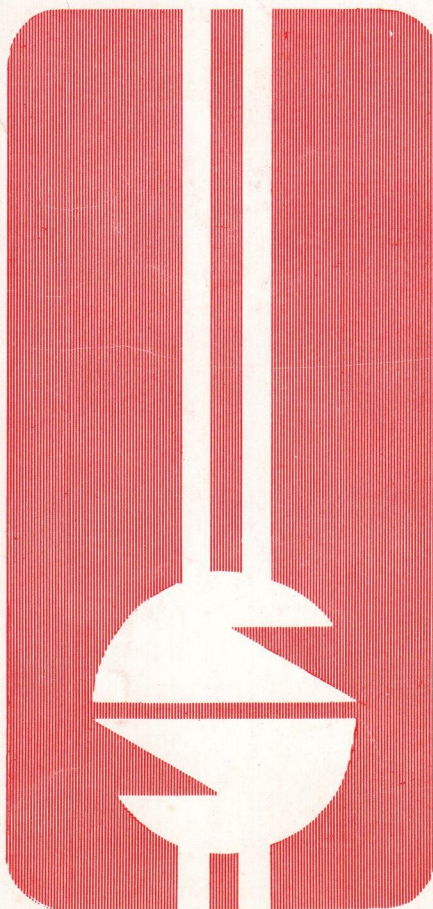


Faculdade  
de Ciências Econômicas  
UFRGS

# análise econômica

- **INDEXAÇÃO SALARIAL: UMA ABORDAGEM MACROECONÔMICA**  
Jo Anna Gray
- **AJUSTE NO EMPREGO E PRODUTIVIDADE NA DÉCADA DE OITENTA**  
Carlos Antônio Luque  
José Paulo Zeeteno Chahad
- **O CONSUMIDOR KEYNESIANO**  
Marcelo Côrtes Neri
- **HETEROGENEIDADE DO TRABALHO E TAXA DE LUCRO EM MARX**  
Francisco Cribari Neto
- **ECONOMIAS DE ESCALA: UMA REVISÃO**  
Jesiel de Marco Gomes
- **CONCENTRAÇÃO BANCÁRIA NO BRASIL**  
Marcelo Resende
- **NOVOS RUMOS PARA O SETOR ELÉTRICO NO BRASIL**  
Adriano Pires Rodrigues  
Eduardo da Cunha Vianna
- **OFERTA E DEMANDA DE FRANGO DE CORTE NO BRASIL**  
Narciso Gonçalves de Castro et alii
- **ANÁLISE ECONÔMICA DA IRRIGAÇÃO DO MILHO**  
Lúcia M Schirmer  
Juvir Luiz Mattuella
- **REFLORESTAMENTO NO BRASIL**  
Carlos José Caetano Bacha
- **ESCOLHA DE TECNOLOGIA EM ESTRUTURA DE PRINCIPAL AGENTE**  
Kyle D. Kauffman
- **A QUESTÃO DEMOGRÁFICA E A PRAXEOLOGIA**  
Anton Karl Biedermann et alii



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
Reitor: Prof. Tuiskon Dick  
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS  
Diretora: Prof<sup>a</sup> Yeda Rorato Crusius.  
CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS ECONÔMICAS  
Diretor: Reinaldo Ignacio Adams  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS  
Chefe: Prof. Fernando Ferrari Filho  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA  
Coordenador: Prof. Nali de Jesus de Souza  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA RURAL  
Coordenador: Prof. Atos Freitas Grawunder

CONSELHO EDITORIAL: Achyles Barcelos da Costa, Aray Miguel Fel- dens, Atos Freitas Grawunder, Carlos Augusto Crusius, Ernani Hick- mann, João Rogério Sanson, Juvir Luiz Mattuella, Maria Imilda da Costa e Silva, Nali de Jesus de Souza, Nuno Renan Lopes de Figueiredo Pin- to, Otilia Beatriz Kroeff Carrion, Otto Guilherme Konzen, Paulo Alexan- dre Spohr, Pedro Cezar Dutra Fonseca, Reinaldo Ignacio Adams, Rober- to Camps Moraes, Valter José Stülp, Yeda Rorato Crusius, David Gar- low (Wharton Econometrics Forecasts Association, E.U.A.), Edgar Au- gusto Lanzer (JFSC), Eleutério F.S. Prado (USP), Fernando Holanda Barbosa (FGV/RJ), Gustavo Franco (PUC/RJ), Joaquim Pinto de Andra- de (UnB), Juan H. Moldau (USP), Werner Baer (Univ. de Illinois, E.U.A.).

COMISSÃO EDITORIAL: Atos Freitas Grawunder, Pedro Cezar Dutra Fonseca, Reinaldo Ignacio Adams e Roberto Camps Moraes.

EDITOR: Nali de Jesus de Souza

SECRETARIA: Maria Ivone de Mello (normalização), Vanete Ricacheski (revisão de textos).

FUNDADOR: Prof. Antônio Carlos Santos Rosa

Os materiais publicados na revista **Análise Econômica** são de ex- clusiva responsabilidade dos autores. É permitida a reprodução total ou parcial dos trabalhos, desde que seja citada a fonte.

Aceita-se permuta com revistas congêneres. Aceitam-se, também, livros para divulgação, elaboração de resenhas ou resenhas.

Toda correspondência, material para publicação, assinaturas e permutas devem ser dirigidos ao seguinte destinatário:

PROF. NALI DE JESUS DE SOUZA  
**Revista Análise Econômica**  
Av. João Pessoa, 52  
CEP 90040-000 - PORTO ALEGRE (RS), BRASIL  
Telefones: (051) 228-1633 - 224-6024 ramais 3440 e 3348  
Fax: (051) 225-1067

# ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA IRRIGAÇÃO DA CULTURA DO MILHO PELO SISTEMA PIVÔ-CENTRAL NO RIO GRANDE DO SUL

Lúcia Maria Schirmer<sup>1</sup>  
Juvir Luiz Mattuella<sup>2</sup>

## SINOPSE

O trabalho teve como objetivo avaliar economicamente um sistema de irrigação pressurizado de pivô-central na produção de milho. A análise foi realizada em uma região do estado do Rio Grande do Sul, partindo-se de dados experimentais e estatísticas de precipitações e produtividades. Para avaliar os ganhos econômicos do uso da irrigação, utilizou-se uma função de produção do milho, desenvolvida no setor de hidrologia agrícola do IPH/UFRGS, que simula a produção em função da umidade do solo resultante de precipitação natural. A produção, assim obtida, é comparada com produtividades máximas esperadas com o uso de irrigação de 6, 8 e 10 ton/ha. Os resultados obtidos através da relação benefício/investimento foram maiores que zero para as hipóteses de produções máximas, superiores a seis ton/ha, demonstrando a eficiência do uso da irrigação, mesmo em caráter suplementar, em regiões de clima semitropical.

## 1. INTRODUÇÃO

No Rio Grande do Sul, a cultura do milho apresenta produtividade média de 2000 Kg/ha, que pode ser considerada baixa pelo potencial genético das cultivares que vêm sendo normalmente utilizadas nas lavou-

<sup>1</sup> Engenheira Agrônoma, Mestranda em Economia Rural (IEPE/UFRGS).

<sup>2</sup> Professor Adjunto do Departamento de Ciências Econômicas da UFRGS. PhD em Economia Rural.

|                   |        |       |          |           |
|-------------------|--------|-------|----------|-----------|
| ANÁLISE ECONÔMICA | ANO 10 | Nº 17 | MARÇO/92 | P.12 -139 |
|-------------------|--------|-------|----------|-----------|

ras. Estas cultivares, segundo produtores de sementes certificadas, poderiam chegar a mais de 12000 Kg/ha, em condições normais de clima e manejo adequado.

Diversos fatores podem ser arrolados para explicar a baixa produtividade desta cultura e as constantes frustrações de safras que ocorrem com a mesma. Entre estes fatores destacam-se: a) a sensibilidade do milho ao déficit hídrico; b) a má distribuição das chuvas ao longo do período agrícola; c) práticas agrícolas inadequadas e; d) estado de degradação do solo.

O primeiro aspecto já foi bastante estudado, sendo inclusive, conhecidos os períodos críticos, onde o stress hídrico afeta mais intensamente a produtividade do milho (AGUINSKY, 1991). O segundo fator restritivo pode ser devidamente superado pelo uso de irrigação na lavoura. Os demais condicionantes também já têm solução técnica largamente conhecida, faltando apenas a decisão dos produtores em adotá-la. Fica claro, então, que as soluções técnicas para os problemas que impedem a obtenção da produtividade potencial da cultura do milho, não são suficientes para que a questão seja resolvida. A decisão por parte dos produtores de adotar ou não determinada tecnologia envolve outras variáveis além dos aspectos técnicos. Fundamentalmente, o produtor resolve adotar um processo alternativo de produção se o mesmo for economicamente viável. Dentro desta ótica, o presente trabalho objetiva desenvolver a avaliação econômica de um dos aspectos condicionantes na produção de milho, visando oferecer subsídios adicionais aos tomadores de decisões.

A má distribuição das chuvas no Estado faz com que a irrigação eventualmente possa assumir um papel importante como fornecedor, em caráter suplementar, dos requerimentos hídricos necessários ao desenvolvimento da cultura do milho. Embora as estatísticas mostrem que os totais de precipitação pluviométria, em média, seriam suficientes para a condução desta cultura, sua distribuição errática ao longo do ciclo produtivo pode prejudicar sensivelmente o desempenho da mesma. Este fenômeno tem acontecido com certa frequência no Estado e tem prejudicado bastante a produção de milho.

A questão que se coloca, então, é se a irregularidade na precipitação e, por extensão, seu efeito sobre a produtividade do milho, justifica a adoção da irrigação, visto que esta teria apenas o caráter de complementação à suplementação hídrica do processo natural. Dentro deste contexto, o presente trabalho se propõe a responder este questionamento mediante a elaboração de um estudo de viabilidade econômica do investimento envolvido no processo de irrigação:

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de Abrangência

Para o desenvolvimento do estudo escolheu-se a região contida no quadrilátero formado pelos municípios de Santa Rosa, Júlio de Castilhos, Lajeado e Erechim. Esta Região, denominada de Santo Augusto, foi selecionada por ter uma função de produção estimada onde é relacionada a produção de milho com o suprimento de água durante o ciclo da cultura. Além disso, ela ocupa o primeiro lugar no Estado com a produção deste cereal, sendo, portanto, bastante representativa para o escopo do trabalho (Anuário Estatístico, 1986).

Para a análise da viabilidade econômica, optou-se apenas pelos sistemas de irrigação sob pressão, pelo fato de sua implantação exigir um volume de investimentos em equipamentos mais levado do que os demais. Especificamente concentrou-se a análise no sistema de irrigação de Pivô-Central.

### 2.2 Modelo Conceitual

A avaliação econômica do uso da irrigação é feita sob a ótica privada, computando-se para tanto apenas os custos e benefícios em nível de produtor rural. Desta forma, busca-se uma resposta para a viabilidade do empreendimento, sob o pressuposto de que o produtor objetiva, primeiramente, a obtenção do resultado econômico. Desta forma, pressupõe-se que o agricultor investirá no processo de irrigação se o valor presente do fluxo de rendimentos líquidos futuros for, no mínimo, igual ao montante do investimento. Colocado de forma equivalente, o empreendimento é viável desde que a relação benefício/custo seja igual ou maior do que a unidade. Este modelo de decisão simples também pode ser enfocado sob o ângulo do uso alternativo dos recursos. Neste particular, o produtor poderia estabelecer o critério de levar adiante um empreendimento desde que a taxa interna de retorno do mesmo fosse, pelo menos, igual àquela que ele obteria empregando os recursos em outra alternativa.

Os indicadores econômicos de avaliação de investimentos relacionados acima, podem ser expressos da seguinte maneira:

$$VPD = -K + \sum_{n=1}^n R_n (1 + i)^{-n}$$

onde

VPD = Valor presente descontado  
 K = Volume de investimentos do empreendimento  
 $R_n$  = Retorno líquido verificado no n-ésimo ano  
 i = Taxa pela qual os retornos líquidos são descontados

A relação benefício/custo pode ser apresentada como sendo:

$$B/C = VPL / K = [ \sum_{n=1}^n R_n (1 + i)^{-n} ] / K$$

onde:

B = Benefícios do projeto  
 C = Custo do projeto (investimento)  
 VPL = Valor presente do fluxo de retornos líquidos

A taxa interna de retorno (TIR), como foi referido anteriormente, constitui-se em outro indicador econômico para a análise de projetos. Segundo CENA & ROMERO (1989), o investimento é tratado como um empréstimo, e a TIR torna-se um indicador da eficiência do investimento para o investidor. Este indicador, segundo MISHAN (1976), mostra a taxa de desconto (i) que torna o valor presente de todo o fluxo de benefícios líquidos do projeto exatamente igual a zero. Assim, a TIR permite fazer-se comparações da taxa de retorno dos recursos envolvidos no projeto com seus usos alternativos. Esta medida, de forma simplificada, pode ser expressa assim:

$$\sum_{n=1}^n R_n (1 + TIR)^{-n} = 0$$

## 2.3 Operacionalização do Modelo

Os dados utilizados na elaboração da análise econômica foram reunidos em três grupos de parâmetros básicos que são:

- a) O montante de investimento (K)
- b) A vida útil do projeto (n)
- c) Retornos líquidos de caixa gerados pelo projeto ao longo de sua vida útil ( $R_n$ )

### 2.3.1 Montante do Investimento

Por montante de investimento (K), entende-se o valor do desembolso que o investidor deve realizar para que o projeto possa funcionar. No

caso específico do projeto de irrigação, o investimento é formado por três itens principais: equipamentos, rede elétrica e infra-estrutura.

Todo o conjunto de peças, sistemas e canalizações, juntamente com a unidade de captação e bombeamento, compõe o equipamento denominado de Pivô-Central. O custo destes equipamentos foi calculado com base nos preços médios de mercado vigentes em 1988 e transformado em dólares por hectare (US\$/ha) ao câmbio da ocasião. Para tanto, utilizou-se 70 ha como área média para irrigação com Pivô-Central.

Como não se dispunha de nenhum parâmetro para estabelecer a extensão da rede elétrica necessária ao projeto, arbitrou-se a mesma como sendo de dois Km de rede trifásica de alta tensão e meio Km de rede trifásica de baixa tensão. O preço da rede elétrica, com todos os componentes, foi obtido junto à Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE) do Rio Grande do Sul e também foi expresso em dólares por hectare.

A infra-estrutura do projeto é formada pelo conjunto de obras e serviços necessários à condução do mesmo. Ela compreende a casa das bombas, o pé da torre do pivô, valas de drenagem e preparo da área. O custo de todos estes itens formam o investimento necessário em infra-estrutura para a operacionalização do projeto. Este custo também foi calculado em dólares por hectare com base no parâmetro de área coberta pelo sistema de irrigação.

A tabela 1 resume os custos de cada item e o total de investimentos necessários para instalar o Pivô-Central.

**Tabela 1** – Investimento Para Implantação do Sistema de Irrigação de Pivô-Central (em dólares por hectare).

| Item            | Valor    |
|-----------------|----------|
| Equipamentos    | 2.158,55 |
| Rede Elétrica   | 229,70   |
| Infra-Estrutura | 157,57   |
| Total           | 2.545,82 |

Fonte: Cálculo dos autores.

### **2.3.2 Vida útil do Projeto**

A vida útil do projeto (n) corresponde ao número de ano em que o investimento estará funcionando. Vários são os critérios que podem ser

adotados para a escolha do elemento que define esta vida útil. Neste trabalho, considerou-se o critério de limitar a vida útil do investimento pelo elemento que representa a maior porcentagem do investimento: o Pivô-Central.

O tempo de utilidade de um Pivô-Central é, em média, de 15 anos, ficando assim definido o lapso de tempo da duração do projeto. No final deste período, pressupõe-se que o valor residual dos elementos componentes do mesmo tivessem valor nulo ou não significativo.

### **2.3.3 Retornos Líquidos**

Ao longo de sua vida útil um investimento gera um fluxo monetário líquido ( $R_n$ ) compreendido pelas entradas menos as saídas. As entradas correspondem aos ingressos anuais atribuídos à venda dos produtos obtidos por meio do investimento. As saídas são formadas pelos desembolsos necessários, a cada ano, para a obtenção dos produtos. A diferença entre as entradas e as saídas constitui o fluxo de caixa ou retorno líquido ( $R_n$ ) gerado pelo investimento no  $n$ -ésimo ano. Como foi estabelecido que a duração do projeto é de 15 anos, para cada um deles ter-se-á um rendimento líquido que, em conjunto, formam o fluxo de benefícios calculados para o mesmo.

As entradas foram obtidas pela multiplicação do preço do milho pela produção atribuída ao projeto. Esta última representa, para cada ano, a quantidade de milho a mais que seria obtida com a irrigação em relação àquela possível de ser obtida sem o processo de irrigação.

Informações do Instituto de Pesquisas Agronômicas (IPAGRO, 1983) dão conta de que no período de um ano, apenas um ciclo da cultura pode ser realizado, e ainda que os fatores climáticos são os responsáveis por esta restrição, e determinam também a melhor época de semeadura da mesma. Seguindo-se a recomendação para a região em estudo, a data da semeadura do milho deve ocorrer nos primeiros dias de outubro e, conseqüentemente, sua colheita é estimada para o início do mês de fevereiro, observando-se o ciclo da cultura de 120 dias.

Para calcular o diferencial de produtividade referido acima, tomou-se a produtividade obtível com a precipitação ocorrida no período do ciclo da cultura e o limite máximo de produtividade considerado atingível com a irrigação. Este último foi fixado em três níveis: 6000 Kg/ha, 8000 Kg/ha e 10000 Kg/ha, respectivamente. O limite mais alto foi estabelecido com base nos resultados de pesquisas realizadas por diversos órgãos de pesquisa do Estado (IPAGRO, 1980). Os resultados verificados nestas pesquisas sugerem que tal produtividade seria atingível bastando, para tanto, suprir as necessidades de água exigida pela planta e seguir as práticas agrícolas recomendadas. Os demais níveis foram arbi-



trados visando obter-se pontos para a curva de rendimento econômico.

A produtividade atingida, a cada ano, sem a irrigação, foi estimada utilizando-se uma função de produção que relaciona a produtividade do milho com a quantidade de precipitação efetiva ocorrida no período compreendido entre a emergência e a maturação leitosa do grão. A função de produção, apresentada abaixo, foi elaborada pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IPH) e por Fernandes (1991), e é específica para a região em estudo.

$$Y_j = 0,259 X_1^{0,0923} X_2^{0,254} X_3^{0,532} X_4^{0,255}$$

onde:

$Y_j$  = Produtividade (Kg/ha), no ano  $j$  ( $j = 1, 2, 3 \dots 15$ )

0.259 = constante

$X_{ij}$  = Representa a precipitação efetiva acumulada (mm) no período referente ao ano  $j$  ( $i=1, \dots 4$ ).

Para cada ano  $j$  da série, a precipitação é tomada para quatro períodos distintos de mesma duração (média em torno de 30 dias), referentes aos estágios fenológicos de sensibilidade da cultura do milho, em termos de rendimento, ao efeito desta variável. Estes estágios são:

$X_1$  = Emergência

$X_2$  = Desenvolvimento vegetativo

$X_3$  = Florescimento/enchimento de grão

$X_4$  = Maturação leitosa

Os valores de precipitação pluviométrica utilizados na função de produção para estimar a produtividade de cada ano foram obtidos de uma série histórica referente aos últimos 21 anos. Com este procedimento, pressupõe-se que esta mesma série de dados de precipitações se repita no futuro próximo, ensejando assim a possibilidade de se estimar a produção de milho que seria obtida pelos produtores na ausência da irrigação.

O preço utilizado para calcular as entradas é exposto em US\$/Kg, e representa a média dos preços pagos ao produtor no período de 1973 a 1988, menos um desvio-padrão. Para a elaboração da série de preços, considerou-se apenas aqueles referentes ao mês de fevereiro, pois é neste período que ocorre a comercialização do produto. A obrigatoriedade da comercialização imediatamente após a colheita, se justifica, por não ser objetivo deste trabalho, analisar variações no preço do produto durante o armazenamento, ou estudar melhores períodos de venda.

A escolha do preço médio menos um desvio-padrão caracteriza a

adoção de um procedimento pessimista. Este posicionamento se justifica pelo fato de conferir uma margem maior de segurança aos resultados da análise. O preço assim definido foi de 0,12 dólares por Kg de produto. Este valor multiplicado pelo ganho de produtividade em cada ano gera o fluxo de entradas.

Contraopondo-se a este fluxo de entradas, tem-se as saídas, representadas pelos custos variáveis de produção. Estes custos, que representam 83,65 dólares por hectare, compreendem os gastos com mão-de-obra especializada e semi-especializada, energia elétrica consumida e manutenção dos equipamentos.

Os valores dos retornos líquidos anuais, por hectare, estimados para o sistema de irrigação são apresentados na tabela 2.

**Tabela 2** – Estimativa dos Retornos Líquidos Anuais, em Dólares por Hectare, do Projeto de Irrigação.

| Anos | Níveis de Produtividade por Hectare |          |          |
|------|-------------------------------------|----------|----------|
|      | 6000 kg                             | 8000 kg  | 10000 kg |
| 1    | -51.8935                            | 197.9906 | 447.8747 |
| 2    | 224.2948                            | 74.1790  | 724.0632 |
| 3    | 64.7522                             | 314.6363 | 564.5205 |
| 4    | 162.1169                            | 412.0011 | 661.8852 |
| 5    | 151.3019                            | 401.1861 | 651.0702 |
| 6    | 340.5485                            | 590.4327 | 840.3169 |
| 7    | 477.5909                            | 727.4750 | 977.3592 |
| 8    | -34.3643                            | 215.5198 | 465.4040 |
| 9    | 52.0339                             | 301.9181 | 551.8023 |
| 10   | 326.8386                            | 576.7228 | 826.6069 |
| 11   | 60.5723                             | 310.4565 | 560.3406 |
| 12   | 172.7948                            | 422.6790 | 672.5632 |
| 13   | 365.7108                            | 615.5950 | 865.4792 |
| 14   | 500.2173                            | 750.1015 | 999.9857 |
| 15   | 255.5123                            | 505.3965 | 755.2807 |

Fonte: Cálculo dos Autores.

Para homogeneizar a série de retornos acima ao valor presente, utilizou-se uma taxa de desconto de 12%. Esta percentagem representa o

máximo que seria permitido cobrar de um empréstimo, a título de juros reais, segundo os preceitos constitucionais em vigor.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com os modelos de análise para cada um dos indicadores econômicos são apresentados a seguir.

**Tabela 3** – Valor Presente Descontado, em Dólares por Hectare, para Três Níveis de Produtividade do Milho Irrigado.

| Nível de Produtividade<br>(quilogramas p/hectare) | Valor Presente Descontado<br>(dólares p/hectare) |
|---|--|
| 6000  | -971,00  |
| 8000  | 731,00   |
| 10000   | 2.433,00   |

Fonte: Cálculos dos Autores.

Observa-se que, para o nível de produtividade de 6000 Kg/ha, o valor presente descontado dos retornos líquidos é negativo. Isto significa que o fluxo de rendimentos do projeto de irrigação, para esta produtividade da cultura do milho, gera um fluxo de ingressos líquidos que é menor do que o investimento de implantação do projeto, dada a taxa de desconto utilizada. De maneira oposta, os valores positivos estimados para os níveis de produtividade de 8000 e 10000 Kg/ha, respectivamente, indicam que os ganhos líquidos esperados com a implementação do projeto seriam maiores do que o investimento inicial necessário. Desta forma, o resultado positivo do valor presente descontado representa uma condição necessária que deve ser satisfeita para que, em princípio, o investimento no projeto seja rentável.

Os resultados da razão entre benefícios e custos do projeto de irrigação para os diferentes níveis de produtividade do milho são mostrados na tabela 4. Os valores desta relação B/C, ou rendimento relativo, seguem o mesmo comportamento do que foi visto anteriormente para os valores obtidos de VPD. O valor obtido para o nível de 6000 Kg/ha é 0,62. Este resultado inviabiliza o projeto, se a produção ficar em 6000 Kg/ha, pois para cada US\$ investido se obtém apenas US\$ 0,65 de retorno.

**Tabela 4** – Relação Benefício-Custo para Três Níveis de Produtividade do Milho Irrigado.

| Nível de Produtividade<br>(quilogramas p/hectare) | Relação Benefício/Custo |
|---|-------------------------|
| 6000  | 0,62                    |
| 8000  | 1,29                    |
| 10000   | 1,95                    |

Fonte: Cálculos dos Autores.

Os outros dois níveis de produtividade viabilizam o projeto, pois a relação B/C é maior do que a unidade. Chama a atenção o valor encontrado para o nível de produtividade mais alta, onde para cada dólar investido, o produtor receberia 1,95 dólares. Para uma produtividade de 8000 Kg/ha, esta proporção cairia de 1,95 para 1,29.

Os resultados da relação B/C obtidos para os dois níveis de produtividade mais altos mostram que o produtor, em média, recuperaria o capital investido, bem antes de esgotar-se a vida útil do Pivô-Central. Para o nível de produtividade mais alta ele levaria cerca de sete anos para se ressarcir do dispêndio inicial; enquanto que necessitaria aproximadamente 12 anos para a produtividade de 8000 Kg/ha/ano.

O último indicador, TIR, confirma os resultados obtidos pelos outros dois índices, quanto à viabilidade do projeto. As taxas estimadas estão mostradas na tabela abaixo.

**Tabela 5** – Taxa Interna de Retorno do Projeto de Irrigação de Milho para Diferentes Níveis de Produtividade.

| Nível de Produtividade<br>(Quilogramas p/hectare) | Taxa Interna de Retorno<br>(em percentagem) |
|---|---|
| 6000  | 3,83  |
| 8000  | 23,41                                       |
| 10000   | 43,68                                       |

Fonte: Cálculos dos Autores.

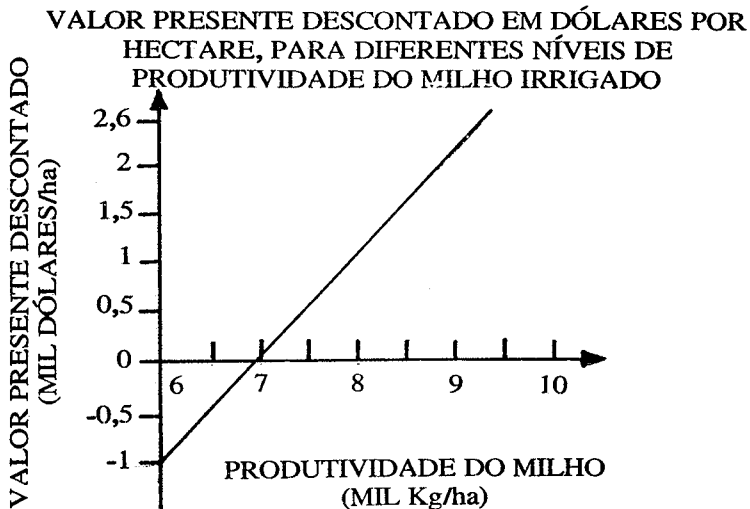
Para o nível mais baixo de produtividade do milho, a taxa interna de retorno estimada para o projeto gira em torno de 3,83%, significando que este seria o percentual máximo de juros que o produtor poderia pagar

para implementar um programa de irrigação nesta cultura. Nota-se que esta taxa é bastante inferior àquela taxa de juro praticada no mercado para os empréstimos agrícolas, ou para aplicações de baixo risco como a caderneta de poupança. É óbvio que, para esta taxa de retorno, seria mais interessante o produto aplicar seus recursos no mercado financeiro, pois ganharia quase o dobro do que obteria com a implantação do projeto.

Entretanto, para produtividade de 8000 e 10000 Kg/ha, a taxa interna de retorno esperada para o programa de irrigação atinge valores de 23,41 e 43,68 pontos percentuais, respectivamente. Estas seriam, pois, as taxas máximas de juros que o produtor poderia pagar por um empréstimo para implantar um Pivô-Central de irrigação para o cultivo do milho. Nota-se que estas taxas de retorno estão bem acima das taxas de juros reais praticadas no mercado para empréstimos agrícolas.

No gráfico a seguir, são plotadas as estimativas do valor presente líquido obtidas na análise. Constata-se que a curva que une estes valores corta o eixo das ordenadas para um nível de produtividade de 7000 Kg/ha, significando que este é o rendimento mínimo que torna o projeto viável sob as hipóteses consideradas. Cabe ressaltar, ainda, que os valores encontrados na análise de viabilidade são bastante conservadores face a sistemática que foi adotada para o preço do milho. É possível que sob outro cenário, a irrigação seja factível mesmo para uma produtividade de 6000 Kg/ha. Para tanto, basta que o preço do milho se situe em torno da média histórica verificada nas últimas duas décadas.

### GRÁFICO 1



#### 4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos com os três indicadores econômicos pesquisados possibilitam responder a questão fundamental que foi colocada no início do trabalho: se a irrigação na cultura do milho é ou não viável para os produtores. Face aos resultados da análise, pode-se inferir que, sob as hipóteses estabelecidas, a irrigação pelo sistema de Pivô-Central é economicamente viável a partir de níveis de produtividades maiores do que 7000 Kg/ha. Salienta-se, entretanto, que esta conclusão é válida, em princípio, para a região delimitada pela área de abrangência do estudo. Porém, não se descarta a hipótese de que a validade dos resultados possa ser estendida para outras regiões, face ao extremo conservadorismo que pautou a elaboração do modelo de análise. Deve-se destacar que o limite de produtividade que viabiliza economicamente o projeto situa-se bastante abaixo daqueles observados em experimentos agrícolas conduzidos pelos órgãos de pesquisa do Estado. Além disso, também deve ser levado em consideração o fato de que as estimativas das receitas foram propositalmente comprimidas por ter-se adotado como preço para o milho um desvio-padrão abaixo da média histórica dos últimos 20 anos. Assim, é bastante provável que o processo de irrigação se torne viável mesmo em níveis de produtividade abaixo de 7000 Kg por hectare.

Alternativamente, programas de crédito agrícola com taxas de juros baixas também poderiam viabilizar projetos de irrigação cujos níveis de produtividade se situassem próximos a 6000 Kg/ha.

Em síntese, políticas de preços mínimos adequadas e taxas de juros condizentes com as peculiaridades do setor agrícola, poderiam viabilizar projetos de irrigação, mesmo se as produtividades obtidas nos mesmos não fossem tão expressivas. Em contra partida, os benefícios sociais poderiam ser enormes, pois haveria uma quantidade ofertada do produto relativamente estável e previsível para o abastecimento de mercado interno. Isto traria vantagens tanto aos consumidores finais como para aqueles que usam este cereal à guisa de insumo intermediário. Além disso, o produtor rural teria significativos benefícios pelo fato de ter o risco de produção reduzido e, por decorrência, ampliada a certeza de obter certo nível de renda com uma probabilidade bastante alta.

Por fim, recomenda-se que outros estudos empregando metodologia semelhante sejam desenvolvidos, buscando ampliar o conhecimento a respeito do comportamento dos retornos líquidos, principalmente quando houvesse alterações do preço do produto e dos equipamentos de irrigação, bem como para parametrizações nas taxas de desconto. Além disso, outros métodos de irrigação também deveriam ter sua viabilidade econômica avaliada, principalmente aqueles passíveis de serem empregados em pequenas propriedades rurais.

## BIBLIOGRAFIA

- FERNANDES, Sergio Daniel Aginsky. **Prognóstico e Otimização do Rendimento do Milho (*Zea mays* L.) no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: – Curso de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento. 1991. 196 f. Dissert. (Mestr. Eng. Civil). UFRGS.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO RIO GRANDE DO SUL. Estatísticas Gerais, Sociais e Econômicas. VI. Porto Alegre: Fundação de Economia e Estatística. 1986. 249p.
- CENA, Felisa & ROMERO, Carlos. **Evaluación Económica y Financiera de Inversiones Agrarias**. 2.ed. Madrid, 1989. 352p.
- IPAGRO, 1983. **Ipagro Informa**. Porto Alegre. 165p. Fevereiro, n.26.
- MISHAN, E.J. 1976. **Análise de Custo-Benefício**. Rio de Janeiro: Zahar, 1976. 487p.

## ABSTRACT

### ECONOMIC ANALYSIS OF PRESSURE IRRIGATION SYSTEM ON MAIZE PRODUCTION IN SOUTHERN BRAZIL

The subject of study was to perform an economic analysis of pressure irrigation system on maize production, based on a case-study of the central pivot method. The analysis was done for a region of the state of Rio Grande do Sul, using experimental data and informations about precipitation and productivities. To evaluate the economic benefits of using irrigation, a production function of maize developed in the Agricultural Hidrology sector at IPH was used, which simulates production as a function of soil moisture resulting from natural precipitation. The yields of this process was then compared with maximum productivities of 6,8 and 10 ton/ha, expected when using irrigation. The results obtained in the Benefit/Cost ratio were greater than one for the hypothesis of maximum productions higher than 6 ton/ha, demonstrating the effectiveness of irrigation, even when utilized as a supplement, in semi-tropical climates.