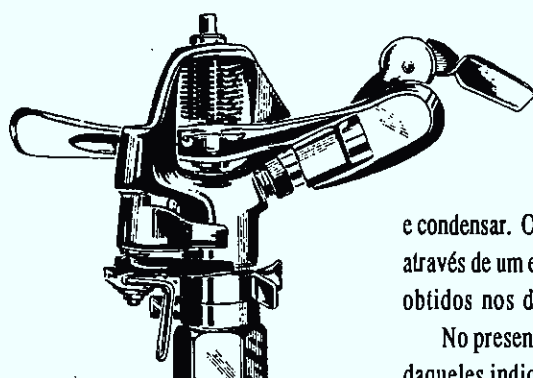


# INDICADORES DE LIMITAÇÕES AO FUNCIONAMENTO DE PERÍMETROS DE REGA

Francisco Frazão \*



e condensar. Os indicadores foram analisados através de um estudo comparativo dos valores obtidos nos diferentes perímetros.

No presente trabalho utilizam-se alguns daqueles indicadores para tentar identificar factores limitantes de primeira ordem nos perímetros estudados. São estabelecidos indicadores de avaliação dos objectivos, que sucessivamente são confrontados com indicadores que caracterizam o sistema a vários níveis.

Os projectos de rega estudados são Campilhas (CP), Alto Sado (AS), Fonte Serne (FS) estes três actualmente geridos por uma única organização (C+), Caia (CA), Divor (DI), Idanha (ID), Mira (MI), Odivelas (OD), Roxo (RO), Vale do Sado (SA) e Vale do Sorraia (SO).

Os empreendimentos hidroagrícolas resultam de projectos com objectivos definidos e o sucesso da sua implementação deriva do grau de cumprimento dos mesmos. Os factores que contribuem para este sucesso são muito diversos e a sua inter-relação é complexa.

Realizou-se uma análise *à posteriori* ao funcionamento de um conjunto de perímetros de rega no país, para identificar aqueles factores e procurar relações entre eles (Frazão, 1990). Para isso, fez-se uma pesquisa da informação disponível relativa aos perímetros de rega e, com base nela, foram definidos indicadores numéricos para a quantificar

aspectos relacionados com a produtividade agrícola, eficiência do uso da água, rentabilidade do investimento, conservação de recursos e interesse ao nível regional (Oad e McCormick, 1989; Frazão e Pereira, 1991).

Apenas dois destes aspectos são quantificados pelos indicadores de área regada (AR) e custo da gestão do sistema (CG).

$$AR = \frac{ATR_a}{ATP} \quad CG = \frac{COM_a}{ATR_a}$$

em que,

$ATR_a$  área total regada, média dos anos 1986-1988 (ha),

$ATP$  área total do perímetro (ha),  
 $COM_a$  custo total da operação e manutenção do sistema, média dos anos 1986-1988 e actualizada ao ano 1988 (contos).

Na Tabela 1 apresentam-se os valores obtidos para os diferentes perímetros.

## Critérios de avaliação

Os objectivos pretendidos na gestão de perímetros de rega devem atender a

## Fertilidade dos solos

Para definir um indicador da fertilidade dos solos recorreu-se ao sistema de classificação

Tabela 1 - Indicadores de avaliação.

	CP	AS	FS	C+	CA	DI	ID	MI	OD	RO	SA	SO
AR	0.77	0.46	0.34		0.54	0.61	0.30	0.39	0.31	0.34	0.93	0.86
CG (c/ha)				20.6	15.2	20.0	14.8			29.6	18.2	12.7

Tabela 2 - Indicadores relativos aos solos

	CP	AS	FS	CA	DI	ID	MI	OD	RO	SA	SO
IQS	0.78	0.62	0.42	0.51	0.66	0.40	0.48	0.57	0.57	0.56	0.49
IRA	0.11	0.00		0.50	0.00	0.29	0.07	0.08	0.32	0.00	0.04
IDE(c/ha)	1.91			10.93	4.91	1.08	0.00	0.00	23.59	0.00	69.27
IRF(c/ha)	0.00			4.79	64.86	7.03	0.00	0.00	4.92	2.52	64.46

de solos quanto à sua aptidão para o regadio, adoptado nos estudos que serviram de base à elaboração dos projectos.

Neste sistema, os solos regáveis são classificados em quatro classes, evoluindo a sua numeração de 1 a 4, com o grau de importância dos factores que limitam a fertilidade para as culturas regadas (Cardoso et al, 1969).

Definiu-se um indicador da qualidade dos solos (IQS) por,

$$IQS = \frac{1}{3} \left| 4 - \frac{4}{i} \frac{AS_i}{ATP} \right|$$

em que,

$AS_i$  área ocupada por solos da classe  $i$  (ha).

Este indicador toma um valor máximo igual a 1 no caso de toda a área pertencer à classe 1 e um valor mínimo igual a 0 no caso de toda a área pertencer à classe 4.

Consideram-se ainda indicadores que podem revelar acções tendentes a reduzir a influência de algumas limitações impostas pelos solos, como o custo por unidade de área em obras, complementares ao projecto, de defesa e enxugo (IDE), de regularização fluvial (IRF) e a importância da rega por aspersão em sistemas projectados para rega por gravidade (IRA),

$$IDE = \frac{CDE}{ATP} ; IRF = \frac{CRF}{ATP}$$

$$IRA = \frac{ARA_a}{AOC_a}$$

em que,

CDE custo total em obras de defesa e enxugo (contos),

CRF custo total em obras de regularização fluvial (contos),

$ARA_a$  área regada por aspersão, média dos anos 1986-1988 (ha),

$AOC_a$  área regada com culturas (excluído o arroz), média dos anos 1986-1988 (ha).

Na Tabela 2 apresentam-se os resultados obtidos para estes indicadores.

Na Fig.1, onde se relacionam os indicadores de qualidade dos solos com as áreas regadas, verificamos que, nos perímetros com valores de IQS mais baixos, inferiores a 0.5, pode este indicador justificar os baixos níveis de áreas regadas, como é o caso de Idanha, Mira e Fonte Serne. O perímetro do Vale do Sorraia, pelo contrário, regista uma fracção elevada de áreas regadas. A este resultado podem associar-se os valores altos obtidos para os indicadores IDE e admitir-se assim que parte das limitações dos solos previstas em projecto têm vindo a ser eliminadas devido a obras de drenagem e regularização, permitindo a sua utilização em melhores condições. Refere-se a propósito que este tipo de limitação é importante no perímetro do Mira, não se verificando, no entanto, acções no sentido de a reduzir.

O perímetro do Caia pode também considerar-se limitado ao nível dos solos, sendo no entanto de notar o elevado valor de IRA, deixando prever a existência de outro tipo de limitações.

## Disponibilidade em água

Todos os perímetros de rega em estudo dispõem de sistemas de aprovisionamento de água para garantir as necessidades de rega.

Para a quantificação da disponibilidade em água daqueles sistemas, definiram-se indicadores baseados na análise estatística das séries cronológicas de dados relativos a volumes de água armazenados e consumidos e relativos a áreas regadas. Assim, tem-se o indicador de garantia de rega do sistema (IGR),

$$IGR = \frac{q_{(1/4)} \left| \frac{CUIC_i - VIN_i - VPO_i}{CUT} \right| \times \frac{CUT}{ATP} \times 100}{CMP_a} \times \frac{ATP}{ATR_a}$$

$$\text{com } CMP_a = \frac{CUA_a \cdot ACA_a + CUO_a \cdot AOC_a}{ATR_a \cdot 10^4}$$

em que,

$q_{(1/4)}$  primeiro quartil,

$CUIC_i$  capacidade útil armazenada no início da campanha de rega no ano  $i$  ( $10^6 \text{ m}^3$ ),

$VIN_i$  volume de água fornecido para a indústria no ano  $i$  ( $10^6 \text{ m}^3$ ),

$VPO_i$  Volume de água fornecido para populações no ano  $i$  ( $10^6 \text{ m}^3$ ),

$CUT$  capacidade útil total da albufeira ( $10^6 \text{ m}^3$ ),

$CMP_a$  consumo médio ponderado em rega anual entre os anos 1986-1988 (m),

$CUA_a$  consumo unitário anual na cultura do arroz, média dos anos 1986-1988 ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ),

$ACA_a$  área regada cultivada com arroz, média dos anos 1986-1988 (ha),

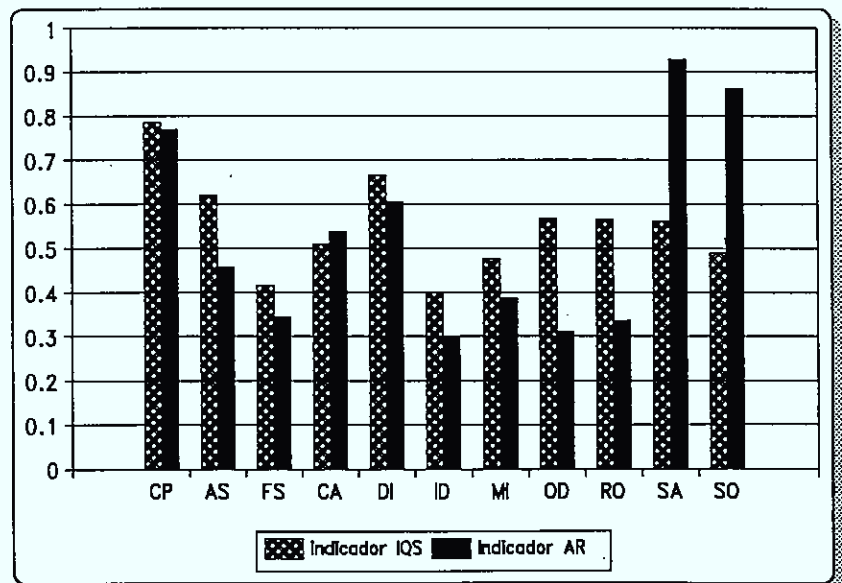


Fig.1 - Indicadores IQS e AR

CUO<sub>i</sub> consumo unitário anual em outras culturas (excluído o arroz), média dos anos 1986-1988 (m<sup>3</sup>/ha).

Este indicador traduz uma medida de garantia de água para rega verificada com uma frequência de 75%. O valor da unidade corresponde à situação de equilíbrio entre disponibilidades e consumos de água. Valores superiores traduzem garantia positiva e inferiores o inverso.

Outro indicador, designado por indicador de folga (IFG), foi obtido pela média relativa a toda a série cronológica dos valores do índice,

$$IFG_i = \frac{CUIC_i - VDT_i}{CUT}$$

em que,

VDT<sub>i</sub> volume total de água distribuído no ano i (10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>)

Valores destes indicadores apresentam-se na Tabela 3. Como seria de esperar, é próxima a variação destes dois indicadores.

Na Fig. 2 comparam-se os valores de garantia (IGR) com os níveis de áreas regadas (AR). Os perímetros que apresentam indicadores

Tabela 3 - Indicadores da disponibilidade hídrica

	CP	AS	FS	CA	DI	ID	MI	OD	RO	SA	SO
IGR	0.95	1.89	1.42	2.71	0.98	2.95	9.84	0.58	0.32	1.18	2.10
IFG	0.15	0.29	0.43	0.48	0.32	0.48	0.69	0.12	0.12	0.25	0.38

de garantia inferiores à unidade revelam insuficiente disponibilidade de água. Isto acontece em Odivelas e no Roxo. Os perímetros Campilhas, Divor e Vale do Sado, têm níveis de garantia próximos de 1, i.e. a água disponível é aproveitada quase integralmente. Nestes perímetros justificam-se assim os níveis de áreas regadas.

Dos restantes perímetros, com valores de IGR próximos ou superiores a 2, apenas o Vale do Sorraia corresponde com um valor também alto de AR.

## 5. Gestão da água

A avaliação da eficiência do uso da água na rega é avaliada a nível global no perímetro de rega.

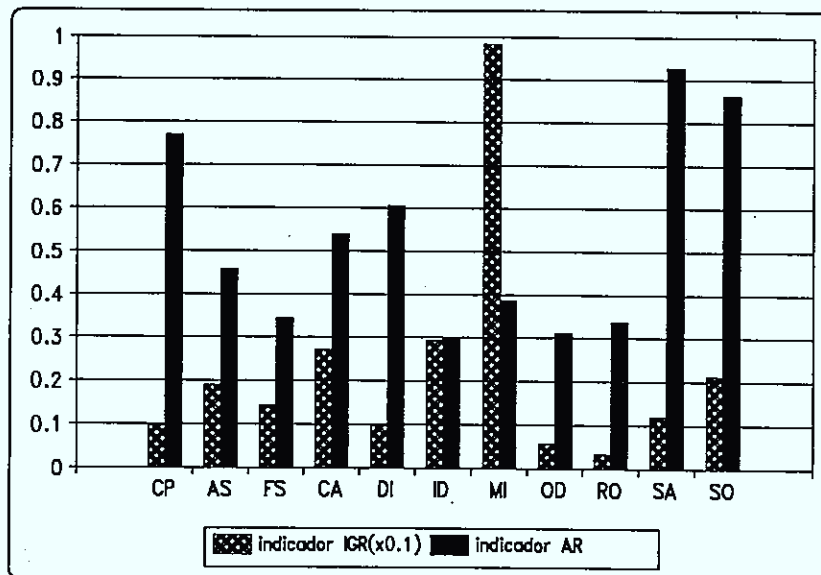


Fig.2 - Indicadores IGR e AR

Toma-se como indicador a frequência de ocorrência de anos secos (FAS) em toda a série de anos de exploração dos perímetros. Considera-se ano seco quando por insuficiência de quantidade de água armazenada no sistema de aprovisionamento se tenha verificado, em simultâneo ou não, redução na área regada, redução nos consumos unitários ou alternância da cultura do arroz para outras culturas. A ocorrência de anos secos

Os perímetros Fonte Serne, Alto Sado e Caia apresentam um elevado valor de frequência de secas, sem que para eles tenham sido identificadas restrições ao nível das disponibilidades hídricas; a sua intensidade de uso (IIU) é baixa e o indicador de folga (IFG) é alto (Tabela 3). O confronto destes indicadores sugere a indicação de baixos níveis de eficiência do uso da água. A Fig. 3, que relaciona a intensidade de uso (IIU) com a frequência de anos secos (FAS), evidencia este aspecto pelo destaque encontrado nestes três perímetros.

## 6. Sistema de distribuição de água e operação

Alguns elementos de caracterização do sistema de distribuição de água são traduzidos pelos indicadores de densidade da rede de rega no perímetro (DRR), densidade da rede secundária (DRS) e densidade de regadeiras (DRG) calculados por,

$$IIU_i = \frac{VDT_i}{CUIC_i}$$

$$DRR = \frac{ATP}{CTR} \quad DRS = \frac{CRS}{CTR}$$

Os valores relativos a estes dois indicadores apresentam-se na Tabela 4.

$$DRG = \frac{CRG}{CTR}$$

Tabela 4 - Indicadores de gestão da água.

	CP	AS	FS	CA	DI	ID	MI	OD	RO	SA	SO
FAS	0.32	0.29	0.40	0.15	0.33	0.03	-	0.33	0.65	0.08	0.07
IIU	0.76	0.39	0.30	0.32	0.53	0.45	0.12	0.50	0.87	0.68	0.58

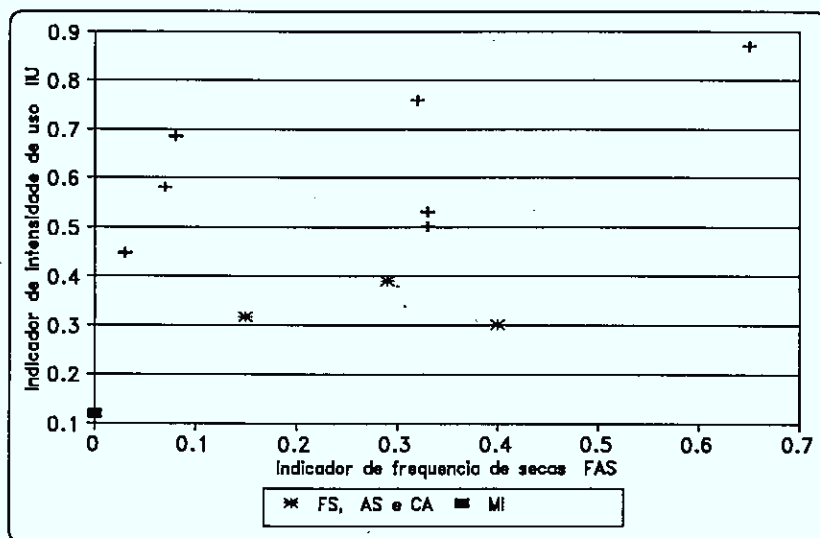


Fig. 3 - Relação entre a intensidade de uso (IIU) com a frequência de anos secos (FAS).

em que,

**CTR** comprimento (em Km) total da rede de transporte e distribuição de água,

**CRS** comprimento (em Km) total da rede secundária de rega (composta por elementos hidráulicos com capacidade de transporte inferior à ordem das centenas de litros por segundo),

**CRG** comprimento (em Km) total de regadeiras (composta por elementos hidráulicos com capacidade de transporte na ordem das dezenas de litros por segundo).

Tabela 5 - Indicadores do sistema de distribuição de água.

	CP	AS	FS	CA	DI	ID	MI	OD	RO	SA	SO
<b>DDR</b> (ha/km)	27.0	20.8	18.6	30.6	28.1	27.8	20.0	24.0	25.6	31.7	39.8
<b>DRS</b>	0.35	0.67	0.30	0.83	0.66	0.60	0.83	0.78	0.83	0.11	0.69
<b>DRG</b>	-	0.60	-	0.69	0.66	0.52	0.70	0.61	0.74	0.11	0.44

Para caracterizar a operação do sistema definiram-se indicadores relativos à actividade média dos operadores na rede, comprimento de rede (CRO), área regada (ARO) e caudal de maneo (CMO) por operador, custo da operação e manutenção por unidade de comprimento da rede de rega (OMR) e relação entre as contribuições dos agricultores e o custo total de operação e manutenção (IEF), dados por,

$$CRO = \frac{CTR}{OPC} \quad ARO = \frac{ARR_a}{OPC}$$

$$CMO = \frac{ATR_a \cdot CDR}{OPC}$$

em que,

**CDR** caudal de dimensionamento da rede de distribuição de água (l/s.ha)

**OPC** número de operadores da rede

e por,

$$OMR = \frac{ATR_s}{CTR}$$

$$IEF = \frac{RTQ_s}{COM_s}$$

em que,

**COM<sub>s</sub>** custo total anual de operação e manutenção do sistema, média de todos os anos de exploração e actualizada ao ano 1988 (contos),

**RTQ<sub>s</sub>** receitas obtidas por quotas e taxas dos agricultores, média de todos os anos de exploração (contos).

Tabela 6 - Indicadores de operação do sistema.

	CP	AS	FS	C+	CA	DI	ID	MI	OD	RO	SA	SO
<b>CRO</b> (Km/op)	6.8	11.5	21.9	9.4	9.3	8.7	12.8	14.2	17.8	10.4	2.4	6.0
<b>ARO</b> (ha/op)	142	109	140	114	153	148	107	110	134	87	70	204
<b>CMO</b> (l/s/op)	213	174	211	178	176	151	117	103	194	87	91	275
<b>OMR</b>	-	-	-	233	246	367	92	-	-	189	287	314
<b>IEF</b>	0.99	-	-	0.94	0.82	0.84	0.83	-	-	0.78	1.03	1.16

Os resultados obtidos para estes indicadores apresentam-se na Tabela 6.

Analisando-se o indicador de densidade de operadores na rede verifica-se uma certa dependência com a área regada para valores desta superiores a 0.3, como se mostra na Fig. 4.

Nos perímetros menos regados o grau de dispersão das áreas regadas pode contribuir em muito para o resultado final de eficiência na gestão da água. Relativamente aos perímetros identificados com deficiências a este nível, só Fonte Serne mostra um elevado valor de CRO (baixa densidade de operadores). Nos outros, Alto Sado e Caia, o mesmo não acontece. Este facto e o elevado valor de DRG (importância das regadeiras, Tabela 4), levariam a prever maior eficiência.

O indicador IEF avalia a estabilidade financeira da organização de gestão dos perímetros. Resultados positivos neste indicador são obtidos pelos três perímetros mais regados.

Os perímetros de Vale do Sado e Vale do Sorraia apresentam ainda o indicador de custo CG (Tabela 1) com valores reduzidos, cumprindo-se assim também neste aspecto o objectivo pretendido. O valor baixo encontrado para este indicador objectivo no perímetro da Idanha deve-se a um baixo custo na operação e manutenção da obra OMR. Este valor poderá não traduzir eficiência, mas negligência.

## 7: Conclusões

Através da análise separada de factores, foi possível identificar para alguns perímetros de rega causas que justificam o incumprimento de objectivos.

Assim, nos perímetros de Idanha, Mira e Fonte Serne foram apontadas limitações ao nível dos solos. Os perímetros de Campilhas,

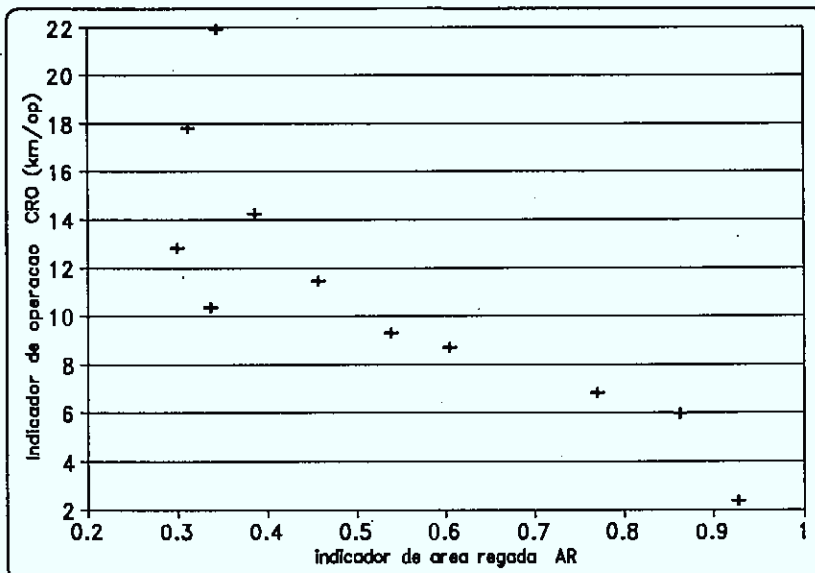


Fig.4 - Relação entre o indicador de operação (CRO) com limitadores de área regada (AR).

Divor, Odvelas e Roxo estão limitados pela indisponibilidade de água, particularmente grave nos dois últimos, mas existindo em todos por razões que se prendem com faltas na conclusão do projecto. Os perímetros de Fonte Serne, Alto Sado e Caia evidenciam menores eficiências na gestão da água.

Finalmente Campilhas, Vale do Sado e Vale do Sorraia apresentam os melhores indicadores de áreas regadas sendo, no entanto, de constatar que nos dois primeiros os recursos hídricos são para isso bem geridos e que no terceiro houve um esforço de adaptação dos solos ao regadio.

A análise global dos indicadores dos dois perímetros mais regados, vistos em termos relativos face aos outros sistemas também estudados, sugere que eles possam ser tomados como referência.

O carácter geral e limitado do exemplo de análise aqui retratado deve-se ao facto de se terem utilizado apenas os elementos

disponíveis e comuns a todos os perímetros de rega.

A utilidade deste tipo de análise como apoio à gestão de perímetros de rega requer, para além de maior diversidade de informação, a complementaridade com uma análise individual em cada empreendimento baseada em sistemas de monitorização próprios mas de orientação comum.

## Bibliografia

- Biswas, AK (1990) Monitoring and evaluation of irrigation projects. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 116(2):227-242.
- Bottrall, AF (1981) *Comparative study of the management and organization of irrigation projects*. World Bank Staff Working Paper 458, Washington, D.C..
- Frazão, F (1990) *Análise da exploração de aproveitamentos hidroagrícolas. Avaliação*
- de indicadores de gestão. M.Sc. Thesis, IST, Technical University of Lisbon.
- Frazão, F; Pereira, LS (1991) Evaluation of performance indicators applied to several irrigation systems in Portugal. In: *Performance Measurement Farmer-Managed Irrigation Systems* The Third International Workshop of the FMIS Network, Mendoza (pp 47i-47ix).
- Oad, R; McCormick, P (1989) Methodology for assessing the performance of irrigated agriculture. *ICID Bulletin* 38(1):42-53.
- Pereira, LS (1988) Modernization of irrigation systems: A case of research, oriented to improve management. *Irrigation and Drainage Systems* 2(1):63-77.
- Pereira, LS; Lamaddalena, N (1988) Indicatori di gestione e di prestazioni di progetti irrigui. In: *Controllo dei Grandi Impianti Idrici per un Migliore Utilizzo delle Acque*. Cong Nazionali dell'Associazione Idrotecnica Italiana, Taormina (pp IV.7.1-IV.7.16).
- Pereira, LS; Lamaddalena, N (1989) Miglioramento della gestione dei sistemi irrigui: sviluppo di una rete banca dati con indicatori. *Irrigazioni e Drenaggio* 36(4):207-212.
- Pereira, LS; McCready, W (1987) Rehabilitation and modernization of irrigation projects. Identification of concepts, main questions and priorities. *ICID Bulletin* 36(2):79-88.
- Plusquellec, H; McPhail, K; Polti, C (1990) Review of irrigation system performance with respect to initial objectives. *Irrigation and Drainage Systems* 4(4):313-327
- Rijsberman, F (1987) *Development of strategies for planning for improvement of irrigation system performance*. Delft Hydraulics Laboratory, Delft.
- Seckler et al. (1988) An index for measuring the performance of irrigation management systems with an application. *Water Resources Bulletin* 24(4):855-860.
- Small, L; Svendsen, M (1990) A framework for assessing irrigation performance. *Irrigation and Drainage Systems* 4(4):283-312.

\* Eng. Agrónomo, Prof. Adjunto na ESACB

O Desenvolvimento Rural depende da **Formação...**  
**Assine, Leia e Divulgue** **Investigação...**  
**Extensão...**

# Agroforum

A sua Revista de Divulgação Agrária

O Desenvolvimento Rural só é possível se  
**Formação, Investigação, Técnicos e Agricultores**  
 estiverem em permanente contacto