água etc)  
→ Licenciamento Ambiental →  
Planejamento → Outorga → Cobrança**





## **Objetivo:**

**A racionalização do uso da água na agricultura irrigada tem como objetivo reduzir os desperdícios de água e energia, buscando alcançar a produtividade física máxima da cultura por unidade de área e de água utilizada, levando-se em conta a sustentabilidade do sistema do ponto de vista econômico, social e ambiental.**



# Segmentação da Indústria Brasileira

## Aspersão Convencional



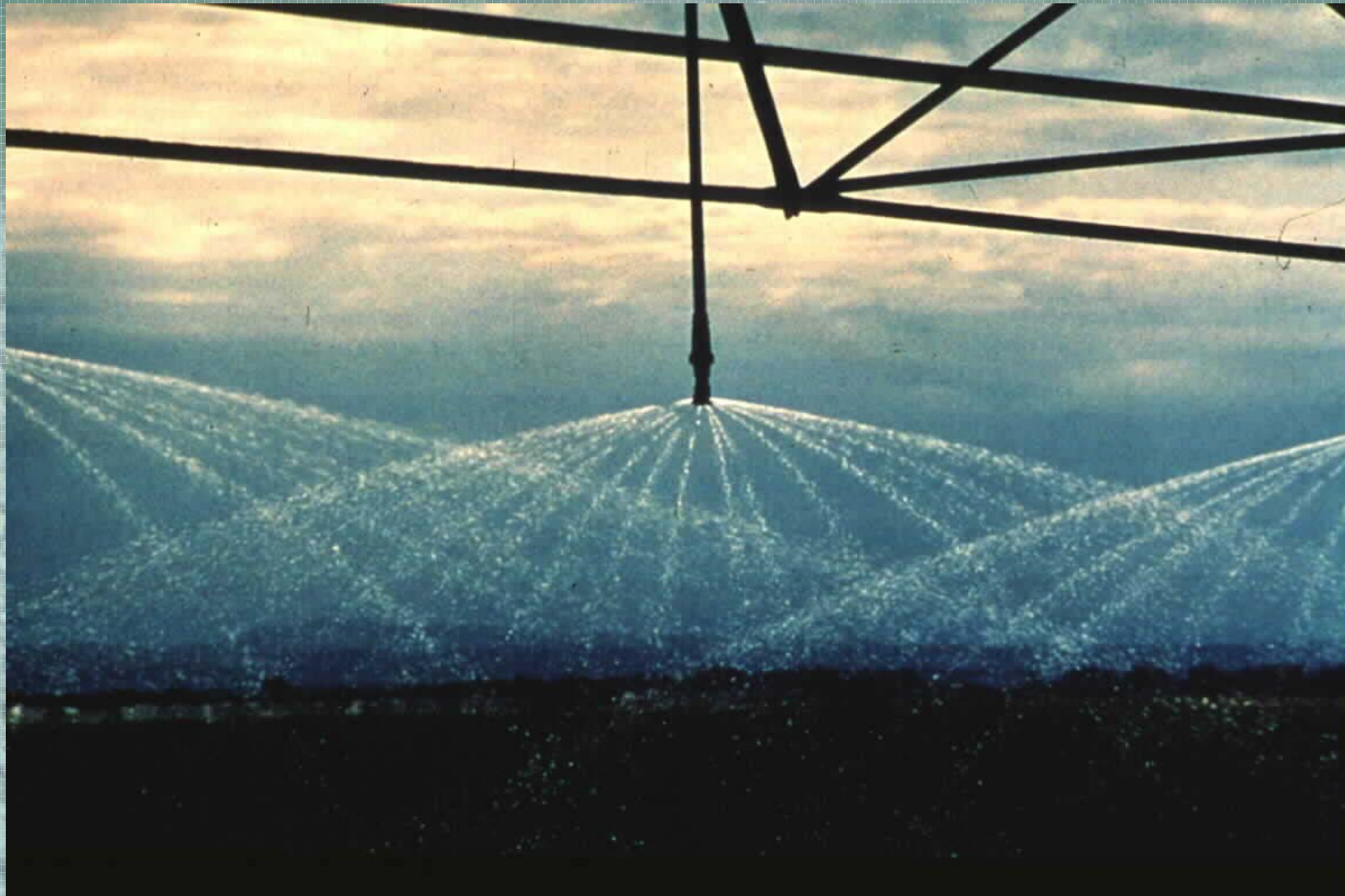


# Sistema Pivô Central





# **Cobertura Adequada dos Jatos em Pivôs**





# Emissores com Oscilador (i-Wobbler)





# Segmentação da Indústria Brasileira

## Irrigação Localizada



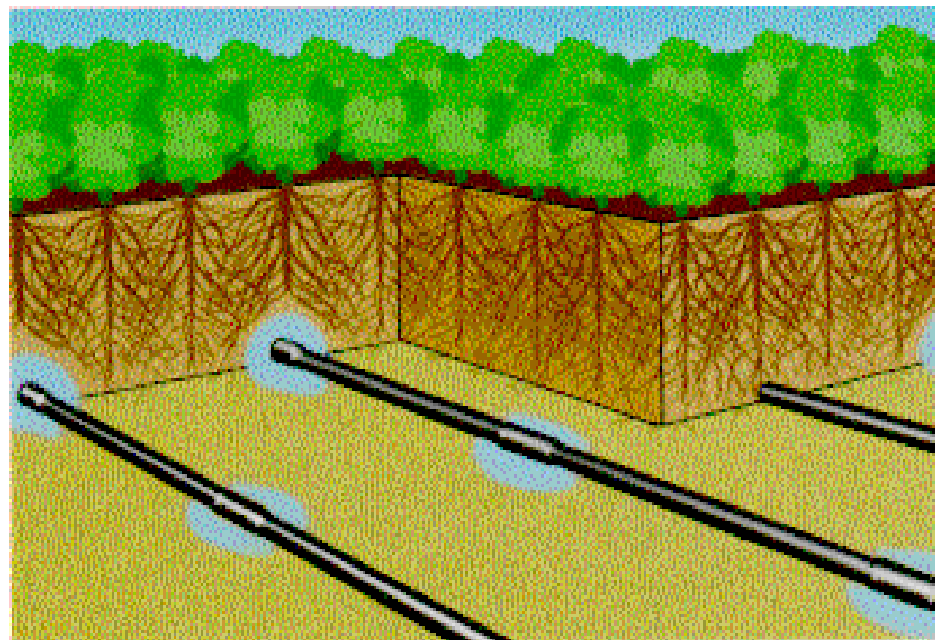
**microaspersão**

**gotejamento**





## USO RACIONAL NA IRRIGAÇÃO





# Sistema LEPA (Low Energy Precision Application)



**Aplicação em Bulbo**



**Aplicação em Bulbo Aerado**



**Spray**



**Quimigação**

→ aplicação diretamente no solo



# Sistemas de irrigação por fita perfurada “tripa”



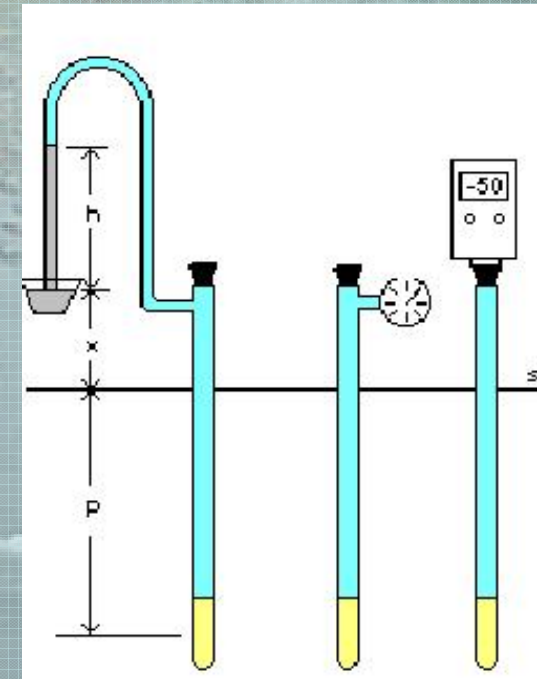


# Racionalização do Uso da Água na Irrigação

Como Fazer ?

Fazer o manejo correto da irrigação em escala parcelar ou da propriedade

$$ET_c = K_c \times ET_o$$



IRRIGA FÁCIL



# Controle dos Volumes Aplicados de Água



Hidrômetro instalado no tubo de subida da torre central do pivô



# Melhoria do manejo do pivô: Anemômetro

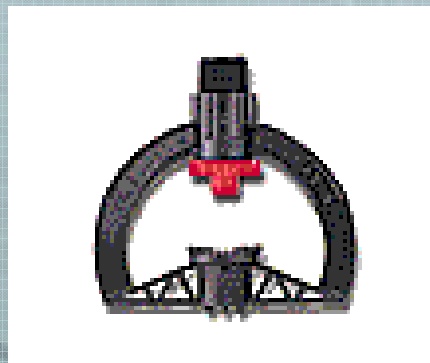
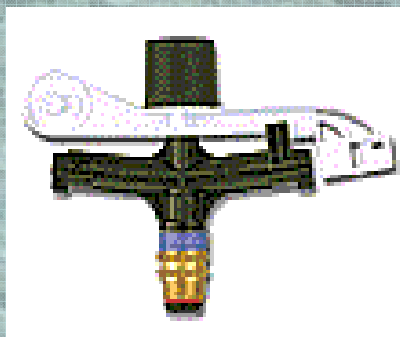
Desligamento automático em  
situações de ventos acima do limite





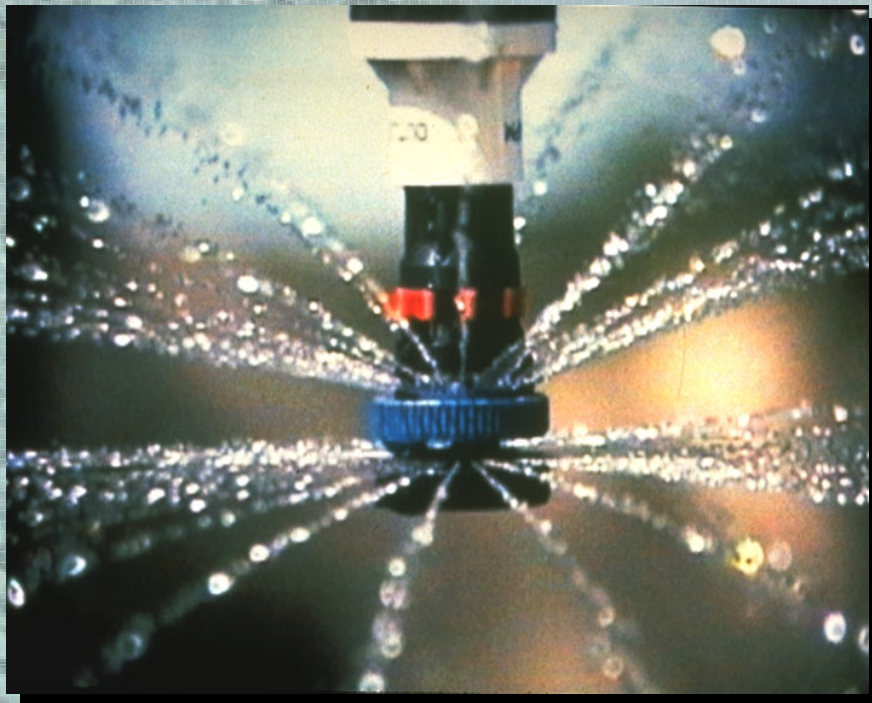
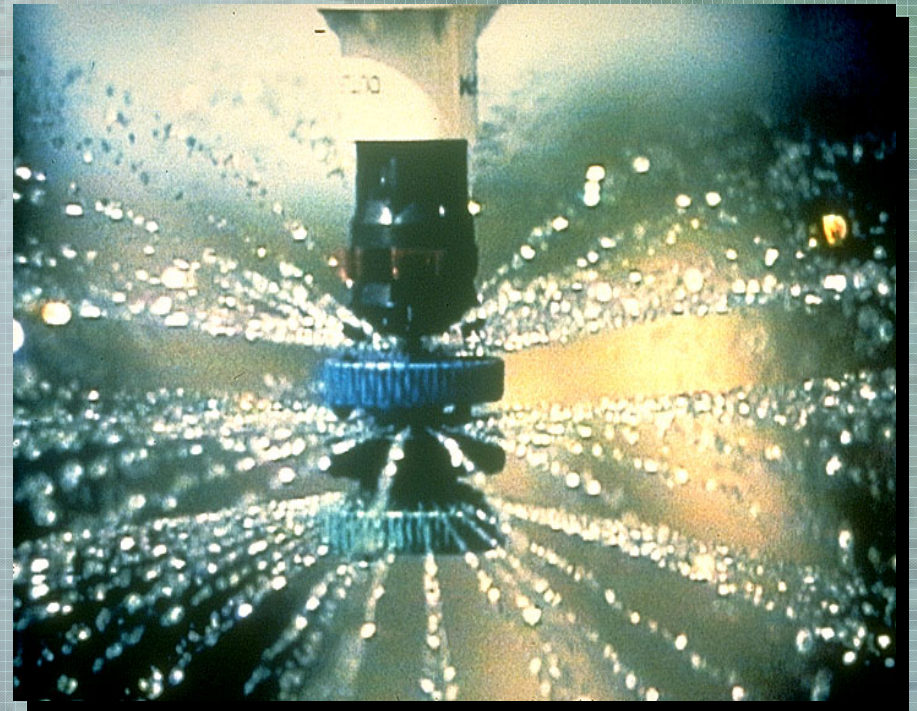
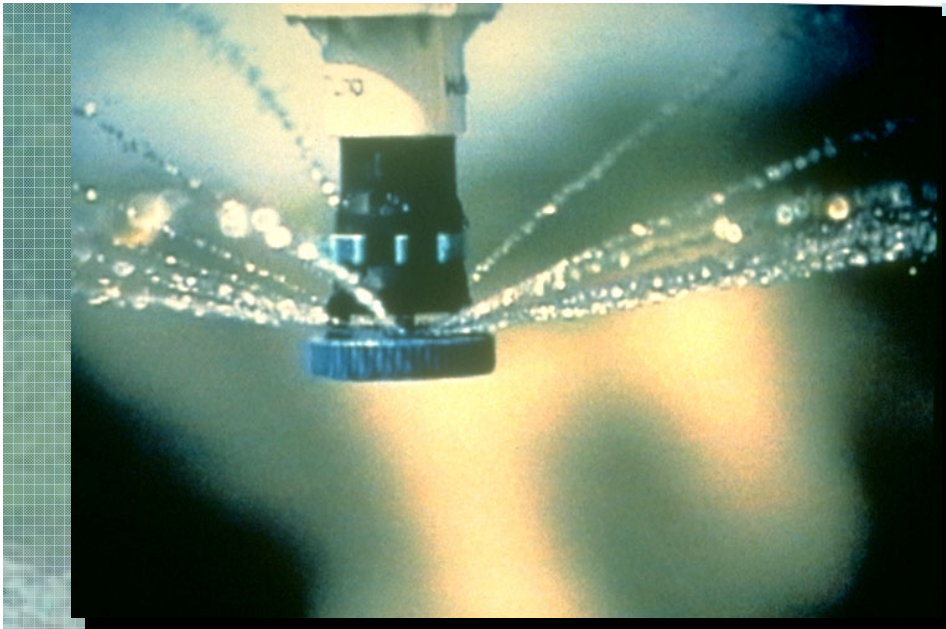
## O que os fabricantes estão fazendo para os pivôs?

- melhora no **projeto** dos equipamentos
- melhora na **eficiência de aplicação**
- melhora no consumo de **energia** dos equipamentos:
- Exemplo: emissores de pivôs centrais



“A simples troca dos emissores dos pivôs, passando, por exemplo, de aspersor de metal para spray rotativo, pode fazer com que a potência da motobomba seja reduzida em mais de 25%.”

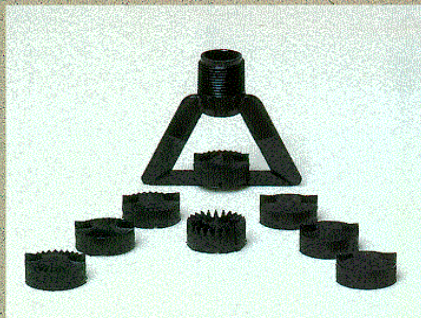






# Várias opções de emissores

**Valley Sprays**



**Valley L.E.N. Sprays**



**LDN**



**Super Spray**



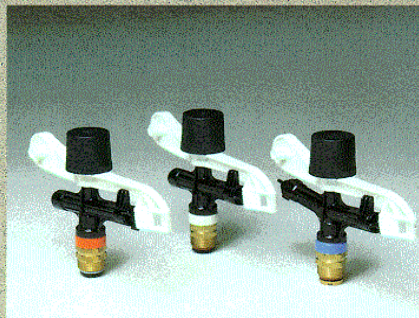
**D 3000 Sprays**



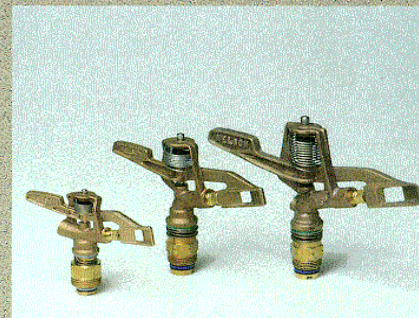
**Rotators-Spinners**



**Impact Sprinklers – Plastic**



**Impact Sprinklers – Brass**





# Inovações: Disposição e Tipo de Emissores



**Sistema LEPA em pivô central**



**Sistema LEPA**



# Melhoria do manejo do pivô: Sensor de Chuva

Desligamento / religamento automático





# Adaptação do LEPA para Irrigação Sobrecopa do Café





# Vista geral de pivô com LEPA em café





# Automação e Controle na Irrigação Localizada





# Automação e Controle na Irrigação Localizada





# Controle da Umidade do Solo



**Tensiômetro**



**Bloco de Resistência  
Elétrica**



# Evolução do manejo da irrigação e da operação dos sistemas

- Sensores de umidade
- Medidores da tensão de água no solo
- Estações meteorológicas
- Controladores
- Válvulas automáticas
- Filtros automáticos
- Partidas e controle de bombas
- Quimigação
- Programas computacionais, etc





# ***ÁGUAS RESIDUÁRIAS DOMÉSTICAS***

**TRANSFORMAR**

**UM PROBLEMA**

**EM UM**

**RECURSO**





**PARCERIA  
PÚBLICO PRIVADA**

**Parceria**

**Gestão**

**Transetorial**

**POLÍTICA DE  
AGROENERGIA**

**POLÍTICA DE  
IRRIGAÇÃO**

**POLÍTICA DE  
SANEAMENTO**

**POLÍTICA DE  
RECURSOS  
HÍDRICOS**

**E OS RECURSOS  
HÍDRICOS  
AGRADECEM**



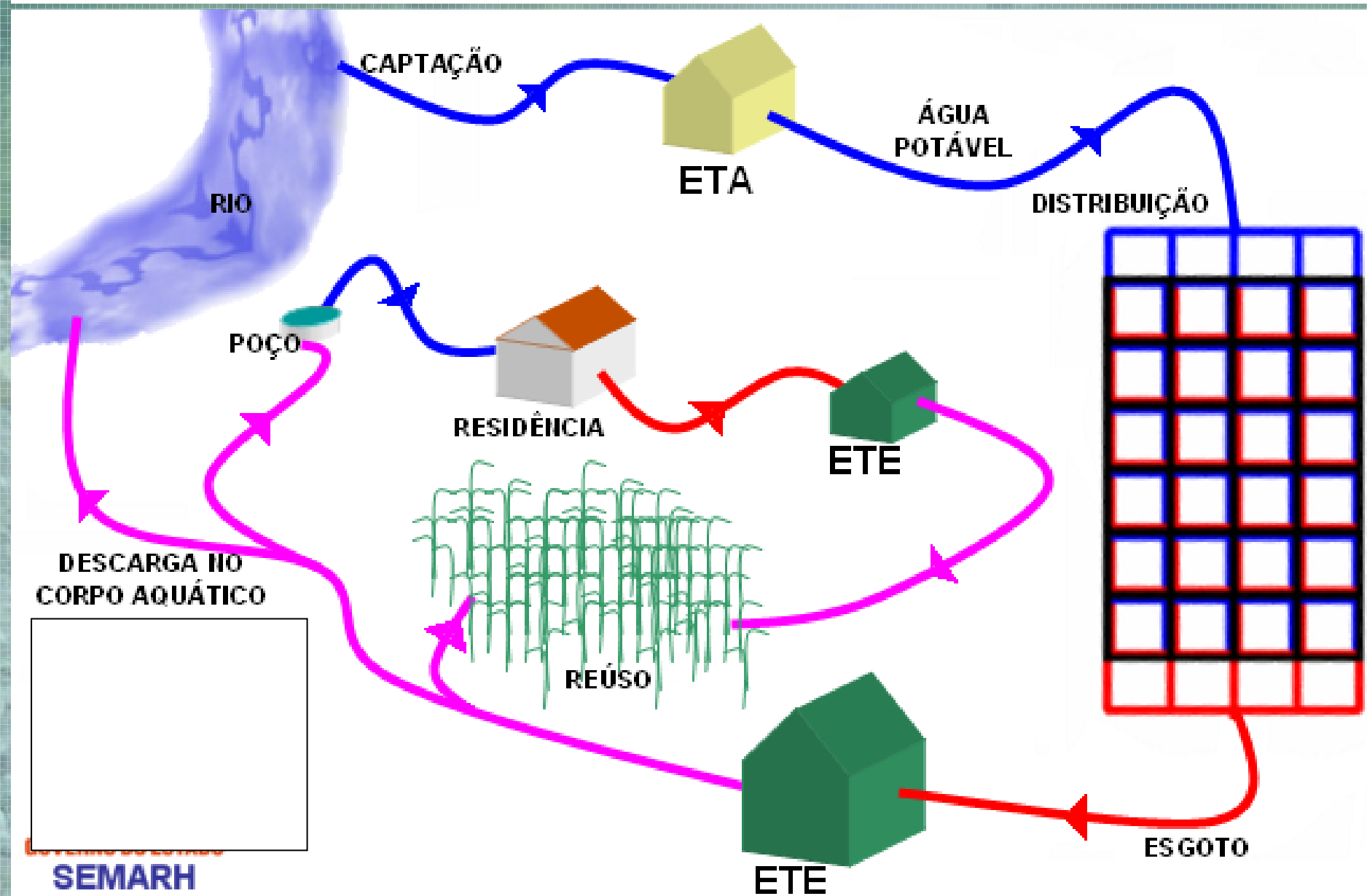
# **Reúso de Água em Irrigação**

**Devem ser considerados os seguintes aspectos:**

- **tipos de culturas que serão irrigadas;**
- **qualidade necessária para o efluente a ser utilizado, em função dos tipos de culturas a irrigar e do solo;**
- **tratamento a ser aplicado ao esgoto, dependendo da qualidade desejada para o efluente;**
- **técnicas de irrigação a serem utilizadas;**
- **medidas de controle ambiental a serem adotadas.**



# Esquema de reúso da água dos esgotos domésticos





# TRATAMENTO

## REMOÇÃO DE:

O  
B  
J  
E  
T  
I  
V  
O

MATÉRIA ORGÂNICA

NUTRIENTES

TECNOLOGIA APROPRIADA  
PARA PAÍSES INDUSTRIALIZADOS

PARASITOS  
BACTÉRIAS E VÍRUS  
PATÓGENOS

LAGOAS DE  
ESTABILIZAÇÃO

CUSTO: INVESTIMENTO + OPERAÇÃO + MANUTENÇÃO





The diagram illustrates the flow of water resources. At the top, a large cyan arrow points to the right, labeled 'Recurso hídrico'. Below this, two cyan arrows point downwards to two boxes: 'AGRO' (green border) and 'CIDADE' (pink border). To the right of these boxes, the text 'águas residuárias' is positioned above a large orange arrow pointing upwards and to the right, indicating the return of wastewater to the resource.

**Recurso hídrico**

**AGRO**

**CIDADE**

**águas  
residuárias**



# Efluente Aplicado em Sulcos de Irrigação







**MUITO OBRIGADO !**

**[www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)**  
**[felix@ana.gov.br](mailto:felix@ana.gov.br)**