

## Análise Econômica de uma Alternativa de Baixo Custo para a Irrigação de Pequenas Propriedades em Regiões Acidentadas

Luiz Silvio Scartazzini, Antonio Eduardo Lanna

Instituto de Pesquisas Hidráulicas/UFRGS

lsscarta@yahoo.com.br

Recebido: 14/07/04 - Revisado: 26/10/06 - Aceito: 20/04/07

---

### RESUMO

É realizada a análise econômica de uma alternativa de baixo custo para a irrigação de pequenas propriedades rurais. Duas unidades demonstrativas foram utilizadas, em anos agrícolas diferentes, para cultivo de feijão. Na primeira unidade foram avaliados os dados econômicos e de produtividade agrícola. Na segunda unidade foram testadas metodologias para controle de oferta e demanda da água no reservatório de irrigação.

É apresentado um desenvolvimento metodológico para o ordenamento territorial, com baixo custo, aplicável em municípios ou regiões com vocação para a agricultura irrigada. O uso de Sistema Geográfico de Informações, alimentado com dados pedológicos, hidrológicos, agronômicos e econômicos, muitos deles obtidos com técnicas de Sensoriamento Remoto, permitiu identificar e classificar áreas aptas para utilizar técnicas de irrigação de baixo custo, na Região da Encosta da Serra do Estado do Rio Grande do Sul, ocupada por inúmeras economias minifundiárias. O modelo foi aplicado no município de Santa Cruz do Sul, através da sobreposição de mapas temáticos de potencial de solos, recursos hídricos, topografia e cobertura florestal. Como resultado obteve-se, para uma área total de 759 Km<sup>2</sup> correspondente ao município, 512,45 Km<sup>2</sup> de áreas aptas para desenvolver atividades com irrigação, sendo que 9% desta área, apresenta projetos economicamente atrativos, com baixo custo de investimentos.

**Palavras-chave:** Irrigação de baixo custo, pequenas propriedades rurais.

---

### INTRODUÇÃO

Ao ser analisado o processo de produção agrícola, em especial nas pequenas propriedades, fica evidenciada a sub-utilização das terras e a má gestão das lavouras desde o preparo do solo até a colheita. Isto onera, não somente a atividade agrícola, como transfere o custo inestimável da perda de qualidade dos solos para aqueles que dela dependerão nesta e nas próximas gerações.

Outro fator de perda na agricultura pode ser a má distribuição de chuvas, especialmente quando ocorrem estiagens nos períodos críticos de floração e granação e excessiva pluviosidade nos períodos de colheita. A irrigação, que pode contornar o problema de estiagens, tem sido viabilizada economicamente em grandes projetos que possam usufruir de economias de escala. Isto é dificultado em regiões acidentadas onde as áreas irrigáveis são pequenas e esparsamente distribuídas. Dificultando ainda mais a situação, a ocupação destas regiões costuma ser realizada por pequenos proprietários, com reduzida capacidade de investimentos, o que parece impedir a introdução da irrigação, pelo me-

nos nas formas tradicionais.

No entanto, a relevância destas pequenas propriedades, em termos de fixação do homem no campo e na produção de alimentos, é incontestável. Segundo DUTRA (1998), “as propriedades com menos de 50 hectares no Estado do Rio Grande do Sul abrigam 1,5 milhões de pessoas, representando 85% do pessoal ocupado no campo, explorando uma área equivalente a 25% do território deste Estado.” Ainda de acordo com a informação do mesmo autor, elas são responsáveis pela produção de 88% das aves, 84% do feijão, 78% do milho, 71% dos suínos, 54 % do leite, 41% do soja e 38 % do trigo no Estado. A produtividade destas culturas sempre sofreu com os períodos de estiagem, visto que o agricultor, especialmente o de pequeno porte, não tem tradição em utilizar a irrigação, seja no Rio Grande do Sul, seja no Brasil.

Desilusões relativas à produtividade obtida nas pequenas propriedades rurais e, principalmente, a realidade do mercado que estabelece preços dispares entre o custo dos insumos e o valor dos produtos, faz com que a juventude rural esteja abandonando o campo. Nele, só permanecerão aqueles que

não tiverem outra opção ou que aplicarem tecnologias que promovam incrementos de produtividade.

Este trabalho tem como objetivo geral o desenvolvimento de metodologia para o ordenamento territorial de regiões de relevo acidentado, com estrutura fundiária caracterizada por pequenas propriedades rurais com vocação agrícola. Duas abordagens, em escalas distintas, são desenvolvidas para concretizar este objetivo:

1. na escala da propriedade rural, a apresentação de um modelo de irrigação de baixo custo, adequado para a realidade econômica de uma pequena propriedade com relevo acidentado;
2. na escala regional, o desenvolvimento de uma metodologia para a identificação de áreas aptas para a implantação do tipo de manejo agrícola preconizado na escala da propriedade rural.

## ÁREA DE ESTUDO

O Município de Santa Cruz do Sul, situado nas coordenadas geográficas 29° 42' 50" de latitude Sul e 52° 25' 39" de longitude Oeste, faz parte da micro-região fomicultora de Santa Cruz, conforme classificação da Fundação de Economia e Estatística (FEE, 1992). A história deste município está diretamente vinculada à imigração alemã ao Brasil, ocorrida a partir de 1824. O processo imigratório foi realizado neste período sob a égide da coroa imperial, situando cerca de 5.350 colonizadores Alemães entre 1824 e 1830 às margens do Rio dos Sinos. O objetivo da Coroa era alcançar o desenvolvimento agrícola independente da força escrava. (ETGES, 1991).

No entanto, com a chegada de novas levas de imigrantes, surgiu o conflito entre os Lusos Rio-grandenses, tradicionais criadores de gado, necessitando de áreas planas e extensas para suas práticas, contra a cultura agrícola praticada pelos imigrantes em pequenas áreas. Em função disto houve um deslocamento das novas levas de imigrantes para as áreas mais internas da Província, ocupando a faixa de transição entre o Planalto Basáltico e a Depressão Periférica, onde os novos imigrantes passaram a ser espremidos entre os criadores de gado das planícies da Depressão Central e os da Região dos Campos de Cima da Serra. As glebas de terras destinadas aos imigrantes eram acidentadas e cobertas de matas, fatores que, na época, desvalorizavam os lotes.

Foi neste cenário que se desenvolveram e prosperaram as colônias alemãs de forma isolada durante várias décadas, ocupando pequenas áreas nas encostas da Serra Geral. Santa Cruz do Sul se tornou município autônomo em 1877, desligado de Rio Pardo, graças às atividades agrícolas destes imigrantes caracterizadas pela cultura do fumo para comercialização e do milho, feijão e suínos para consumo de subsistência. (ETGES, 1991).

A cultura do feijão, na década de 90, apresentou um rendimento médio de 869 kg/ha no Rio Grande do Sul contra uma média nacional de 691 kg/ha. (EMBRAPA, 2004).

A Tabela 1 apresenta os dados de precipitações mensais ocorridos no município de Santa Cruz do Sul durante os períodos de cultivo de feijão nos anos de 1984 a 1998. Como a demanda hídrica nesta região é de 110 a 116 mm/mês nos períodos de floração e maturação, que ocorrem em agosto/setembro, verifica-se que em oito anos ela não foi satisfeita, acarretando perdas de produtividade. A perda de produtividade pode ser analisada na Tabela 2, juntamente com o preço de mercado. Considerando que a safra do feijão dura de agosto/setembro (plantio) de um ano, até fevereiro/março (colheita) do ano seguinte, o rendimento de determinado ano desta Tabela corresponde ao plantio ocorrido no ano anterior, trazendo os reflexos climáticos daquele período (agosto-dezembro). Os anos identificados com asterisco são os que apresentaram *stress* hídrico em agosto e/ou setembro, tendo reflexos na produtividade listada no ano seguinte. A grande perda em produtividade registrada em 1986 decorre do *stress* hídrico ocorrido em 1985; no entanto existem também perdas em outros anos, devido a outros fatores que não apenas a carência de chuvas.

## ABORDAGENS METODOLÓGICAS

As abordagens metodológicas reportaram-se às duas escalas: da propriedade rural e da região. Na escala da propriedade rural foi selecionada uma área onde foram realizados os testes de campo para obtenção das informações que orientassem a implementação do sistema de irrigação de baixo custo e posterior análise econômica de seus resultados. Na escala regional foram aplicadas técnicas de Geoprocessamento subsidiadas por Sensoriamento Remoto visando a geração de mapas temáticos que permitissem a identificação de áreas aptas para implementação do desenvolvimento agrícola proposto para as pequenas propriedades.

Tabela 1 - Precipitações mensais de agosto a dezembro dos anos 1984 a 1998

Ano\Mês	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Satisfação da demanda hídrica em AGO/SET (P>110mm)
1984	172	122	289	126	298	Sim
1985	120	60	0	10	35	Não
1986	62	186	167	205	134	Não
1987	165	136	209	129	219	Sim
1988	50	279	163	152	55	Não
1989	128	205	101	120	91	Sim
1990	40	241	346	167	139	Não
1991	129	84	73	73	189	Não
1992	74	223	157	67	200	Não
1993	48	87	151	317	270	Não
1994	162	104	247	122	101	Sim
1995	156	165	50	27	104	Sim
1996	170	77	135	53	112	Não
1997	173	109	360	129	356	Sim
1998	130	177	83	—	—	Sim

Fonte: PIONEER, Posto de Santa Cruz do Sul.

Tabela 2 - Produção e produtividade do feijão em Santa Cruz do Sul

Ano	Área plantada ha	Área colhida ha	Produção ton	Rendimento kg/ha colhido	Rendimento kg/ha plantado	Preço US\$/kg
1985*	3020	3020	2714	899	899	0,45
1986*	4800	4000	1200	300	250	0,86
1987	2500	2500	2190	876	876	0,32
1988*	2680	2680	2544	889	889	0,36
1989	2800	2800	3360	1200	1200	0,48
1990*	23960	23960	16940	707	707	0,31
1991*	23830	23750	16656	701	699	0,51
1992*	17450	17450	12020	688	688	0,37
1993*	13204	13204	10707	810	810	0,36
1994	14689	14448	12772	881	867	0,67
1995	19070	18870	20333	1077	1066	0,75
1996*	520	500	296	592	569	0,42
1997	530	530	462	871	871	0,47
1998	530	480	297	566	512	0,75
Médias				790	779	0,51

\* Anos onde demanda hidroagrícola não foi atendida pelas chuvas em agosto ou setembro

FONTE: IBGE e Cooperativa Tritrícola Sarandi Ltda

**A DESCRIÇÃO DOS RESULTADOS  
OBTIDOS EVIDENCIARÁ MELHOR AS  
METODOLOGIAS EMPREGADAS EM  
CADA ESCALA.**

**RESULTADOS**

**Na escala da propriedade rural**

Na área experimental foram realizadas as seguintes atividades:

- batimetria do reservatório de armazenamento de água;
- análise da qualidade de água do reservatório;
- seleção da área irrigável;
- seleção da área testemunho;
- topografia para definir o traçado dos canais condutores de água (irrigadeiras e sulcos);
- análises de solo;
- adubação e calagem recomendada;
- testes de infiltração com anéis concêntricos para estimativa de capacidade de infiltração do solo;
- cobertura de inverno e dissecação;
- plantio do feijão no sistema direto e em palhada;
- medidas periódicas do crescimento;
- regas quando necessário;
- acompanhamento da colheita da área irrigada e da testemunho;
- relacionamento dos custos específicos e gerais do projeto;
- avaliação econômica dos resultados.

Foi reservada uma área como testemunho, onde se manteve a agricultura tradicional, de sequeiro. Na área irrigada, os custos de investimento e de operação foram computados a preços de varejo.

O volume disponível para consumo no reservatório existente na propriedade foi calculado em 4.433 m<sup>3</sup>, auxiliado por uma vazão mínima afluyente estimada grosseiramente em 8 l/s, oriunda da fonte natural que forma o reservatório. A evaporação da superfície da água do reservatório, estimada pelo método de Penman para o verão regional, é 1.800 l/dia. A metodologia de balanço hídrico estimou

que seria possível irrigar uma área cultivada com feijão de até 2 hectares. Não obstante, dimensionou-se a área irrigada em 0,5 ha. A área-testemunho foi de 1,75 ha.

**Tabela 3 - Custos dos equipamentos**

Material	Custo unitário (R\$)	Custo total (R\$)
Tubo PVC 100 mm	1,35/m	432,00
Registro 100 mm	91,93	91,93
Manilha	2,50/m	25,00
Lona plástica	0,50/m <sup>2</sup>	10,00
Sifão	0,98/m	19,60
Custo total de implantação		578,53

O custo da implantação do projeto, visto que o reservatório já se encontrava disponível, é apresentado na Tabela 3, tendo por base preços de varejo dos fornecedores dos materiais.

A irrigadeira, que é o canal principal de distribuição de água, teve seu fundo e laterais revestidos com lona plástica para impermeabilizá-lo, evitando perdas de água por infiltração e a erosão. Ela foi aberta com arado no mês de julho e seu alinhamento seguiu a demarcação topográfica.

Os sulcos foram abertos por ocasião do plantio do feijão, instalando-se na plantadeira, distantes 100 cm entre si, sulcadores apropriados para abrir os sulcos com 15 cm de profundidade e 20 cm de largura.

O plantio do feijão foi realizado no dia 27 de setembro de 1994, utilizando-se unicamente a variedade IAPAR 44. A semeadura foi realizada no sistema de plantio direto.

Junto com a semente foi incorporado adubo, na razão de 300 kg/ha de Super Simples com 18% de PO<sub>2</sub> e 150 kg/ha de Nitrato de Cálcio na proporção de 15% de N e 19% de Ca. Na fase de desenvolvimento foi realizada uma aplicação de uréia na razão de 50 kg/ha, duas aplicações de micro-nutrientes (Orgamim) e uma aplicação de Sulfato de Cobre. Trinta dias após a germinação foi realizada uma aplicação de herbicida associado a um espalhante, numa dosagem de 1 litro de herbicida com 1 litro de espalhante para cada hectare de área plantada. O herbicida empregado (Basagran 600) é um composto que deve ser aplicado isoladamente, segundo explanação do agrônomo que acompanhou o projeto, e sua formulação associada ao espalhante (Post), provocou uma fitotoxidez na cultura, atrasando seu desenvolvimento.

Tabela 4 - Resultado da contagem nas áreas amostrais.

Dia	Área irrigada			Área testemunho		
	Altura do pé cm	Densidade pés/m	n° de vagens/pé	Altura do pé cm	Densidade pés/m	n° de vagens/pé
03/12/94	34	13,5	5	32	22,3	3
17/12/94	34	13,5	12	32	22,3	6

Tabela 5 - Resultado das amostras selecionadas e coletadas

Amostra	Número		Peso (g)	
	Vagens / pé	Grãos/ vagem	Massa seca	Grãos
Irrigado	57	4,5	55,45	63,11
Testemunho	35	3,8	36,6	31,96

Tabela 6 - Renda obtida por hectare, sem e com irrigação

Ano	Preço US\$/kg	Sem irrigação		Com irrigação		Renda bruta in- cremental US\$/ha
		Rendimento kg/ha/plantado	Renda US\$/ano/ha	Rendimento kg/ha plantado	Renda US\$/ano/ha	
1985	0,45	899	404,55	1740	783,00	378,45
1986	0,86	250	215,00	1740	1496,40	1281,40
1987	0,32	876	280,32	1740	556,80	276,48
1988	0,36	889	320,04	1740	626,40	306,36
1989	0,48	1200	576,00	1740	835,20	259,20
1990	0,31	707	219,17	1740	539,40	320,23
1991	0,51	699	356,31	1740	887,40	531,09
1992	0,37	688	254,56	1740	643,80	389,24
1993	0,36	810	291,60	1740	626,40	334,80
1994	0,67	867	580,59	1740	1165,80	585,21
1995	0,75	1066	799,28	1740	1305,00	505,72
1996	0,42	569	239,08	1740	730,80	491,72
1997	0,47	871	409,37	1740	817,80	408,43
1998	0,75	512	384,00	1740	1305,00	921,00
Médias	0,51	779	380,71	1740	879,94	499,24

Nos dias 24 - 25/11 e 08/12 de 1994 a área experimental recebeu irrigação. A colheita foi efetuada em meados de janeiro de 1995, de forma a separar a produção da área irrigada e da área testemunho. Técnicos da EMATER de Sobradinho, RS, acompanharam a colheita e determinaram a produtividade por área. A contabilização de pés por linha e de vagens por pé da cultura apresentou os resultados médios mostrados na Tabela 4.

Na avaliação das medidas da amostragem verificou-se que no dia 03/12/94 os pés da cultura já estavam adultos e com as vagens da primeira florada formadas. Nas áreas amostrais do feijão irrigado

havia menor número de plantas por linha. Porém, cada pé sustentava maior número de vagens. Na área-testemunho, com maior população de plantas por linha, o número de vagens sustentadas pelos pés era menor, assim como o número de grãos por vagem. Nesta data, a área irrigada havia recebido apenas uma aplicação de rega.

Em 17/12/94 a área irrigada já havia recebido outra rega e as camadas secundárias e terciárias de floração já haviam se manifestado. As plantas estavam no final de seu ciclo vegetativo, faltando apenas a maturação dos grãos. As plantas eram menos populosas, apresentando, porém, maior diâme-

tro de caule e sustentando maior número de vagens por pé, com vagens apresentando maior número de saliências de grãos, em relação à área testemunho.

Na última visita realizada ao local do experimento, antes da colheita, foram coletadas algumas amostras da cultura, selecionando-se os pés mais exuberantes das áreas amostrais, tanto do irrigado como da área testemunho. Estas amostras foram secadas à sombra durante 15 dias sendo então procedida a contagem das vagens por pé, dos grãos por vagem e a pesagem da massa seca (cascas e caules) e dos grãos. O resultado das médias obtidas é apresentado na Tabela 5.

A produtividade obtida foi de 1.740 kg/ha na área irrigada e 1.440 kg/ha na área testemunho. Este resultado mostra que houve uma produção de 20% a mais na área irrigada, conseguida com duas irrigações fornecidas na época de floração. Verifica-se também que houve um expressivo aumento de produtividade devido ao correto manejo da cultura. Apesar do ano agrícola 94/95 ter sido favorável em termos de chuva, a produtividade média foi de apenas 1066 kg/ha na região (ver Tabela 2). O correto manejo do solo e da cultura elevou a produtividade na área testemunho para 1440 kg/ha, 35% superior à média estadual.

Os custos de investimento foram apresentados na Tabela 3. Foi acrescido o custo da mão de obra para o manuseio dos equipamentos de irrigação. Considerou-se que o agricultor teria o açude construído com subsídios integrais, doados pelo governo municipal ou estadual, e que tomaria emprestado o capital a ser investido com três anos de carência, pagamento em cinco anos a juros de 8% ao ano. Não haveria uso alternativo da área de implantação do açude e a alternativa à agricultura irrigada seria a de sequeiro.

A produtividade média observada do cultivo do feijão no município de Santa Cruz do Sul, apresentada na Tabela 2, serviu de base para a formação da Tabela 6, que apresenta a renda anual por hectare que o agricultor receberia com e sem irrigação.

O fluxo de caixa sob o ponto de vista do agricultor é apresentado na Tabela 7. Ele obteria uma renda bruta incremental anual por hectare devido ao investimento em irrigação de cerca de US\$ 500. A renda líquida incremental anual por hectare seria, em média, da ordem de US\$ 340.

Considerando um custo de oportunidade para investimento do seu capital de 15% ao ano, o Valor Presente Líquido obtido para o fluxo de benefícios líquidos incrementais anuais em 14 anos de análise foi de US\$ 2083/ha. Isto equivale a uma renda líquida incremental anual de US\$ 316/ha.

Estes resultados tornam o investimento em irrigação atraente para o agricultor.

Caso o agricultor deva pagar pelo açude, cujo custo de construção foi estimado em US\$ 404 tendo por base as horas de trator necessárias para construí-lo, a situação seria distinta. O investimento inicial seria de US\$ 960,10. O Valor Presente Líquido do fluxo apresentado passaria a US\$ 1.883/ha e a renda líquida incremental equivalente a US\$ 277/ha. Haveria ainda rentabilidade atraente para o produtor, sob o ponto de vista econômico. Do ponto de vista financeiro, porém, haveria problemas durante os 5 anos de amortização dos investimentos. A renda líquida seria negativa do terceiro ao quinto ano, atingindo um mínimo de US\$ 99/ha no quarto ano. Isto poderia trazer dificuldades ao agricultor que não tenha outra fonte de renda, justificando o subsídio da construção do açude.

Sob o ponto de vista público (da sociedade como um todo) deve ser contabilizado o custo de construção do açude. O fluxo de caixa correspondente é apresentado na Tabela 8.

### Na escala regional

O objetivo das atividades nesta escala foi a identificação de áreas aptas para o desenvolvimento agrícola proposto, no município de Santa Cruz do Sul, RS. Para isto foram confeccionados quatro Planos de Informação:

- recursos hídricos (rede de drenagem): com base nas cartas do Exército, escala 1: 50.000;
- modelo numérico do terreno: com base nas cartas do Exército, escala 1:50.000;
- potencial dos solos: com base nos mapeamentos do IBGE (1986) e do Projeto RADAM-BRASIL;
- cobertura florestal: com base em sensoriamento remoto tendo por base imagens de satélite.

Os aplicativos utilizados foram o Sistema Geográfico de Informações - SGI, do INPE e o programa IDRISI, da Clark University. As análises realizadas para cada tema são a seguir descritas.

### Solos

A classificação por ordem de interesse, para desenvolver projetos de irrigação por gravidade em sulcos, seguiu os seguintes critérios:

Tabela 7 - Fluxo de caixa sob o ponto de vista do agricultor (valores em US\$/ha)

Ano	Investimento <sup>1</sup>	Saldo devido <sup>2</sup>	Amortização <sup>2</sup>	Custos operacionais incrementais	Despesas totais <sup>3</sup>	Receitas brutas <sup>4</sup>	Receitas líquidas	Receitas líquidas acumuladas
0	556,10							
1985		600,59		77,70	-77,70	378,45	300,75	300,75
1986		648,64		77,70	-77,70	1281,40	1203,70	1504,45
1987		700,53		77,70	-77,70	276,48	198,78	1703,23
1988			-162,45	77,70	-240,15	306,36	66,21	1769,44
1989			-162,45	77,70	-240,15	259,20	19,05	1788,48
1990			-162,45	77,70	-240,15	320,23	80,08	1868,56
1991			-162,45	77,70	-240,15	530,91	290,76	2159,31
1992			-162,45	77,70	-240,15	389,24	149,09	2308,40
1993				77,70	-77,70	334,80	257,10	2565,50
1994				77,70	-77,70	584,91	507,21	3072,71
1995				77,70	-77,70	505,50	427,80	3500,51
1996				77,70	-77,70	491,82	414,12	3914,63
1997				77,70	-77,70	408,43	330,73	4245,36
1998				77,70	-77,70	921,00	843,30	5088,66
MÉDIAS						499,20	363,48	

<sup>1</sup> Investimento para passagem da agricultura tradicional (sequeiro) para irrigada.

<sup>2</sup> Supondo período de carência de 3 anos, juros de 8% ao ano e período de amortização de 5 anos.

<sup>3</sup> Amortização do empréstimo + Custos operacionais incrementais anuais

<sup>4</sup> Calculadas na Tabela 6

Tabela 8 - Resumo do fluxo de caixa sob o ponto de vista da sociedade

Ano	Custos: investimentos e custos anuais	Receita anual	Fluxo de caixa resultante
0	960,10	0	-960,10
1985	77,70	378,45	300,75
1986	77,70	1281,40	1203,70
1987	77,70	276,48	198,78
1988	77,70	306,36	228,66
1989	77,70	259,20	181,50
1990	77,70	320,23	242,53
1991	77,70	530,91	453,21
1992	77,70	389,24	311,54
1993	77,70	334,80	257,10
1994	77,70	584,91	507,21
1995	77,70	505,50	427,80
1996	77,70	491,82	414,12
1997	77,70	408,43	330,73
1998	77,70	921,00	843,30
TIR = 49%			
VPL <sup>1</sup> = US\$ 1647/ha			
BL anual equivalente <sup>1</sup> = US\$ 249/ha			

<sup>1</sup> Uso de taxa social de desconto de 12% a.a.

- ausência de pedregosidades e afloramentos de rochas;
- presença de textura argilosa no horizonte A ou intermediário;
- capacidade de cátions trocáveis;
- fertilidade orgânica e/ou mineral.

Com base neles, as glebas de solo presentes no município de Santa Cruz do Sul foram classificadas, na ordem decrescente de interesse, como apresentado na Tabela 9.

As siglas da nomenclatura dos solos obedece a classificação de IBGE (1986).

**Tabela 9 - Classificação dos solos na ordem decrescente de aptidão para irrigação por gravidade**

Classe	Solo	Área (km <sup>2</sup> )	%
1	Tre	117,58	14,8
2	Pea	11,44	1,44
3	Pba	9,37	1,18
4	Pva	28,92	3,64
5	PBPc	115,2	14,5
6	BV	16,13	2,03
7	PLc	17,00	2,14
8	TBCHa	80,4	10,12
9	Re	337,42	42,47
10	Ce	44,88	5,65

### Modelo numérico do terreno

O mapa altimétrico de Santa Cruz do Sul, que define o modelo numérico do terreno (MNT), tem importante papel no desenvolvimento da agricultura irrigada, pois ele fornece as cotas dos rios e dos solos, possibilitando a determinação das distâncias existentes entre a área desejada e a fonte de água existente à montante. As altitudes do município variam desde 14 até 661 metros.

Do Modelo Numérico do Terreno foram gerados mapas das declividades, selecionando-se inclinações que permitissem a transferência da água nos sulcos. As classes de declividades, juntamente com o percentual da área municipal que elas representam, são apresentadas na Tabela 10.

As declividades de 0 a 2% foram descartadas por não apresentarem inclinações suficientes para a irrigação por gravidade; as inclinações de 2 - 30% foram consideradas áreas apropriadas; 30 a 60% foram consideradas áreas possíveis onde, através de sistematização do terreno ou com cultivos em pata-

mares, pode-se empregar a irrigação por gravidade; declividades acima de 60% foram consideradas impróprias. Estas áreas são recomendadas para a manutenção de vegetação perene.

**Tabela 10 - Classe de declividades presentes no Município de Santa Cruz do Sul**

Inclinação	%
0 a 2%	16,5
2 a 30%	66,85
30 a 60%	15,89
Acima de 60%	0,74

### Sobreposição dos PIs

Sobrepondo os Planos de Informação de solos e declividades foram encontradas, para cada tipo de solo, as áreas aptas para irrigação no município de Santa Cruz do Sul. Foram destas retiradas também as áreas:

1. com ocupação urbana;
2. com remanescentes de cobertura vegetal nativa;
3. cujas cotas são superiores a 650 metros, correspondente a cota mais alta da rede de drenagem.

**Tabela 11 - Áreas dos solos aptos para irrigação por gravidade em Santa Cruz do Sul**

Classe	Área (km <sup>2</sup> )	% do total do município (759 km <sup>2</sup> )
Tre	71,61	9,43
Pea	7,86	1,04
Pba	8,17	1,08
Pva	19,34	2,55
PBPc	49,01	6,46
BV	11,65	1,53
Plc	11,75	1,55
TBCHa	59,64	7,86
Re	240,49	31,69
Ce	32,93	4,34
TOTAL	512,45	67,52

A área restante, considerada adequada para a prática de irrigação por gravidade, é apresentada na Tabela 11. Nela pode-se observar que 67% da

área do município apresentaram condições favoráveis para desenvolver projetos de irrigação por gravidade. Dentre as classes existentes, as glebas das Terras Roxas Estruturadas eutróficas (TRe), correspondendo a 9% dos solos do município, são as que melhores condições oferecem devido ao conjunto de fatores favoráveis como: ausência de pedregosidade, solos chernozêmicos com textura argilosa e relevo suavemente ondulado para ondulado. As maiores áreas com possibilidade de receber semelhante programa de irrigação, como as glebas dos Litólicos eutróficos (Re) e dos Cambissolos eutróficos (Ce), perfazendo um total de 36% do universo do município, são solos que oferecem sérias restrições como: presença de pedregosidades exigindo uma limpeza e catação iniciais e alguns locais com afloramentos de rochas; solos pobres com pouca matéria orgânica, com relevo acidentado e, no caso dos Cambissolos, excessiva umidade.

Sobrepondo-se a este mapa temático, com as áreas aptas para desenvolver projetos de irrigação por gravidade, as respectivas altitudes provenientes do mapa da rede de drenagem do município, é possível determinar a distância existente entre uma área selecionada e o ponto mais próximo de captação de água, que fique em uma cota superior. Estes dois planos de informações associados permitem ao usuário investigar a menor distância ao curso de água através do que se define o custo de implantação do programa.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### Na escala da propriedade rural

Ao realizar os trabalhos experimentais de campo foi possível estabelecer o contato com os agricultores que visitaram as áreas demonstrativas. Analisando as dificuldades apresentadas pelos mesmos para a reprodução do projeto desenvolvido nas unidades de demonstração pode-se concluir que os maiores problemas são de natureza técnica, financeira e cultural. Verificou-se que os agricultores das pequenas propriedades:

1. em sua grande maioria, não fazem uso e até desconhecem as técnicas de análise de solo para promover a adubação e a calagem adequada para a cultura desejada;
2. dificilmente fazem uso de técnicas de proteção e conservação do solo, tais como cobertura de inverno, plantio direto e em palha-

da e preservação das áreas de classe VI e VII. Muitos ainda utilizam o sistema de queima da resteva, desconhecendo os malefícios que disto lhes advêm;

3. convivem com o risco anual de seca, acreditando que a boa ou má colheita é exclusivo benefício ou castigo Divino;
4. muitos ainda adotam as técnicas herdadas de seus ancestrais, apresentando obstáculos às mudanças oferecidas pela tecnologia;
5. grande parte não possui ânimo para trabalhar na terra e vê seus filhos abandonando o campo no qual ainda permanecem por não possuir outro meio de sobrevivência;
6. as propriedades nas quais se desenvolveram as duas unidades demonstrativas desconheciam a técnica de irrigação por gravidade e o seu baixo custo de sua implantação; o mesmo deve ocorrer com os demais produtores.

Quanto aos resultados obtidos na área experimental, com a implantação da irrigação por gravidade, pode-se concluir que:

1. o acréscimo de água fornecido às culturas no momento apropriado resultou numa considerável diferença entre a colheita da área irrigada em relação à colheita da área testemunho;
2. apesar do incremento de produtividade alcançado pela irrigação, ele está ainda aquém do potencial do feijão, que pode alcançar valores mais expressivos, aumentando ainda mais a rentabilidade do agricultor;
3. o custo da implantação do sistema de irrigação por gravidade é baixo, podendo ser ainda menor se a condução de água for realizada em canais naturais, não revestidos, em que pese as maiores perdas de água resultantes;
4. o investimento em irrigação por gravidade em pequenas áreas, tem rentabilidade atracente.

### Na escala regional

Os resultados obtidos através do geoprocessamento, fornecendo condições para desenvolver modelos e cenários possíveis com a identificação e proposta inicial de sítios irrigáveis por gravidade, revelaram-se de grande importância para fornecer uma visão panorâmica com vistas ao planejamento de áreas irrigáveis, visando a diminuição de riscos e

aumento de produtividade, dentro do quadro regional das disponibilidades hídricas das bacias envolvidas.

A metodologia favorece a busca dos locais, na medida em que aponta as áreas favoráveis e elimina aquelas que não se adequam. A facilidade de se obter dados iniciais agiliza o trabalho do técnico ou especialista que terá que ajustar em campo os valores obtidos em laboratório, contornando situações não previstas no programa.

Os dados obtidos através do programa fornecem uma macrovisão do potencial do município de Santa Cruz do Sul para diminuir o risco de perda de produtividade em decorrência do déficit de precipitação, nas culturas de milho, feijão e fumo, optando por irrigação com baixo custo de investimento.

*economic information, allowed the identification and classification of areas suitable for irrigation techniques based on gravity flow at the scarp of the Rio Grande do Sul Plateau, occupied by a large number of agricultural smallholdings.*

*The model was applied to the Santa Cruz do Sul region in Rio Grande do Sul, Brazil, superposing thematic maps of water resources, soil production potentials, relief and native forest cover. In this 759 km<sup>2</sup> area, comprising the municipality of Santa Cruz do Sul, an area totaling 512.45 km<sup>2</sup> suitable for the use of irrigation techniques based on gravity flow, was identified; 9% of this area presents conditions for economically feasible irrigation projects with low investment costs. In two of them experimental tests were applied for production cost and benefit analysis, and information collected which allowed the determination of areas where irrigation is economically feasible.*

*Key-words: Low-cost irrigation, rural smallholdings.*

## REFERÊNCIAS

- DUTRA, O. Qual o futuro da agricultura familiar? *Gazeta do Sul*, Santa Cruz do Sul. Opinião. 22/04/98
- ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL-Fundação de Economia e Estatística. Resumo estatístico municipal. RS, 1987 a 1990. FEE, Porto Alegre. 1992.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Boletim de pesquisa e desenvolvimento online nº 25. Disponível em [www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp-p\\_bp25\\_3.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp-p_bp25_3.htm). Consultado em 08/2004.
- ETGES, V. E. Sujeição e resistência: os camponeses gaúchos e a indústria do fumo. Ed. da FISC, Santa Cruz do Sul. 1991. 209 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapa exploratório de solos. Secretaria de Planejamento - PR. Levantamento de Recursos naturais. Vol. 33, Rio de Janeiro. 1986. 845 p

### *Economic Analysis Of A Low Cost Alternative For The Irrigation Of Smallholdings In Hilly Areas*

#### **ABSTRACT**

*This study deals with a set of methods for classifying land regarding its potential use in coop irrigation with low operational and investment costs applicable in regions with an irregular relief. The use of a Geographic Information System and Remote Sensing techniques together with soil data and classification, hydrological, agricultural and*