

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA IRRIGAÇÃO EM
FACE DE CENÁRIOS ECONÔMICOS:
APLICAÇÃO AO FEIJÃO IRRIGADO NO RS**

CARMEN ILSE PINHEIRO JOBIM

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Eduardo Lanna - IPH/UFRGS

Co-orientadores: Prof. Dr. José Antônio Saldanha Louzada IPH/UFRGS
Prof. Dr. Juvir Mattuela - DECO/UNISC

Banca Examinadora:

Prof ^a . Nilza Maria dos Reis Castro	IPH/UFRGS
Prof. Carlos André Bulhões Mendes	IPH/UFRGS
Prof. Reimar Carlesso	CCR/UFSM
Prof. Valter Stulp	PUCRS

Porto Alegre, agosto de 2007.

APRESENTAÇÃO

Este trabalho foi desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob a orientação do Professor Antônio Eduardo Lanna, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e co-orientação dos Professores José Antônio Saldanha Louzada da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Juvir Mattuela da Universidade de Santa Cruz do Sul.

Ao meu pai, Plínio, *in memoriam*,
de quem herdei o gosto pelo conhecimento,

DEDICO.

Ao meu marido, Getúlio,
“*que, há muitos anos, formou uma agrônoma;
tempos depois, formou uma mestra;
e, agora,... forma uma doutora*”,

OFEREÇO.

À Fepagro, pela oportunidade;

Ao Iph, pela acolhida;

À Embrapa Trigo, pelos dados meteorológicos e tensiometria;

Ao Senhor Pedro Dilly, pelas informações de lavoura e hospitalidade;

Aos colegas e amigos, especialmente, à Sônia Schuch, pelo auxílio;

Ao meu irmão, Dido, pela assessoria;

Aos meus filhos, Guilherme e Bruna, pelo apoio;

Ao Professor Raul Dorfman, *in memoriam*, pela confiança;

Ao Professor Antônio Eduardo Lanna, por aceitar o espólio;

Em especial,

ao Professor José Antônio Saldanha Louzada, por resgatar este trabalho;

ao Professor Juvir Mattuela, pela atenção e desprendimento,

AGRADEÇO.

**Análise de viabilidade econômica da irrigação em face de cenários econômicos:
aplicação ao feijão irrigado no RS**

Autora: Carmen Ilse Pinheiro Jobim
Orientador: Prof. Dr. Antônio Eduardo Lanna
Co-orientadores: Prof. Dr. José Antônio Saldanha Louzada
Prof. Dr. Juvir Mattuela

RESUMO

Baixas produtividades e grandes oscilações de produção da lavoura do feijoeiro são atribuídas à sua pouca tolerância aos déficits hídricos de primavera-verão, época de maior exigência hídrica da cultura. A irrigação suplementar é um eficiente método para a obtenção e manutenção de altos rendimentos. O sistema de irrigação por pivô central é empregado em lavouras empresariais de feijão do Planalto Médio, região que responde por 30 % da produção total de grãos de feijão do Estado. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de feijão sob irrigação suplementar, visando quantificar a demanda de água, o rendimento relativo de grãos ocorridos nas safras e safrinhas de 1985 a 2004 e avaliar economicamente o sistema de irrigação por pivô central, analisando a viabilidade da cultura do feijão irrigada sob várias condições econômicas numa propriedade do Planalto Médio do Rio Grande do Sul. Os resultados obtidos, nas condições de execução do estudo, indicam que a irrigação suplementar do feijão foi necessária em todos os anos do período avaliado, em volumes médios que variaram de 140 a 300 mm/ano, na safra, e de 130 a 270 mm/ano, na safrinha. As deficiências hídricas provocam perdas no rendimento de feijão que podem chegar a 39 % da produção anual de grãos. A produção de feijão irrigado mostrou-se uma atividade economicamente viável, gerando uma renda líquida média de R\$ 1.534,30 ha⁻¹ ano⁻¹, demonstrando que o investimento em irrigação pode ser altamente atrativo, com $VPL = R\$1793,93ha^{-1}$, $TIR = 11,88\%$ e $B/C = 1,36$. Pelo perfil de risco dos cenários avaliados considerando a probabilidade de ocorrência das Taxas Internas de Retorno simuladas, a *variação na vida útil do equipamento de irrigação* e a *variação tarifária da energia elétrica pela reclassificação da unidade consumidora* não acarretam risco de inviabilizar a irrigação da lavoura do feijão. No caso da *regulamentação da cobrança pelo uso da água*, as tarifas de consumo da água de R\$ 0,02 e de R\$ 0,04 acarretam um risco de inviabilizar economicamente a irrigação do feijão em 4,09 % e de inviabilizar em 100 %, respectivamente; a *variação dos preços recebidos pelo produtor* acarreta um risco de inviabilidade de 1,1 % e a *variação no rendimento de grãos obtidos com a irrigação* um risco de 30,85 % de inviabilizar a prática da irrigação da lavoura do feijão.

Economic feasibility of irrigation analysis into economics sceneries : beans Irrigation applications for RS

Author: Carmen Ilse Pinheiro Jobim

Advisors: Prof. Dr. Antônio Eduardo Lanna

Prof. Dr. José Antônio Saldanha Louzada

Prof. Dr. Juvir Mattuela

ABSTRACT

Low productivity and large production oscillations of bean crops are attributed to its high sensibility to water deficits during spring-summer seasons, usually the period of higher hydric consumption. The supplemental irrigation is an efficient strategy to achieve and sustain the high yields. It has been performed in beans cropped area of the Planalto Medio, using the central-pivot system and being responsible for 30% of the local beans crop yield. The purpose of this work was to evaluate the beans yields on supplemental irrigation, quantifying the water demand, the relative grain yields at “safra” and “safrinha” season during the period 1985-2004 and to estimate the economic viability of the central-pivot irrigation system on variable economic conditions for a Planalto Medio farm in the State of Rio Grande do Sul. Under the specific conditions used in this study, the results allow to conclude that supplemental irrigation was required at all years of the evaluation period, in variable average irrigation depth from 140 to 300 mm/year, at “safra” season, and from 130 to 270 mm/year, at “safrinha” season. The water deficits cause up to 39% in losses to the annual crop yields. But irrigated beans has proven to be an economically viable activity, generating a net income of R\$ 1.534,30 ha⁻¹ year⁻¹ and demonstrating that the investment in irrigation can be highly attractive, with $VPL = R\$1793,93ha^{-1}$, $TIR = 11,88\%$ and $B/C = 1,36$. By the select sceneries risk profile get by the probability distribution of the Internal Rate of Return occurrence, the *fluctuation of the irrigation equipment useful life* and the *alteration on electric energy duties of the consumer unit* didn't generate risk to the economical viability of beans irrigation; the *regulation of the water use encashment* for water duty consum at R\$ 0,02 get a economic viability risk for 4,09 % and water duty at R\$ 0,04 comes the project 100 % no viable. The *changes in product prices* get a no viable risk for 1,1 % and the *variation on irrigation grain yields* give a 30,85 % risk at the infeasibility of the beans irrigation practice.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
SUMÁRIO	v
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	x
1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - Justificativa do tema	1
1.2 - Objetivo.....	4
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 - O feijão.....	5
2.1.1 - Considerações gerais	5
2.1.2 - A disponibilidade hídrica e a irrigação do feijoeiro.....	7
2.2 - Modelos de simulação de balanço hídrico	10
2.2.1 - Balanço hídrico	10
2.2.2 - Modelos de simulação	12
2.3 - Avaliação econômica de projeto de irrigação	15
2.3.1 - Componentes da avaliação econômica.....	15
2.3.2 - Critérios de análise econômica	17
2.4 - Análise de risco	19
2.4.1 - Risco: conceito e medidas	20
2.4.2 - Distribuições da probabilidade contínua	21
2.4.3 - Modelos aplicados à análise de risco	21
2.4.4 - Simulação de Monte Carlo	22
3 - METODOLOGIA.....	24
3.1 - Introdução.....	24
3.2 - O Modelo ISAREG.....	24
3.2.1 - Balanço hídrico do solo	25
3.2.2 - Dados de entrada no modelo.....	28
3.2.3 - Impacto da disponibilidade hídrica no rendimento.....	28
3.3 - Validação do modelo	29
3.3.1 - Tensiometria	29
3.3.2 - Caracterização da simulação com o modelo ISAREG.....	31
3.3.3 - Avaliação do modelo.....	32
3.4 - Estimativa do requerimento de irrigação suplementar e do rendimento de grãos da cultura do feijão.....	33
3.4.1 - Parâmetros da cultura do feijão.....	33
3.4.2 - Parâmetros agrometeorológicos.....	34

3.4.3 - Parâmetros edáficos.....	34
3.4.4 - Simulação do balanço de água no sistema solo-planta-atmosfera	34
3.5 - Avaliação econômica e análise da viabilidade do feijão irrigado	37
3.5.1 - Avaliação Econômica.....	37
3.5.2 - Análise da Viabilidade Econômica	42
3.6 - Análise de Risco	44
3.6.1 - Cenário 1 <i>Cobrança pelo uso da água da irrigação</i>	44
3.6.2 - Cenário 2 <i>Variação do valor residual do equipamento de irrigação</i>	46
3.6.3 - Cenário 3 <i>Variação dos preços do kg de feijão recebidos pelo produtor</i>	47
3.6.4 - Cenário 4 <i>Variação da tarifa da energia elétrica</i>	47
3.6.5 - Cenário 5 <i>Variação na produção de grãos</i>	49
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
4.1 - Validação do modelo	50
4.2 - Estimativa do requerimento líquido de irrigação suplementar e do rendimento de grãos da cultura do feijão	52
4.3 - Renda Líquida	60
4.4 - Viabilidade Econômica	64
4.5 - Análise de risco	66
4.5.1 - Cenário 1 <i>Cobrança pelo uso da água da irrigação</i>	66
4.5.2 - Cenário 2 <i>Variação no valor residual do equipamento de irrigação</i>	72
4.5.3 - Cenário 3 <i>Variação dos preços do kg de feijão recebidos pelo produtor</i>	75
4.5.4 - Cenário 4 <i>Variação da tarifa da energia elétrica</i>	78
4.5.5 - Cenário 5 <i>Variação na produção de grãos</i>	82
6 – RECOMENDAÇÕES	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
ANEXO A1 - Observações meteorológicas diárias ocorridas no período 14 de fevereiro a 31 de março, em Passo Fundo, utilizadas na validação do modelo ISAREG.....	100
ANEXO A2 - Observações meteorológicas do período 1985-2004 utilizadas na avaliação do rendimento.....	102
ANEXO A3 - Resultado da simulação através do modelo ISAREG realizadas para a safra do período 1985-2004, Passo fundo, RS.....	108
ANEXO A4 - Resultado da simulação através do modelo ISAREG realizadas para a safrinha do período 1985-2004, Passo fundo, RS.....	113
ANEXO A5 - Taxas Internas de Retorno (<i>TIR</i>) das 1000 séries de 20 anos de fluxo de caixa simulados considerando o custo da água para tarifa de consumo de água de R\$ 0,02.....	118

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1.1 - Rendimento médio da produção de feijão ocorrida no Brasil e no Rio Grande do Sul nos últimos 16 anos, em kg/ha ¹	6
TABELA 3.3.1.1 - Funções analíticas de Genuchten estimadas para o solo	31
TABELA 3.3.2.2.1 - Condições do perfil e características físicas do solo	32
TABELA 3.3.2.3.1 - Parâmetros da gramínea perene ¹	32
TABELA 3.4.1.1 - Parâmetros da cultura do feijão	34
TABELA 3.5.1.1 - Identificação e especificações da Fazenda Itaíba	41
TABELA 3.5.1.2 - Características técnicas de projeto do sistema de irrigação pivô central analisado ¹	41
TABELA 3.5.1.3 - Custo do sistema de irrigação pivô central ¹	41
TABELA 3.5.1.4 - Parâmetros econômicos da análise dos custos praticados na Fazenda Itaíba.....	41
TABELA 3.6.3.1 - Preços mensais (em R\$) do kg de feijão recebido pelo produtor, no RS, de 1995 a 2005 ¹	48
TABELA 4.1.1 - Umidade volumétrica média do solo gramado, em cm ³ cm ⁻³ , medida no tensiômetro e simulado pelo modelo ISAREG, no período de 16 de fevereiro a 31 de março de 2006, Passo Fundo, RS	50
TABELA 4.1.2 - Precisão, exatidão e desempenho calculado para a relação entre os valores da umidade volumétrica do solo gramado, simulados pelo modelo ISAREG e medidos no tensiômetro, no período de 16 de fevereiro a 31 de março de 2006, Passo Fundo, RS	51
TABELA 4.2.1 - Lâminas de irrigação suplementar anual, em mm, (D_w) estimadas pelo modelo ISAREG, para o período 1985-2004, Passo Fundo, RS.....	52
TABELA 4.2.2 - Redução percentual do rendimento e o rendimento relativo percentual, para safra, safrinha e total, período 1985-2004, Passo Fundo, RS	53
TABELA 4.2.3 - Rendimento máximo potencial do feijão obtido em condições hídricas não limitantes e valores dos parâmetros utilizados no cálculo, para a época da safra, na série histórica considerada, Passo Fundo, RS	54
TABELA 4.2.4 - Rendimento máximo potencial do feijão obtido em condições hídricas não limitantes e valores dos parâmetros utilizados no cálculo, para a época da safrinha, na série histórica considerada, Passo Fundo, RS	55
TABELA 4.2.5 - Rendimento estimado para condições reais de disponibilidade hídrica e rendimento atribuído à irrigação, em kg ha ⁻¹ , da safra, safrinha e acumulado anual, do período 1985-2004, Passo Fundo, RS.....	57

TABELA 4.3.1 - Rendimento máximo potencial do feijão, em kg ha^{-1} , e receita bruta ($\text{R\$ ha}^{-1}$) estimado anualmente para o período 1985-2004, Passo Fundo, RS.....	60
TABELA 4.3.2 - Custo por ha estimado para a lavoura do feijão irrigada com pivô central, no período 1985-2004, Passo Fundo, RS	61
TABELA 4.3.3 - Detalhamento dos custos componentes do custo operacional de irrigação estimados para o feijão irrigado por pivô central, período 1985-2004, Passo Fundo, RS.....	62
TABELA 4.3.4 - Receita bruta, custos totais e renda líquida em ($\text{R\$ ha}^{-1}$), estimados para a lavoura de feijão irrigada por pivô central, no período 1985-2004, Passo Fundo, RS	63
TABELA 4.4.1 - Ingressos, custos e fluxos de caixa anuais da irrigação da lavoura de feijão, em $\text{R\$ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, Passo Fundo, RS	65
TABELA 4.4.2 - Valor Presente Líquido, Taxa Interna de Retorno e Benefício-Custo calculados para feijão irrigado, em $\text{R\$ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, para o período 1985-2004, Passo Fundo, RS	65
TABELA 4.5.1.1 - Volume de água de irrigação e custo da água estimados para lavoura de feijão irrigado para o período 1985-2004, Passo Fundo, RS	67
TABELA 4.5.1.2 – Distribuições da frequência e diferença da <i>TIR</i> considerando o custo da água, para os fluxos de caixa de 1985 a 2004, Passo Fundo, RS	68
TABELA 4.5.2.1 - Distribuições da frequência e diferença dos valores da <i>TIR</i> simulados pelo método de Monte Carlo considerando a variação do valor residual do equipamento de irrigação, período 1985 a 2004, Passo Fundo, RS	73
TABELA 4.5.3.1 – Distribuições da frequência e diferença dos valores da <i>TIR</i> simulados por Monte Carlo considerando a variação no preço do feijão recebido pelo produtor nos fluxos de caixa de 1985 a 2004, Passo Fundo, RS.....	76
TABELA 4.5.4.1 - Custo de consumo de energia elétrica anual, e custo da energia elétrica, com desconto (cd) e sem desconto (sd) estimados para lavoura de feijão irrigado para o período 1985-2004, Passo Fundo, RS	78
TABELA 4.5.4.2 - Distribuições da frequência e diferença dos valores da <i>TIR</i> simulados pelo método de Monte Carlo considerando o efeito da variação da tarifa da energia elétrica nos fluxos de caixa de 1985 a 2004, Passo Fundo, RS ...	80
TABELA 4.5.5.1 - Distribuições da frequência e diferença da <i>TIR</i> considerando o efeito da variação na produção de grãos , 1985 a 2004, Passo Fundo, RS	83
TABELA A1.1- Médias diárias da radiação solar global (Rad) em $\text{Mj/m}^2/\text{dia}$, temperatura máxima (T Max) e mínima (T Min) em $^{\circ}\text{C}$, umidade relativa média do ar (UR) em %, velocidade do vento (Vento) medida a 10 m de altura, em m/s e precipitação acumulada (Chuva) em mm, ocorridas de 14 de fevereiro a 31 de março de 2006, Passo Fundo, RS	101
TABELA A2.1- Médias mensais da radiação solar global (Rad) em $\text{Mj/m}^2/\text{dia}$, temperatura máxima (T Max) e mínima (T Min) em $^{\circ}\text{C}$, umidade relativa média do ar	

(UR) em %, velocidade do vento (Vento) medida a 10 m de altura, em m/s e precipitação mensal acumulada (Chuva) em mm, ocorridas de 1985 a 2004, Passo Fundo, RS..... 103

TABELA A5.1 - Fluxo de caixa e TIR simulados, considerando o custo da água 119

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.2.1.1 - Esquema dos componentes do balanço hídrico.....	11
FIGURA 3.4.2.1 - Região ecoclimática do Planalto Médio.....	35
FIGURA 4.2.1 - Média da radiação solar global diária, em $\text{MJm}^{-2} \text{dia}^{-1}$, ocorridas no período 1985-2004, em Passo Fundo, RS ¹	58
FIGURA 4.2.2 - Média das temperaturas máximas diárias, em °C, ocorridas no período 1985-2004, em Passo Fundo, RS ¹	58
FIGURA 4.2.3 - Média das temperaturas mínimas diárias, em °C, ocorridas no período 1985-2004, em Passo Fundo, RS ¹	59
FIGURA 4.2.4 - Média das precipitações diárias, em mm, ocorridas no período 1985-2004, em Passo Fundo, RS ¹	59
FIGURA 4.4.1 - Variação do <i>VPL</i> em função da taxa de desconto (<i>j</i>) e determinação do valor da <i>TIR</i> , onde $VPL = 0$, calculados para lavoura de feijão irrigado, em $\text{R\$ ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$, para o período 1985-2004, Passo Fundo, RS.....	66
FIGURA 4.5.1.1 - Distribuição das frequências absolutas, $n(TIR)$, dos valores da <i>TIR</i> através do método de simulação de Monte Carlo, considerando o custo da água, nos fluxos de caixa do período 1985 a 2004, Passo Fundo, RS.....	69
FIGURA 4.5.1.2 - Distribuição das frequências acumuladas relativas, $F(TIR)$, dos valores da <i>TIR</i> através do método de simulação de Monte Carlo, considerando o custo da água, nos fluxos de caixa de 1985 a 2004, Passo Fundo, RS.....	70
FIGURA 4.5.2.1 - Distribuição das frequências absolutas, $n(TIR)$, dos valores da <i>TIR</i> simulados através do método de Monte Carlo, considerando a variação no valor residual do equipamento de irrigação nos fluxos de caixa, período 1985 a 2004, Passo Fundo, RS.....	74
FIGURA 4.5.2.2 - Distribuição das frequências acumuladas relativas, $F(TIR)$, dos valores da <i>TIR</i> simulados através do método de Monte Carlo, considerando o efeito da variação no valor residual do equipamento de irrigação, nos fluxos de caixa, período 1985 a 2004, Passo Fundo, RS.....	74
FIGURA 4.5.3.1 - Distribuição das frequências absolutas, $n(TIR)$, dos valores da <i>TIR</i> simulados através do método de Monte Carlo, considerando o efeito da variação no preço do feijão recebido pelo produtor nos fluxos de caixa do período 1985 a 2004, Passo Fundo, RS.....	77
FIGURA 4.5.3.2 - Distribuição das frequências acumuladas relativas, $F(TIR)$, dos valores da <i>TIR</i> simulados através do método de Monte Carlo, considerando o efeito da variação no preço do feijão recebido pelo produtor nos fluxos de caixa do período 1985 a 2004, Passo Fundo, RS.....	77

- FIGURA 4.5.4.1 - Distribuição das freqüências absolutas, $n(TIR)$, dos valores da TIR simulados através do método de Monte Carlo, considerando o efeito da variação da tarifa da energia elétrica nos fluxos de caixa do período 1985 a 2004, Passo Fundo, RS 81
- FIGURA 4.5.4.2 - Distribuição das freqüências acumuladas relativas, $F(TIR)$, simuladas por Monte Carlo, considerando o efeito da variação da tarifa da energia elétrica nos fluxos de caixa de 1985 a 2004, Passo Fundo, RS..... 81
- FIGURA 4.5.5.1 - Distribuição das freqüências absolutas, $n(TIR)$, dos valores da TIR simulados através do método de Monte Carlo, considerando o efeito da variação na produção de grãos nos fluxos de caixa do período 1985 a 2004, Passo Fundo, RS..... 84
- FIGURA 4.5.5.2 - Distribuição das freqüências acumuladas relativas, $F(TIR)$, dos valores da TIR simulados através do método de Monte Carlo, considerando o efeito da variação na produção de grãos nos fluxos de caixa do período 1985 a 2004, Passo Fundo, RS 84
- FIGURA A3.1 - Quadro de saída do ISAREG com Evapotranspiração máxima (Etm) e real (Eta), razão ETa/ETm (ratio), decréscimo do rendimento (yield), lâmina diária máxima do ano (Qfc), data (Comp.Day), intervalo (Interval) e lâmina acumulada durante o ciclo (Total) na safra, período 1985-2004, Passo Fundo, RS 109
- FIGURA A3.2 - Gráfico de saída do ISAREG com lâmina acumulada decendial da média dos anos avaliados e anual, resultados da safra de 1985 e 1986, Passo Fundo, RS 109
- FIGURA A3.3 - Gráfico de saída do ISAREG com lâmina acumulada decendial da média dos anos avaliados e anual, resultados da safra de 1987,1988 e 1989, Passo Fundo, RS 110
- FIGURA A3.4 - Gráfico de saída do ISAREG com lâmina acumulada decendial da média dos anos avaliados e anual, resultados da safra de 1990,1991 e 1992, Passo Fundo, RS 110
- FIGURA A3.5 - Gráfico de saída do ISAREG com lâmina acumulada decendial da média dos anos avaliados e anual, resultados da safra de 1993, 1994 e 1995, Passo Fundo, RS 111
- FIGURA A3.6 - Gráfico de saída do ISAREG com lâmina acumulada decendial da média dos anos avaliados e anual, resultados da safra de 1996,1997 e 1998, Passo Fundo, RS 111
- FIGURA A3.7 - Gráfico de saída do ISAREG com lâmina acumulada decendial da média dos anos avaliados e anual, resultados da safra de 1999, 2000 e 2001, Passo Fundo, RS 112
- FIGURA A3.8 - Gráfico de saída do ISAREG com lâmina acumulada decendial da média dos anos avaliados e anual, resultados da safra de 2002, 2003 e 2004, Passo Fundo, RS 112

- FIGURA A4.1 - Quadro de saída do ISAREG com Evapotranspiração máxima (E_m) e real (E_a), razão E_a/E_m (ratio), decréscimo do rendimento (yield), lâmina diária máxima do ano (Q_{fc}), data (Comp.Day), intervalo (Interval) e lâmina acumulada durante o ciclo (Total) na safrinha, período 1985-2004, Passo Fundo, RS 114
- FIGURA A4.2 - Gráfico de saída do ISAREG com lâmina acumulada decendial da média dos anos avaliados e anual, resultados da safrinha de 1985 e 1986, Passo Fundo, RS 114
- FIGURA A4.3 - Gráfico de saída do ISAREG com lâmina acumulada decendial da média dos anos avaliados e anual, resultados da safrinha de 1987,1988 e 1989, Passo Fundo, RS 115
- FIGURA A4.4 - Gráfico de saída do ISAREG com lâmina acumulada decendial da média dos anos avaliados e anual, resultados da safrinha de 1990,1991 e 1992, Passo Fundo, RS 115
- FIGURA A4.5 - Gráfico de saída do ISAREG com lâmina acumulada decendial da média dos anos avaliados e anual, resultados da safrinha de 1993, 1994 e 1995, Passo Fundo, RS 116
- FIGURA A4.6 - Gráfico de saída do ISAREG com lâmina acumulada decendial da média dos anos avaliados e anual, resultados da safrinha de 1996,1997 e 1998, Passo Fundo, RS 116
- FIGURA A4.7 - Gráfico de saída do ISAREG com lâmina acumulada decendial da média dos anos avaliados e anual, resultados da safrinhade 1999, 2000 e 2001, Passo Fundo, RS 117
- FIGURA A4.8 - Gráfico de saída do ISAREG com lâmina acumulada decendial da média dos anos avaliados e anual, resultados da safrinha de 2002, 2003 e 2004, Passo Fundo, RS 117

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Justificativa do tema

A cultura do feijoeiro, destacada no Rio Grande do Sul por sua importância econômica e social, tem apresentado baixa produtividade e grandes oscilações de produção ao longo dos anos. Conforme os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE (2006), a média estadual de rendimento de grãos dos últimos 15 anos foi de 780 Kg por hectare e as produções anuais variaram de 99 a 199 mil toneladas, no período de 1991 a 1995. Estas oscilações são, em grande parte, atribuídas à sua pouca tolerância a déficits hídricos severos, que ocorrem no período de primavera-verão, coincidindo com as épocas de maior exigência hídrica da cultura (Maluf et al., 2004). Guimarães et al. (1996) classificam o feijoeiro como espécie muito sensível ao déficit hídrico, por deficiências ou excessos, em decorrência de limitações anatômicas e fisiológicas, baixa capacidade de recuperação depois de cessado o estresse e pelo pouco desenvolvimento radicular. Déficit hídricos do solo são críticos para a cultura, principalmente, no período entre o início da floração e o enchimento de grãos em função do maior índice de área foliar e da maior atividade fotossintética (Massignam et al., 1998). Estes períodos coincidem com os maiores valores de evapotranspiração e maior consumo de água pela planta. Segundo Faria (1989), nas condições do Paraná, a cultura tem a exigência hídrica satisfeita quando a precipitação pluvial do período da semeadura à maturação fisiológica (90 a 100 dias) situa-se entre 300 a 400 mm uniformemente distribuídos. Trabalhando na determinação do coeficiente de cultivo do feijão, Matzenauer et al. (1999) encontraram, em estudo realizado para as condições edafoclimáticas do Rio Grande do Sul no período 1988-1991 valores de evapotranspiração máxima do feijão acumulada, no subperíodo fenológico, início da floração-enchimento de grãos, com duração média de 17 dias, variando de 67 a 109 mm. Os autores associaram esta variação às oscilações da alta demanda evaporativa da atmosfera ocorrentes no período.

Segundo Berlato (1992), em regiões semitemperadas, como o caso do Rio Grande do Sul, onde a agricultura é dependente da aleatoriedade das chuvas, a prática da irrigação complementar representa a estratégia mais eficiente para a obtenção e manutenção de altos rendimentos na produção agrícola. O uso da irrigação em lavouras de feijão, visando minimizar os efeitos do déficit hídrico, vem ocorrendo em algumas regiões produtoras tradicionais do Estado, como é o caso da Região Ecoclimática do Alto e Médio Vale do Uruguai. Nesta região, são relatados rendimentos entre 2.200 e 2.400 kg por hectare, no caso de lavoura irrigada, e de 1.200 a 1.350 kg por hectare na produção de sequeiro (Antunes, 2005). Por outro lado, a estabilidade de produção alcançada com a irrigação resultou na introdução da cultura em áreas da grande lavoura. Assim, nos últimos anos, o feijão vem sendo utilizado no Rio Grande do Sul, com sucesso, como alternativa de rotação na produção de semente de milho híbrido em sistema de plantio direto irrigado por pivô central (Dilly, 2006).

Esta evolução da lavoura do feijão no Estado ocasionou o aumento de sua participação na pauta agrícola estadual em 19,17 % quando comparadas às médias anuais de produção das décadas 1981-90 e 1991-99 (Fürstenau, 2000). De acordo com a análise do comportamento da agricultura gaúcha na década de 90 realizada pelo autor, a mudança do sistema produtivo tradicional por lavouras de caráter empresarial, caracterizadas pelo uso intensivo de insumos, inclusive com práticas conservacionistas do solo, irrigação e colheita mecanizada, vem resultando em ganhos de produtividade. Este estrato mais moderno da atividade está, principalmente, localizado no Planalto Médio em áreas de clima e solo mais favoráveis ao desenvolvimento da cultura e responde por 30 % da produção total de grãos de feijão do Rio Grande do Sul (IBGE, 2006). A Região Ecoclimática do Planalto Médio concentra a maior área de lavoura irrigada por aspersão do Estado, sendo pivô central o principal sistema utilizado (Carlesso, 2005). De modo geral, estas propriedades rurais correspondem a produtores policultores que têm no feijão parcela importante da sua renda anual.

Conforme a agenda de pesquisa sobre a sustentabilidade da agricultura irrigada (Pereira et al., 1996), o desenvolvimento da irrigação introduz importantes mudanças no ambiente e na economia de uma região. De acordo com Kirpich et al. (1999), o crescimento da agricultura irrigada nos países em desenvolvimento requer uma investigação holística dos planejadores públicos considerando, além dos fatores hidrológicos e ambientais, as questões não técnicas críticas, como a estrutura socioeconômica dos produtores envolvidos e a análise econômica dos projetos. Para Jongebreur (2000), a crescente preocupação da sociedade com as questões ambientais conduz a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico para atividades que resultem em maior sustentabilidade. Neste sentido, os melhores resultados para o agronegócio e para a sociedade podem ser obtidos através da integração das atividades agrônômicas, econômicas e ecológicas. Assim, o impacto da irrigação sobre o uso do recurso hídrico e sobre os ecossistemas associados precisa ser adequadamente avaliado, estudando as possíveis causas-efeitos nos ambientes social e econômico, através de critérios adequados da disponibilidade de terra e água, levantamento dos sistemas produtivos locais, requerimento de capital, investimento e estrutura necessários, bem como a projeção dos custos-benefícios.

A viabilidade dos empreendimentos de irrigação pode ser adequadamente avaliada através da análise econômica do projeto. Conforme Gittinger (1978), a análise econômica tem por objetivo determinar o retorno econômico de um projeto para o grupo social cujo ponto de vista é adotado. Este ponto de vista pode ser o privado ou da sociedade como um todo. Esta análise verifica se os custos do projeto são superados por seus benefícios, configurando a viabilidade econômica, como também considera se correspondem à forma mais eficiente de investimento, retratando a sua eficiência econômica. Segundo Lanna (2000), a análise econômica tem o propósito de determinar como um projeto contribuirá para as metas econômicas de planejamento do grupo social sob cujo ponto de vista se faz a análise e justificar economicamente o projeto, verificando se os bens líquidos serão positivos. Além disso, permite a hierarquização dos projetos alternativos não excludentes, possibilitando a

seleção daqueles que mais contribuições econômicas trarão e, desta forma, aumentando a produtividade dos investimentos realizados.

Por outro lado, a eficácia da decisão de aceitar ou rejeitar um projeto depende das informações a que tem acesso o decisor e da capacidade de avaliar as incertezas, considerando que os rendimentos futuros são incertos.

Assim, a hipótese lançada neste trabalho é que o déficit hídrico anual afeta o rendimento de grãos de feijão e a prática da irrigação suplementar com pivô central é viável economicamente, sob várias situações econômicas.

1.2 - Objetivo

O objetivo central consiste na avaliação da produção de feijão mediante a suplementação de água através da irrigação. Mais especificamente, procura-se:

- a) quantificar a demanda de irrigação suplementar e o rendimento relativo de grãos ocorridos nas safras e safrinhas do feijoeiro entre os anos 1985 e 2004, na região ecoclimática do Planalto Médio do Rio Grande do Sul e
- b) avaliar economicamente o sistema de irrigação por pivô central e analisar a viabilidade da cultura do feijão irrigada sob várias condições econômicas numa propriedade situada na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - O feijão

2.1.1 - Considerações gerais

A importância do feijão para o Brasil, antes mesmo do caráter econômico, decorre de seu alto significado social. É uma das principais fontes proteicas da dieta alimentar do brasileiro, constituindo-se como alimento indispensável para os estratos sociais mais baixos. De acordo com a pesquisa de orçamentos familiares (IBGE, 2006), o consumo *per capita* anual de feijão em 2002-2003 foi de 12,40 kg. Os resultados obtidos por Mattos & Martins (2000) demonstram o feijão representando 91,2 % e 83,0 % dos alimentos consumidos no almoço e no jantar, respectivamente, confirmando ser item básico do padrão alimentar brasileiro. Segundo Ferreira & Yokoyama (1999), o consumo médio *per capita*/feijão/mês é cerca de 34 % maior nas classes de renda mais baixa, comparado com as classes de renda acima de 10 salários mínimos. Este consumo representa uma das fontes mais baratas de proteína na dieta alimentar. Assim, a melhoria ou, no mínimo, a manutenção do padrão alimentar da população brasileira de baixa renda passa pela garantia de abastecimento interno do mercado de feijão.

No entanto, o valor econômico da cultura também é significativo, uma vez que o Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (IBGE, 2006) coloca o valor da produção do feijão oscilando entre o 6º e o 10º lugar no *ranking* do agronegócio brasileiro. Na média dos últimos cinco anos, ocupou o décimo lugar em produção e o quarto lugar em área colhida, o que corresponde a uma movimentação anual de quatro bilhões de reais. O Rio Grande do Sul é o nono produtor nacional de feijão e apresenta uma divisão equitativa entre a produção de feijão das classes de cor e preto. O Estado tem uma produção ajustada ao seu consumo, embora, recentemente, venha ocorrendo uma expansão importante de feijão de cor, destinada em grande parte ao mercado nacional.

No Rio Grande do Sul, o feijão é cultivado em duas épocas, a safra, com semeaduras de agosto a novembro, e a safrinha, de janeiro a fevereiro, praticamente, em todas as regiões do Rio Grande do Sul. Na avaliação do tamanho da propriedade (IBGE, 2006), em 1996, aproximadamente 80 % da área cultivada encontra-se em propriedades menores que 10 ha. Porém, Fürstenau (2000) relata adoção da cultura em propriedades de médio porte e lavouras maiores de 100 ha.

Os rendimentos estaduais médios obtidos com o feijão estão bem maiores que os reportados anteriormente onde a média dos resultados dos anos 90 elevou-se de 717 para 865 kg por hectare, nos anos 2000. Os aumentos de rendimento observados são devidos à gradual adoção da cultura nas propriedades com médio ou alto nível tecnológico, onde a irrigação, fertilização e práticas conservacionistas, como o plantio direto, são parte importante do sistema produtivo. No entanto, a análise dos rendimentos médios, obtidos com o feijoeiro nos últimos 16 anos, ainda evidencia uma grande variabilidade no rendimento de grãos da cultura no Estado (Tabela 2.1.1).

TABELA 2.1.1 - Rendimento médio da produção de feijão ocorrida no Brasil e no Rio Grande do Sul nos últimos 16 anos, em kg ha⁻¹⁽¹⁾

Unidade	ano							
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Brasil	477	505	543	638	615	588	570	645
Rio Grande do Sul	656	456	848	767	851	856	526	748
	ano							
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Brasil	661	681	705	711	740	807	745	806
Rio Grande do Sul	658	803	802	949	886	884	979	690

¹ Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal

Segundo Berlato (1992), o fator de maior peso desta oscilação é a variabilidade interanual da disponibilidade hídrica do solo, determinada pela instabilidade do regime pluviométrico. Conforme Ávila et al. (1996), a probabilidade de a precipitação pluvial mensal superar a evaporação potencial nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro é menor do que 60 % nas principais regiões produtoras do Estado, determinando alta frequência de déficits hídricos e ocasionando queda de rendimento das culturas de primavera-verão.

2.1.2 - A disponibilidade hídrica e a irrigação do feijoeiro

Analisando a disponibilidade hídrica para o feijoeiro na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul no período 1988-1991, Matzenauer et al. (2002) verificaram que as deficiências hídricas no ciclo completo da cultura variaram de 38 a 97 mm, na média do período estudado, dependendo do local, da época de semeadura e do nível de capacidade de armazenamento de água disponível adotado. No entanto, os autores verificaram que, em períodos quentes e secos, como no ano agrícola 1985/86, em condições de elevada demanda evaporativa da atmosfera, as deficiências hídricas no ciclo completo do feijoeiro ultrapassaram 300 mm em algumas localidades do Planalto Médio. De acordo com os autores, são freqüentes déficits hídricos durante o ciclo do feijoeiro, sendo que os riscos de deficiência aumentam à medida que se atrasa a época de semeadura até o início de novembro, caracterizando-se, portanto, a época de setembro como a de menor risco à produção de feijão.

O uso eficiente da água pelas culturas depende prioritariamente das condições físicas do solo, das condições atmosféricas, do estado nutricional das plantas, de fatores fisiológicos, da natureza genética e do seu estágio de desenvolvimento. As plantas exigem quantidades relativamente elevadas de água para a produção de matéria seca. O feijão requer cerca de 1.750 kg de água para a produção de 1 kg de matéria seca e grãos (Doorenbos & Kassan, 1980).

Devido ao curto período de seu ciclo, pequenos períodos de seca podem afetar severamente o crescimento do feijoeiro. De acordo com esse ciclo, a cultura requer de 300 a 500 mm de água, dependendo do clima. Quando estas necessidades não são satisfeitas, o rendimento se reduz a um valor dependente da fase fenológica em que o déficit hídrico acontece. Conforme Calvache & Reichardt (1996), quando a seca ocorre na fase vegetativa, o efeito sobre o crescimento é mínimo, enquanto que na fase pré-floração-enchimento de vagens, a planta é muito sensível à falta de água no solo. Millar & Gardner (1972) encontraram uma redução de 47 % na produção de matéria seca do feijoeiro quando o potencial de água no solo passou de -28 para -40 KPa, indicando, além disso, que o

fechamento dos estômatos devido ao déficit hídrico reduz a taxa de crescimento mais que a transpiração. Stansell & Smittle (1980) encontraram uma redução da produção de 48 % quando as plantas foram submetidas a tensões de -75 KPa de déficit de água durante os estádios de pré-floração, floração e formação das vagens. Acosta-Gallegos & Shibata (1989) encontraram uma redução dos componentes da produção, número de legumes por planta, número de grãos por legume e peso de 1.000 grãos, quando o feijão foi submetido a déficit hídrico, sendo que o número de legumes por planta foi o componente mais afetado. A redução da produção foi maior (42 a 50 %) quando o déficit foi aplicado na fase reprodutiva comparada à vegetativa, tendo isso sido atribuído a decréscimos da área foliar e do número de legumes por planta.

Magalhães & Millar (1978) estudando o efeito do déficit hídrico no período reprodutivo sobre a produção de feijão nas condições de Petrolina-PE, em experimento realizado à campo em 1977, testaram diferentes períodos de déficits contínuos a partir de uma semana antes da floração. Encontraram decréscimos de 20 % no rendimento para períodos e 14 dias sem água. Para períodos maiores de 17 dias sem água, as reduções de rendimento encontradas pelos autores variaram entre 30 e 52 %. Hostalácio & Valio (1984), em experimento realizado em 1981, em casa de vegetação no Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, estudaram o desenvolvimento do feijoeiro em diferentes regimes de irrigação. Os autores concluíram que, para garantir produções de pelo menos 80 % da produção potencial não pode faltar água para a cultura na fase pré-floração/floração plena. Stone et al. (1988), trabalhando em cultivo protegido do feijão, em experimento realizado entre 1983 e 1985, testaram diferentes níveis de irrigação associadas a tensões matriciais do solo variando de 125 a 750 mb medidas a 15 e 30cm de profundidade. Os resultados encontrados demonstraram uma redução de 20 % da produtividade com irrigação realizada à tensão de 250 mb. De acordo com os autores, as reduções aumentaram com o incremento da tensão até a tensão de 500 mb, a partir da qual as produções obtidas não se alteraram. Silveira et al. (1984) encontraram as maiores produções com a lâmina de água de 6 mm/dia (411

mm/ciclo) e a menor com 2 mm/dia (173 mm/ciclo). Doorenbos & Kassam (1980), analisando vários experimentos realizados no mundo, em feijoeiro, notaram que um déficit hídrico de 50 % na etapa vegetativa provoca uma redução de rendimento de apenas 10 %. O mesmo déficit na floração reduz a produção em 55 % e durante o enchimento das vagens, em 38 %. No entanto, o déficit durante a maturação reduz o rendimento em apenas 10 %.

Para estudar a influência da seca na eficiência da utilização da água, Doorenbos & Kassam (1980) sugerem o uso do fator de resposta do rendimento expresso pela relação entre a razão da produção real pela produção máxima com a razão da evapotranspiração real com a evapotranspiração máxima. Quando a evapotranspiração real é obtida em condições de solo sem déficit de água, ou 100 % de disponibilidade de água, pode-se dizer que é igual à evapotranspiração máxima, e produção real é considerado igual à produção máxima.

Os resultados obtidos por Santos & André (1992), que analisaram o consumo de água da cultura do feijoeiro em experimento conduzido de janeiro a abril de 1984, na ESALQ/USP, em solo classificado como Terra Roxa Estruturada, mostraram que o balanço hídrico associado à análise de crescimento foi eficiente para quantificar o uso da água nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura. Calvache et al. (1998), analisando o efeito da época do déficit hídrico no feijão entre julho e novembro de 1994, num estudo conduzido no Equador, em solo classificado como Typic Haplustoll, concluíram que o balanço hídrico permite calcular a evapotranspiração real em diferentes regimes de irrigação da cultura com boa precisão. Andrade et al. (2002), determinando o consumo relativo da água, e Meireles et al. (2003), avaliando o risco de queda da produtividade em feijão, fizeram suas avaliações através de modelos baseados no cálculo do balanço hídrico, ambas as análises realizadas nas condições da Embrapa Arroz e Feijão, em Goiás, em Latossolo Vermelho perférrico.

2.2 - Modelos de simulação de balanço hídrico

2.2.1 - Balanço hídrico

Os processos dinâmicos a que a água do solo está submetida determinam que a magnitude das resistências do movimento da água no sistema solo-planta-atmosfera varie em função do tipo de solo, da demanda evaporativa da atmosfera e das características vegetais, o que torna estes fatores essenciais ao estudo da irrigação e da produtividade das culturas (Brunini, 1987).

O conhecimento de como as plantas utilizam a água do solo e de como respondem aos níveis de armazenagem é obtido a partir do balanço hídrico, na medida em que o consumo de água pelas plantas é um parâmetro importante para a determinação do rendimento e da necessidade hídrica de uma cultura. Assim, o balanço hídrico do solo é uma das formas de determinar este consumo. Segundo Ometto (1981), o balanço hídrico é o cômputo de toda água envolvida no sistema solo-planta-atmosfera. Conforme Reichardt (1996), o balanço hídrico completo no campo, apesar das inúmeras dificuldades e erros técnicos experimentais envolvidos na sua determinação, constitui uma importante forma de subsidiar o manejo da cultura, permitindo medir "in situ" os vários processos que envolvem a dinâmica da água no sistema solo-planta-atmosfera.

O movimento cíclico do balanço hídrico começa com a infiltração da água no solo, continua com seu armazenamento na região do sistema radicular e termina com sua remoção do solo por meio da drenagem, da evaporação e da absorção pelas raízes. Conforme Pereira et al. (1997), o balanço contábil das entradas e saídas de água que ocorrem num volume de solo caracteriza a variação do armazenamento num determinado intervalo de tempo onde o solo representa o reservatório de água. De acordo com os autores, numa situação ideal, as possibilidades de entradas no sistema são: a chuva, o orvalho, o escoamento subterrâneo a ascensão capilar) e a irrigação. As possíveis saídas de água são representadas pela evapotranspiração, escoamento superficial e a percolação ou drenagem profunda. O

armazenamento de água poderá atuar como entrada ou saída de água no balanço. O esquema do balanço hídrico está representado na Figura 2.2.1.1.

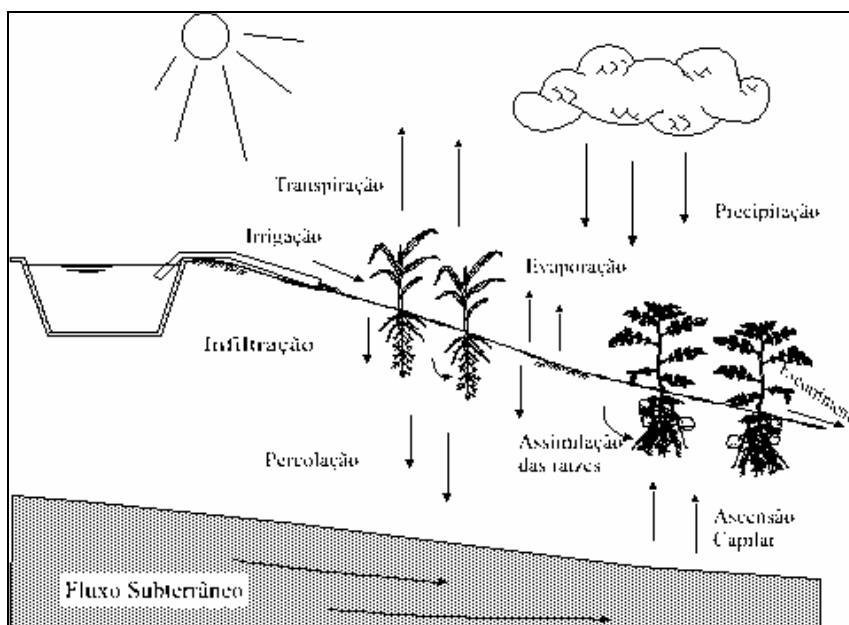


FIGURA 2.2.1.1 – Esquema dos componentes do balanço hídrico

No entanto, para Ometto (1981), os componentes mais importantes, cujos volumes afetam a disponibilidade de água pela planta, são: a chuva, a irrigação, a evapotranspiração, o escoamento e a variação do armazenamento de água no volume de solo considerado.

Várias metodologias têm sido desenvolvidas para quantificar o balanço hídrico visando o planejamento e o gerenciamento das culturas na agricultura irrigada. Estas metodologias podem ser classificadas, conforme Souza (2001), em modelos pedológicos, baseados na determinação dos teores de água no solo; modelos físicos, que analisam a relação do teor de umidade com a tensão da água no solo; modelos fisiológicos, que relacionam a deficiência hídrica do solo com as reações das plantas; modelos irrigacionistas, que utilizam valores de evapotranspiração determinados por algum método de estimativa, como Penman-Monteith, Thornthwaite, tanque “Classe A” ou outros, e modelos climatológicos, baseados no balanço entre a precipitação e a evapotranspiração da cultura.

Atualmente, a ênfase dos balanços hídricos tem sido dada à disponibilidade de água no solo relacionada com os elementos climáticos e com o desenvolvimento vegetal. Sousa

(2001) relata que o balanço hídrico climatológico mais citado na literatura é o modelo desenvolvido por Thornthwaite & Mather (1955). O método fornece como resultado os valores das deficiências e dos excessos hídricos de uma determinada área, em mm de água, e tem se mostrado eficiente para definir e programar demandas de irrigação.

2.2.2 - Modelos de simulação

Considerando os custos e o tempo necessários em procedimentos experimentais, previsões de balanço hídrico vêm sendo satisfatoriamente realizadas através de modelos de simulação (Louzada, 2004). Para Pereira et al. (1995), simular significa imitar, reproduzir resultados, aparentar semelhanças, fazer analogias e é prática comum a várias áreas do conhecimento. Na agricultura, a simulação tem sido uma importante ferramenta para a previsão de resultados do manejo de sistemas sob determinadas condições ambientais. À medida que os recursos hídricos estão cada vez mais escassos, as informações sobre os componentes do balanço hídrico de solos sob cultivo são consideradas cruciais para o planejamento da irrigação (Ji et al., 2007). A quantificação da variação das necessidades hídricas durante a estação de crescimento é de suprema importância para o manejo da irrigação. A partir do entendimento das relações entre o sistema radicular, a camada de absorção e a hidrologia do solo, o modelo do balanço hídrico pode proporcionar um melhor conhecimento conceitual dos problemas e atuar como uma ferramenta interpretativa para tomada de decisão no manejo da agricultura irrigada (Pereira et al., 2002; Dam & Feddes, 2000).

Várias estratégias para culturas irrigadas têm sido desenvolvidas através de modelos que simulam o balanço hídrico, visando aperfeiçoar o uso da água pelas culturas, evitar perdas de água pela irrigação e melhorar o desempenho dos sistemas de irrigação (Pereira et al., 2003). Modelos de simulação do balanço hídrico são considerados ferramentas importantes para garantir o melhor uso da água na medida em que todos os elementos do balanço possam ser avaliados, bem como avaliações de longo período possam ser facilmente desenvolvidas

(Droogers et al., 2000). Ji et al. (2007) consideram que modelos de simulação desempenham um importante papel no cálculo do balanço hídrico, na medida em que os processos físicos envolvidos são conhecidos, podendo ser usados para prever o impacto da irrigação sobre os recursos hídricos disponíveis bem como auxiliar na avaliação de sua viabilidade. Estes modelos podem incluir, além de relações ajustadas de água-rendimento, submodelos de crescimento e rendimento, que avaliam o impacto dos déficits hídricos sobre as culturas.

Segundo Pereira et al. (1995), os modelos podem ser, essencialmente, de dois tipos: modelos de simulação do fluxo de água quando o balanço hídrico é computado através dos fluxos de entrada e saída e da retenção da água do solo na zona radicular e modelos de simulação volumétrica de balanço de água do solo, quando o balanço hídrico é obtido pela simulação dos volumes de água que entram e saem do reservatório do solo num pré-determinado intervalo de tempo. Conforme relatam Pereira et al. (1995), os modelos de simulação do fluxo de água do solo são usados quando os fluxos são bem conhecidos ou quando as quantidades de solutos transportados devem ser determinadas. Em geral, estes modelos têm sua base teórica na equação de Richards e requerem uma completa definição das propriedades hidráulicas do solo, descritas, usualmente, pelas equações de Genuchten (Genuchten, 1980), bem como requerem detalhadas características do dossel da cultura e outros parâmetros que influenciam a extração de água pelas raízes. Segundo os autores, estes modelos de fluxo estão associados à simulação de processos e à parametrização de índices de crescimento e de rendimento da cultura bastante complexos, necessitando da cuidadosa calibração dos vários parâmetros e da adoção do que denominam 'auto-calibração' de muitos outros parâmetros difíceis de serem obtidos a campo. O modelo SWAP (Dam et al., 1997) é um exemplo amplamente aplicado e bem documentado deste tipo de simulação (Louzada, 2004; Droogers et al., 2000).

Por outro lado, Pereira et al. (1995) consideram que os modelos volumétricos de balanço hídrico são facilmente parametrizados e requerem apenas a caracterização hidráulica essencial do solo e dados básicos da cultura, além de adotar funções simplificadas da relação

água-rendimento para avaliar os efeitos dos déficits hídricos nas reduções do rendimento. Entretanto, os autores reconhecem que estes modelos também necessitam de validação de seus pressupostos antes de sua utilização. O modelo ISAREG desenvolvido por Teixeira & Pereira (1992) avalia o efeito do déficit hídrico e as estratégias de irrigação através dos diferentes termos da equação do balanço hídrico, evapotranspiração real, drenagem e armazenamento de água do solo e do rendimento da cultura analisada. Conforme Paz et al. (1996), no ISAREG, e em modelos do mesmo tipo, o balanço hídrico é baseado no método proposto por Doorenbos & Pruitt (1980) e Doorenbos & Kassan (1980), requerendo dados climáticos, edáficos e agronômicos. Nestes modelos, a equação do balanço hídrico considera um prisma quadrado como unidade horizontal de área, cuja altura é ajustada ao crescimento radicular. Assim, o volume do solo que irá expressar a água disponível, poderá permanecer constante, como no caso de pastagem estabelecida, ou variar, quando modelando uma cultura anual. Além disso, a simulação do perfil do solo é desenvolvida em multicamadas, permitindo uma representação razoavelmente precisa dos compartimentos do solo do sistema.

O modelo ISAREG é recomendado devido à sua simplicidade e suficiente acurácia na simulação e avaliação de projetos de irrigação. Tem sido satisfatoriamente aplicado em várias regiões (Paz et al., 1996, na Espanha; Teixeira et al., 1996 em Portugal; Liu et al., 1998 na China; Fernando et al., 1998 no Egito). Vem sendo utilizado para gerar e avaliar projetos de irrigação com déficits hídricos controlados em horticultura e cultivos de cereais na região do Mediterrâneo (Rodrigues et al., 2003; Zairi et al., 2003; Oweis et al., 2003), em pomares de citrus na Sicília (Alba et al., 2003), na Jordânia (Shatanawi et al., 2003) e em terras altas na China (Fabiao et al., 2003). Mais recentemente, o modelo foi operacionalizado para integrar-se ao Sistema de Informação Geográfica – GIS (Fortes et al., 2005), tendo sido, também, acoplado a modelo de planejamento de recursos hídricos (PROPAGAR), visando analisar a demanda por água da agricultura irrigada comparada às disponibilidades da bacia hidrográfica (Victoria et al., 2005).

2.3 - Avaliação econômica de projeto de irrigação

Os projetos de irrigação necessitam ser cuidadosamente avaliados economicamente na medida em que exigem investimentos significativos e intensiva utilização de insumos, que devem ser remunerados pelo incremento de rendimento proporcionado pela irrigação (Marques, 2005). Além disso, a água, seu principal insumo, é um bem quase sempre escasso e pode representar um fator limitante nos sistemas agrícolas (Frizzone, 2005).

2.3.1 - Componentes da avaliação econômica

Um projeto pode ser definido como um conjunto de informações internas e/ou externas coletadas e processadas com o objetivo de analisar uma decisão de investimento. Igualmente, pode ser entendido como um modelo que, através de informações qualitativas e quantitativas, simula a decisão de investir e suas implicações. A avaliação de projetos tem, também, a função de auxiliar o planejador na seleção de projetos viáveis e permitir a tomada de decisão racional entre as alternativas exequíveis.

Um projeto de irrigação pode ser avaliado do ponto de vista público ou privado (Lanna, 2000), através de três enfoques, o econômico, o financeiro e o social. A análise econômica tem o objetivo de avaliar o aumento de bens e serviços resultantes do projeto adotando valores ou preços econômicos. Por outro lado, a análise financeira, realizada com objetivos estritamente comerciais, determina se e como o capital investido no projeto retorna ao investidor. No enfoque social, os princípios da equidade e da eficiência do projeto são avaliados, visando quantificar sua contribuição para a sociedade ou o seu valor social.

Assim, a análise econômica de um projeto sob o ponto de vista privado compara os benefícios e os custos em termos monetários numa base de tempo comum e é desenvolvida por etapas definidas: a definição do problema, que deve ser entendido e explicitado, bem como suas condições de contorno; a identificação dos custos e benefícios, através dos efeitos transacionáveis em mercado do projeto; a quantificação dos custos e benefícios, obtidos diretamente no mercado onde os insumos e produtos do projeto são transacionados e a

comparação de projetos alternativos, aplicando critérios de seleção da alternativa de maior mérito econômico (Frizzone, 2005).

Conforme citado por Souza (2001), custos de produção são a compensação que os donos dos fatores de produção utilizados para produzir determinado bem devem receber para poderem continuar fornecendo estes fatores. Segundo Frizzone (2005), os custos podem ser classificados como fixos e variáveis. Os custos fixos não variam com a quantidade produzida e, nos projetos de irrigação, incluem impostos e taxas, contribuições, depreciações e juros sobre o capital investido, etc. e correspondem aos custos de investimento ou de capital. Os custos variáveis se alteram de acordo com o nível de produção da empresa e, no projeto de irrigação, correspondem aos dispêndios com a operação do sistema de irrigação, com manutenção e reparos do equipamento, com a infra-estrutura utilizada na operação, com mão-de-obra e com água. Incluem, normalmente, gastos com energia, salários de pessoal da operação, mão-de-obra e material para manutenção e reparos. Estes custos operacionais são função do volume de água requerido que depende da necessidade de água da cultura, da condição climática e da eficiência da irrigação. A cobrança pelo uso da água na agricultura ainda não se encontra devidamente regulamentada no Brasil, mas, de acordo com Marques, (2005) e Frizzone (2005), o Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (Agência Nacional das Águas – ANA, 2000) tem como uma de suas atribuições estabelecer os critérios da cobrança da água, a serem adotados pelos Comitês de Bacias Hidrográficas dos Estados. No estado do Rio Grande do Sul, a cobrança pelo uso da água não foi implementada pois as Agências de Bacia, órgão com função de secretaria executiva dos Comitês de Bacias Hidrográficas, ainda não foram criadas devido à falta de definições das estruturas técnica, jurídica e operacional. Assim, estabelecidas as Agências de Bacia, a despesa com água passará a ser um item dos custos variáveis.

Por sua vez, na análise econômica, os benefícios representam o valor bruto da produção. Em projetos de irrigação, correspondem ao acréscimo do lucro líquido anual em função da maior produtividade da cultura obtida sem restrição hídrica. O acréscimo de

produção devido à irrigação multiplicado pelo preço pago ao produtor resulta no benefício bruto da irrigação (Frizzone, 2005).

Como os custos e os benefícios de um projeto de irrigação ocorrem em diferentes períodos do desenvolvimento de um projeto de irrigação, as receitas e as despesas anuais são avaliadas ano a ano, para a série de anos da vida útil do projeto. Por outro lado, o valor da sucata ou residual do equipamento de irrigação, que representa um valor de mercado, deve ser computado como benefício no final da vida econômica.

2.3.2 - Critérios de análise econômica

De acordo com Francisco (1991), os principais fatores de decisão econômica que influem na adoção de um investimento são as receitas, as despesas, o investimento inicial, o valor residual e a taxa mínima de atratividade. Estes fatores podem ser avaliados em critérios que não consideram ou que consideram a variação que o capital sofre com o tempo. No segundo caso, os benefícios e custos futuros esperados são apresentados em fluxo de recursos, projetados em modelo matemático. A qualidade dos resultados é consequência da precisão das estimativas. O objetivo do fluxo é a reprodução da troca de valores no tempo determinado. O tempo global de cálculo é definido pela vida econômica do empreendimento, quando ocorrem os benefícios e custos, mais o tempo de construção e dos estudos (Marchetti, 1995).

Conforme Frizzone (2005), os critérios baseados no valor do dinheiro e no fluxo de caixa no tempo são mais coerentes entre si, se utilizados adequadamente. Para Marchetti (1995), as mais importantes medidas de mérito do investimento ou critérios de análise aplicáveis em análise financeira e econômica são o valor presente líquido (*VPL*), a taxa interna de retorno (*TIR*) e a razão benefício/custo (*B/C*). O emprego destas medidas exige a determinação da taxa de aceitação do investimento. Esta taxa de aceitação representa o elo entre a medida de valor e a decisão, por considerar o valor da moeda no tempo e refletir o custo de oportunidade dos recursos destinados ao investimento ou o custo alternativo do capital.

A taxa mínima de atratividade (*TMA*), também chamada de custo de oportunidade ou taxa de desconto, é uma taxa de juros utilizada em avaliações que consideram a variação do capital no tempo, estabelecida a partir do valor máximo arbitrado pelo investidor para remunerar o custo do capital. A *TMA*, conforme Westphal & Lamberts (1999), corresponde à taxa paga pelo mercado financeiro em investimentos correntes como poupança, fundos de investimentos, etc, mais um percentual devido ao risco. Por definição, o investidor optará pelo investimento somente se o valor produzido for maior que o custo da remuneração do capital.

O *VPL* é definido como a diferença entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos. Os fluxos de caixa esperados durante a vida útil do projeto são descontados para o tempo zero a uma taxa de juros que representa o mínimo retorno para o capital (*TMA*). Segundo Frizzone (2005), na avaliação de um projeto independente, o critério de decisão consiste em aceitá-lo se $VPL \geq 0$, ou seja, seu valor na data zero calculado com o custo do capital para a empresa é maior do que seu preço. Na comparação entre várias alternativas expressadas no mesmo prazo, o melhor projeto é aquele que apresenta maior *VPL*. Marchetti (1995) considera o *VPL* a medida de mérito que oferece maior segurança na decisão, por supor que os fluxos de caixa possam ser reinvestidos à taxa de desconto adotada e por considerar o investimento inicial e seu custo de oportunidade. Estes atributos permitem comparar alternativas de investimentos e estabelecer ordem de preferência e métrica. Estas características fazem do *VPL* a medida de mérito mais aceitável para decisão em investimentos (Marchetti, 1995).

A *TIR* de um projeto, descrita em Frizzone (2005), é a taxa de juros que torna nulo o valor presente líquido, ou seja, é a taxa com a qual a soma dos benefícios se iguala à soma dos custos ou que o valor presente das receitas se torna igual ao valor presente das despesas. Assim, a *TIR* é a taxa que torna o valor dos lucros futuros equivalente ao valor dos gastos realizados com o projeto. Caracteriza desta forma, a taxa de remuneração do capital investido, podendo ser referida como índice de lucratividade.

A *TIR* representa a maior taxa de juros para a qual o projeto apresenta valor presente não negativo. Portanto, para taxas de juros superiores a *TIR*, as receitas futuras sempre compensarão o capital investido. Conseqüentemente, por definição, um projeto será tanto mais desejável quanto maior for a sua *TIR*, pois maior a taxa de juros aceitável para remunerar o capital inicial. No caso da avaliação de um projeto, a aceitação ocorrerá se a *TIR* calculada for superior à *TMA* arbitrada. Segundo Marchetti (1995), a *TIR*, por ser expressa em percentagem, é de mais fácil visualização e interpretação. No entanto, tem o inconveniente de não considerar o tamanho ou volume do investimento, como é o caso do *VPL*.

No critério da razão *B/C*, Frizzone (2005) relata a adoção de um quociente entre a soma dos benefícios e dos custos descontados pela taxa de juro adotada, visando verificar se os benefícios são maiores que os custos. Apesar de poder ser aplicado em análise econômica pequena ou grande, privada ou governamental, Frizzone (2005) a considera mais útil em análise de obras públicas, na qual a duração é geralmente grande e o conceito de benefícios mais amplo que na iniciativa privada. Uma das formas disponíveis de representação é através da razão do valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos. Outra forma bem utilizada é obtida diretamente dos cálculos do *VPL*. Neste caso, o critério para aprovação de um projeto isolado é ter um índice $B/C > 1$, o que implica em $VPL > 0$. Um valor de $B/C < 1$ desclassifica qualquer alternativa. Na análise de várias alternativas, a melhor é a que apresenta maior *B/C*. Por outro lado, se $B/C = 1$, os custos se igualam aos benefícios, significando que os custos rendem tão somente a taxa de juros considerada. Segundo Marchetti (2005) um empreendimento com *VPL* positivo, calculado com o mesmo coeficiente da taxa de desconto do *B/C*, terá, necessariamente, o quociente *B/C* maior que a unidade, resultando que ambas as medidas fornecerão os mesmos indicativos de aceitação.

2.4 - Análise de risco

A abordagem determinística, tradicional da análise econômica, assume que um único valor para as variáveis do modelo é conhecido com certeza. Conseqüentemente, as medidas de

mérito por ela quantificadas não levam em conta a variabilidade em seu entorno, por desconsiderarem as incertezas nas estimativas dos benefícios e custos futuros do investimento. A solução para os problemas da incerteza em investimento exige metodologias que levem em conta as incertezas e a conduta do decisor, preenchendo as lacunas deixadas pela análise determinística. Para Marchetti (1995), a abordagem probabilística constitui uma alternativa para a solução do problema, na medida em que o julgamento toma a forma de uma distribuição de probabilidade das medidas de mérito do investimento. Esta distribuição sintetizará o risco de todo o empreendimento.

2.4.1 - Risco: conceito e medidas

Frizzone (2005) define risco como uma estimativa do grau de incerteza em relação aos resultados futuros desejados. Marchetti (1995) distingue risco de incerteza pela possibilidade da primeira designar situações em que a distribuição de resultados num grupo de casos é conhecida. No caso da incerteza, a situação se apresenta singular, sendo impossível formar um grupo de casos. Assim, nas decisões tomadas sob risco, o analista pode modelar o problema em termos de variáveis com valores e probabilidades de ocorrência conhecidos. Por outro lado, nas decisões sob incerteza, os estados futuros das variáveis e/ou suas probabilidades não são conhecidos. Por conseqüência, segundo o autor, o risco tem um caráter mensurável e suas probabilidades podem ser medidas, enquanto que a incerteza não é passível de ser expressa numericamente.

O risco pode ser medido estatisticamente de várias maneiras. Uma medida é a partir da variação da distribuição da probabilidade dos futuros do investimento em avaliação. Quanto menor a dispersão da distribuição da probabilidade, menor o risco. A variância e o desvio padrão da distribuição de uma medida de valor do investimento medem a dispersão da distribuição, enquanto que a média ou o valor esperado quantifica o risco associado. Assim, a área da distribuição de probabilidade à esquerda do valor esperado representará a chance de perda, ou seja, o risco.

O coeficiente de variação é outra medida do risco, onde os menores valores de coeficiente de variação corresponderão aos menores riscos. Porém, para Marchetti (1995), o mais importante na medida do risco é a definição da perda possível, ou seja, a probabilidade da medida do mérito situar-se abaixo do valor mínimo aceitável.

2.4.2 - Distribuições da probabilidade contínua

As distribuições da probabilidade das variáveis aleatórias da análise econômica podem apresentar-se de várias formas. As mais usualmente encontradas são: a distribuição normal, a distribuição triangular e a distribuição uniforme.

Conforme descrito em Frizzone (2005), cada uma destas distribuições apresenta uma função densidade de probabilidade e a função de distribuição correspondente, estabelecidas a partir do valor esperado ou valor médio que medem a tendência central, e da variância e do desvio padrão.

As distribuições triangular e uniforme são muito utilizadas nas questões agrárias e de economia, por sua simplicidade de cálculo e por necessitarem poucos dados de cada evento analisado (Souza, 2001).

2.4.3 - Modelos aplicados à análise de risco

Vários modelos foram desenvolvidos para o tratamento do risco em análise de investimentos, sendo alguns deles considerados bem sucedidos enquanto outros, muito simplificados ou excessivamente teóricos. Souza (2001) relata três alternativas básicas: aplicação de regras de decisão à matriz de decisão; análise de sensibilidade, no caso de indisponibilidade de informações sobre a distribuição de probabilidade das variáveis a analisar e simulação, quando são disponíveis informações capazes de transformar incerteza em risco. Conforme Frizzone (2005), a análise de sensibilidade é uma técnica essencialmente prática enquanto que a simulação dá um tratamento mais sofisticado à análise.

A análise de sensibilidade consiste em medir em que magnitude uma alteração prefixada em um ou mais fatores do projeto altera o resultado final. Ponciano et al. (2004) relatam que esse procedimento permite avaliar de que forma as alterações de cada uma das variáveis do projeto podem influenciar na rentabilidade dos resultados esperados. O procedimento básico da análise de sensibilidade consiste em escolher o indicador a sensibilizar; determinar sua expressão em função dos parâmetros e variáveis escolhidos; por meio de um programa de computação, obter os resultados a partir da introdução dos valores dos parâmetros na expressão; simular mediante variações num ou mais parâmetros e verificar de que forma e em que proporções essas variáveis afetam os resultados finais em termos de probabilidade.

A simulação de dados, sendo uma representação dinâmica de um sistema, permite o cálculo de diferentes combinações prováveis de ocorrer e tem como resultado uma distribuição de frequência do desempenho e a sua variância traduzindo o risco. A grande vantagem da simulação é informar a variação da rentabilidade do projeto no intervalo de tempo considerado, incluindo o valor mais provável, facilitando a definição da chance de insucesso, bem como comparar alternativas baseando-se nas variabilidades de seu retorno. Um exemplo bastante utilizado de modelo de simulação é o método de Monte Carlo (Fischman, 1996).

2.4.4 - Simulação de Monte Carlo

O método de Monte Carlo é um modelo estatístico utilizado em simulações estocásticas com diversas aplicações em áreas como a física, matemática e biologia. Consiste em simular modelos matemáticos por meio de recursos estatísticos. O princípio básico dessa técnica está em que a frequência relativa de ocorrência de certo fenômeno tende a aproximar-se da probabilidade de ocorrência desse mesmo fenômeno quando a experiência é repetida muitas vezes, com os eventos assumindo valores aleatórios dentro de limites mínimo e máximo estabelecidos (Hertz, 1987).

Este modelo tem sido utilizado há bastante tempo como forma de obter aproximações numéricas de funções complexas. Conforme Noronha & Latapia (1988), envolve a geração de observações de alguma distribuição de probabilidades e o uso da amostra obtida para aproximar a função de interesse. Baseando-se na comparação de números randômicos com uma determinada função densidade acumulada, permite a geração de outros valores a partir de um número aleatório e tem como resultado uma distribuição das frequências dos valores simulados. Os números aleatórios associados à distribuição de probabilidade de cada variável são gerados, num intervalo fechado de 0 a 1.

A simulação de Monte Carlo tem sido satisfatoriamente empregada na análise de risco de projetos agrícolas de várias naturezas, como na avaliação de custos de produção do sorgo sacarino (Porto et al., 1985), de laranja (Brunelli, 1990), na fruticultura (Ponciano et al., 2004); em projetos pecuários, na avaliação do sistema de produção a pasto de bovinos (Peres et al., 2004) e avícola (Shirota et al., 1987; Araújo e Marques, 1997); na avaliação da viabilidade do uso da irrigação na cultura do café (Souza, 2001), do feijão-caupi (Mousinho, 2005), da cana-de-açúcar e do tomate (Marques, 2005).

3 - METODOLOGIA

3.1 - Introdução

Neste capítulo são apresentados os métodos empregados nas etapas desenvolvidas para atingir os objetivos propostos. Inicialmente, é descrito o modelo de simulação de balanço hídrico ISAREG (Teixeira & Pereira, 1992). A seguir, são relatadas a tensiometria realizada, a caracterização dos parâmetros utilizados na validação do modelo e a definição dos índices aplicados na avaliação do desempenho do modelo. Na continuação, são descritos os procedimentos utilizados para estimar o rendimento de grãos e o requerimento hídrico da cultura, bem como são caracterizados os dados do feijão e referidos os dados climáticos empregados. Por fim, a última etapa descreve os processos e dados econômicos utilizados na avaliação econômica e na análise da viabilidade da cultura irrigada, além dos cenários econômicos simulados na análise de risco.

3.2 - O Modelo ISAREG

ISAREG é um modelo de simulação do balanço hídrico do solo desenvolvido por Teixeira & Pereira (1992) com objetivo de planejamento de irrigação para uma dada combinação de clima-cultura-solo e para a avaliação de projetos de irrigação já estabelecidos. Na sua versão mais atual, o modelo ISAREG apresenta-se combinado com outros dois programas, o EVAP56 que calcula a evapotranspiração de referência (ET_0) usando o método de Penman-Monteith e o KCISA para cômputo dos parâmetros da cultura requeridos pela metodologia FAO (Allen et al., 1998). As simulações podem ser realizadas para períodos diários, decendiais ou mensais. O modelo pode ser usado para diferentes alternativas, a saber:

- programação da irrigação para obtenção do máximo rendimento, onde as simulações são desenvolvidas com valores de disponibilidade de água que evitem déficit hídrico pela cultura;

- simulação de programação de irrigação adotando limites de dotação hídrica baseados em déficits controlados e variadas lâminas de água;
- avaliação de programa de irrigação aplicado em datas específicas, isto é, quando a frequência e as lâminas são pré-estabelecidas ou conhecidas;
- estabelecimento do ponto ótimo de irrigação sob condições de suprimento hídrico limitado, com lâmina variável ou constante;
- cálculo do balanço hídrico sem irrigação;
- estimação do requerimento líquido de água para irrigação.

Nas segunda e terceira opções, são consideradas como restrições na disponibilidade hídrica, os parâmetros: períodos de água indisponível; água total disponível no ciclo da cultura e lâminas disponíveis por períodos determinados.

O modelo adota uma relação linear simplificada entre as perdas de rendimento relativo e os déficits de evapotranspiração sazonais relativos como proposto por Stewart et al. (1976) e melhorado por Doorenbos & Kassan (1980), usando o fator de resposta do rendimento específico da cultura, K_y , selecionado pelo usuário. É aplicável em escala de campo e pode ser simulado para uma cultura ou para uma sucessão de até três culturas. Sua operação é comandada a partir de um menu principal que permite acesso a todos os arquivos requeridos.

3.2.1 - Balanço hídrico do solo

O balanço da água do solo foi computado para a profundidade total da zona radicular efetiva através de:

$$\theta_i = \theta_{i-1} + (P_i - Qr_i + In_i - ETa_i - Dp_i + G_i)/(1000z_i) \quad (1)$$

onde: θ_i é umidade volumétrica média do solo na zona radicular, em $\text{mm}^3 \text{mm}^{-3}$, no dia i e θ_{i-1} , no dia prévio; P_i é a precipitação, em mm, no dia i ; Qr_i é o escoamento superficial, em

mm, no dia i ; In_i é a lâmina líquida de irrigação, em mm, no dia i ; ETa_i é a evapotranspiração real, em mm, no dia i ; Dp_i é a percolação profunda, em mm, no dia i ; G_i é a contribuição da água subterrânea, em mm, no dia i e z_i é o comprimento radicular, em m, no dia i .

A partir de θ_i , o modelo calcula a lâmina líquida de irrigação requerida, In_i , quando o limite designado de restrição é atingido. A evapotranspiração máxima foi calculada com base no produto da evapotranspiração de referência, ETo , pelo coeficiente de cultura, Kc , conforme Allen et al. (1998). A contribuição da água subterrânea, G_i , não foi considerada devido à profundidade do lençol freático do solo ser maior que 6m. O escoamento superficial, Qr_i , foi predito usando o método do Número de Curva (CN) do SCS (Soil Conservation Service), como descrito em YU et al. (2000).

O cômputo do balanço hídrico foi realizado considerando que a água do solo disponível para as plantas, R , em mm, está relacionada com três níveis de armazenamento: a zona da água em excesso, θ_s , acima da capacidade de campo, θ_{cc} , correspondente à água gravitacional que não está imediatamente disponível às plantas; a zona de rendimento ótimo, entre a θ_{cc} e o limite ótimo de água do solo, θ_p , onde a água realmente está disponível para a cultura e a zona de déficit hídrico, entre θ_p e o ponto de murcha permanente, θ_{pm} , onde ainda há água disponível para a planta, mas requer um gasto energético maior para sua extração pelas raízes. O tamanho das três zonas do reservatório-solo varia de cultura para cultura, com o estágio de desenvolvimento, a profundidade radicular e a sensibilidade da cultura ao déficit hídrico, expressado pela fração “p” de depleção sem estresse. Entretanto, o tamanho destas zonas depende, principalmente, das características hidráulicas do solo. O limite superior da zona de excesso de água é constante e corresponde ao ponto de saturação, θ_s , considerando a profundidade radicular máxima e resulta na capacidade total de armazenamento de água do solo.

O limite superior da zona de rendimento ótimo, R_{\max} , em mm, que corresponde à água total disponível do solo (CAD) à profundidade radicular da cultura considerada (z) é dado por:

$$R_{\max} = 1000z(\theta_{cc} - \theta_p m) \quad (2)$$

O limite inferior da zona de rendimento ótimo (R_{\min}) é dado por:

$$R_{\min} = (1 - p)R_{\max} \quad (3)$$

onde “ p ” é a fração de depleção de água disponível que permite evapotranspiração sem causar déficit hídrico na cultura. Este limite inferior da zona de rendimento ótimo define o limite do nível ótimo de água do solo, θ_p , isto é, o mínimo conteúdo de água do solo antes do déficit hídrico da cultura. A diferença entre R_{\max} e R_{\min} consiste na fração de água do solo realmente disponível ou utilizável, FAD , onde:

$$FAD = (\theta_{cc} - \theta_p)z \quad (4)$$

A zona de estresse é limitada entre R_{\min} e $R = 0$, onde a reserva disponível de água do solo é nula ao atingir o ponto de murcha permanente, $\theta_p m$.

Quando a água disponível está na zona de rendimento ótimo, a evapotranspiração real, ETa , é igual à evapotranspiração máxima, ETm , sendo:

$$ETm = KcETo \quad (5)$$

onde Kc é o coeficiente de cultura e ETo é a evapotranspiração de referência (Allen et al., 1998). Na zona de estresse hídrico, a evapotranspiração real, ETa , é restringida por $ETa < ETm$ porque $R < R_{\min}$, isto é, a água disponível está abaixo do limite mínimo de água no solo para evitar o estresse hídrico da cultura. Assim:

$$ETa = (R/R_{\min})ETm \quad (6)$$

A variação da água disponível, R , não é linear quando $R < R_{\min}$, mas segue uma curva parabólica cujo expoente é função de R e ETm (Teixeira & Pereira, 1992).

3.2.2 - Dados de entrada no modelo

Os dados requeridos pelo modelo para computar o balanço hídrico do solo são armazenados em vários arquivos comandados por um menu principal. Eles referem-se a:

- Dados meteorológicos: evapotranspiração de referência e precipitação, em mm, a cada intervalo de tempo para o cálculo do balanço hídrico; temperaturas máxima e mínima, em °C; umidade relativa do ar, em %; radiação solar, em MJ m² dia⁻¹; e velocidade do vento, em m s⁻¹, para cálculo da evapotranspiração de referência através da sub-rotina EVAP56; a velocidade do vento e a umidade relativa do ar são usadas também para ajustar o K_c às condições locais de clima com o módulo KCISA.
- Dados da cultura: datas dos estádios de desenvolvimento da cultura; coeficiente de cultura; profundidade radicular efetiva, em m; altura do dossel vegetal, em m; fração “ p ” de depleção da água disponível do solo e fator de resposta do rendimento.
- Dados do solo, referindo-se a um solo com multicamadas: profundidade de cada camada do solo, em m; capacidade total de água disponível de cada camada, em mm, ou o conteúdo de água gravimétrico à capacidade de campo e no ponto de murcha permanente, em %; densidade do solo de cada camada, em g cm⁻³; profundidade e textura da camada superficial evaporativa do solo que são necessárias para cálculo do K_c do período inicial de desenvolvimento da cultura.

3.2.3 - Impacto da disponibilidade hídrica no rendimento

O modelo adota uma função simplificada de relação rendimento-água proposta por Stewart et al. (1976) para a avaliação de esquemas alternativos de irrigação em relação aos respectivos impactos nos rendimentos. Assim, a cada déficit hídrico corresponde um déficit na evapotranspiração relativa, definido a partir da razão entre a evapotranspiração real da cultura e a evapotranspiração máxima ($1 - ET_a / ET_m$). O correspondente déficit de rendimento relativo é então ($1 - Y_a / Y_m$) onde Y_a e Y_m são os rendimentos da cultura obtidos

quando a evapotranspiração é igual a ETa e ETm , respectivamente. Todos os valores de evapotranspiração são expressos em mm e acumulados através do ciclo da cultura. Quando $ETa/ETm > 0,5$ foi empiricamente observado que os déficits relacionam-se linearmente por:

$$(1 - Ya/Ym) = Ky(1 - ETa/ETm) \quad (7)$$

onde Ky é o fator de resposta do rendimento, tabulado para diversas culturas por Doorenbos & Kassan (1980). No caso de déficits hídricos maiores, o programa adota um modelo multifásico, também proposto por Stewart (1976), assumindo que os impactos no rendimento variam com a fase fenológica da cultura onde a Evapotranspiração é reduzida e depende do grau de estresse anterior ocorrido na fase prévia. Várias alternativas de esquemas de irrigação com déficits podem ser comparadas, adotando esta função de redução do rendimento, não apenas pela diferença no volume de água ou na eficiência do consumo, mas através da evapotranspiração relativa e dos déficits de rendimento relativo (perdas) estimados devido às deficiências hídricas.

3.3 - Validação do modelo

O desempenho do modelo ISAREG foi avaliado, comparando conteúdo de umidade do solo, obtido na simulação do balanço de água no sistema solo-planta-atmosfera através do modelo, com os dados medidos por tensiômetros.

3.3.1 - Tensiometria

A medição do conteúdo de água do solo foi realizada, diariamente, no período de 16 de fevereiro a 31 de março de 2006, na Embrapa Trigo, em solo gramado, pertencente à unidade de mapeamento Passo Fundo. Para o monitoramento das tensões, foi utilizada uma bateria de três tensiômetros com vacuômetro, de leitura direta, instalados a 20, 40 e 60 cm de profundidade (Figura 3.3.1.1) . As leituras dos tensiômetros em mm Hg foram transformadas para cm de água através da relação:

$$h = (-H * \frac{1033}{760}) \quad (8)$$

onde h é o potencial de pressão da água no solo em cm de água e H é a leitura do tensiômetro em mm Hg . Os tensiômetros foram fluxados semanalmente com água destilada.



FIGURA 3.3.1.1 – Tensiômetros instalados da estação meteorológica da Embrapa Trigo, Passo Fundo, período de 16/02 a 31/03/2006.

Para a comparação dos valores simulados através do modelo, os potenciais de pressão medidos foram transformados em umidade volumétrica através da equação apresentada por Genuchten (1980):

$$\theta = \theta_{res} + \frac{\theta_{sat} - \theta_{res}}{\left[1 + |\alpha * h|^n\right]^m} \quad (9)$$

onde θ , θ_{res} e θ_{sat} são, respectivamente, a umidade volumétrica, a umidade volumétrica residual e a umidade volumétrica de saturação, em $\text{cm}^3\text{cm}^{-3}$ e α , m e n são parâmetros, todos apresentados na Tabela 3.3.1.1 e obtidos através do programa computacional RETC

(Genuchten, 1991), a partir dos valores da curva característica determinada por Cunha (2003) para o solo da estação meteorológica da Embrapa Trigo, pertencente à unidade de mapeamento Passo Fundo, considerando a equação:

$$m = 1 - \frac{1}{n} \quad (10)$$

TABELA 3.3.1.1 - Funções analíticas de Genuchten estimadas para o solo da estação meteorológica da Embrapa Trigo

Parâmetro	
Teor de Umidade Residual (θ_{res}) ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	0,15499
Teor de Umidade Saturado (θ_{sat}) ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	0,49294
α da curva (1/cm)	0,06033
Parâmetro (m) (-)	0,19881
Parâmetro n (-)	1,24822

¹ Fonte: RETC (Genuchten, 1991).

3.3.2 - Caracterização da simulação com o modelo ISAREG

3.3.2.1 - Parâmetros meteorológicos

Foram utilizados os registros meteorológicos diários da estação meteorológica convencional da unidade da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, latitude 28° 15' S, longitude 52° 24' e altitude 687 m. As variáveis utilizadas foram: radiação solar global em $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$, temperaturas máxima e mínima em °C, umidade relativa média do ar em %, velocidade do vento em m s^{-1} , medida a 10 m de altura e chuva em mm, ocorridas no período de 16 de fevereiro a 31 de março de 2006 (Anexo A1).

3.3.2.2 - Parâmetros edáficos

O solo da área avaliada corresponde ao solo da estação meteorológica da Embrapa Trigo e pertence à unidade de mapeamento Passo Fundo, atualmente classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico – LVd 3 (Streck et al., 2002), relevo ondulado e substrato basalto. Os parâmetros, camadas e profundidade do solo, foram delimitados em função da profundidade máxima dos tensiômetros, enquanto que a textura do solo avaliado foi definida por Câmara (2004). As condições do perfil e as características físicas do solo

avaliado, necessárias para a simulação, foram definidas localmente por Cunha (2003) e constam na Tabela 3.3.2.2.1.

3.3.2.3 - Parâmetros da cultura

A avaliação foi realizada admitindo uma gramínea perene, cultivada sem irrigação, cujos parâmetros, constantes ao longo do ano, estão apresentados na Tabela 3.3.2.3.1:

TABELA 3.3.2.2.1 - Condições do perfil e características físicas do solo da estação meteorológica da Embrapa Trigo

Parâmetro	
Camada	Horizonte A
Profundidade adotada (cm)	60
Textura ¹	29 % areia; 10 % silte; 61 % argila; 4 % MO
Umidade gravimétrica na Capacidade de Campo UG _{cc} (%) ²	0,27
Umidade gravimétrica no Ponto de Murcha Permanente UG _{pm} (%) ²	0,23
Densidade do solo d _s (g cm ⁻³) ²	1,35

Fonte: ¹Câmara (2004); ² curva de retenção da umidade do solo determinada por Cunha (2003).

TABELA 3.3.2.3.1 - Parâmetros da gramínea perene

Parâmetro	
Profundidade média do sistema radicular (m) ¹	0,30
Coefficiente de cultura ¹	1,0

Fonte: ¹Dam et al. (1997).

3.3.3 - Avaliação do modelo

A comparação entre os valores estimados e os valores medidos foi realizada, assumindo uma relação linear expressa por:

$$P_i = bO_i \quad (11)$$

onde O_i é cada valor medido, P_i é cada valor estimado, b é o coeficiente de regressão, avaliado pelo teste t para $\beta = 1$, conforme Allen et al. (1989). Os valores estimados foram, também, correlacionados com os medidos através dos indicadores estatísticos: *precisão*, dada pelo coeficiente de correlação “ r ” (Allen et al., 1989); *exatidão*, através do índice de Willmott “ d ” (Willmott, 1982) e *de desempenho* “ c ” (Camargo & Sentelhas, 1997), obtidos respectivamente através das equações (12), (13) e (14):

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (O_i - O)(P_i - P)}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (O_i - O)^2 \sum_{i=1}^N (P_i - P)^2}} \quad (12)$$

$$d = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^N (|P_i - O| + |O_i - O|)^2} \right] \quad (13)$$

$$c = rd \quad (14)$$

onde O é a média dos valores medidos, P é a média dos valores estimados e N é o número de pares de valores estimados e medidos. A precisão dada pelo coeficiente de correlação indica o grau de dispersão dos dados obtidos em relação à média. A exatidão relaciona-se com o afastamento dos valores estimados em relação aos observados, variando de zero, para nenhuma concordância, a um, para concordância perfeita. O desempenho varia de zero a um e é considerado bom a partir de valores acima de 0,66 (Camargo & Sentelhas, 1997).

3.4 - Estimativa do requerimento de irrigação suplementar e do rendimento de grãos da cultura do feijão

3.4.1 - Parâmetros da cultura do feijão

Os parâmetros da cultura do feijão usados neste estudo, discriminados na Tabela 3.4.1.1, foram:

- a) caracterização fenológica conforme Matzenauer et al (2002);
- b) profundidade efetiva do sistema radicular, segundo Pires et al (1991);
- c) coeficiente de cultura (K_c) estimado por Jobim e Matzenauer (2004) para o Rio Grande do Sul, através da equação de Penman-Monteith;
- d) fração 'p' de depleção da água disponível do solo, segundo Doorenbos & Kassan, (1980) e

e) fator de resposta de rendimento do feijoeiro (K_y), conforme Calvache et al. (1997).

TABELA 3.4.1.1 - Parâmetros da cultura do feijão

Estádio ¹	Data		Profundidade efetiva do sistema radicular (m)		Fração 'p'		Kc	Ky
	safra	safrinha	Safra	safrinha	safra	safrinha		
S	07/09	25/01	0,01	0,01	0,50	0,35	0,55	
10E	17/09	04/02	0,10	0,10	0,50	0,35		
IF	19/10	08/03	0,20	0,20	0,40	0,35	1,20	1,20
IEG	04/11	24/03	0,25	0,25	0,35	0,40		
MF	26/12	15/04	0,25	0,25	0,35	0,50	0,92	
colheita	16/12	05/05	0,25	0,25	0,35	0,50		

¹ S – semeadura; 10E – 10 dias após a emergência; IF – início do florescimento; IEG – início do enchimento de grão; MF – maturação fisiológica.

3.4.2 - Parâmetros agrometeorológicos

A região ecoclimática do Planalto Médio, definida em Maluf & Caiaffo (2001), constante na Figura 3.4.2.1, foi representada pela série de dados meteorológicos de Passo Fundo, RS, latitude 28° 15' S, longitude 52° 24' e altitude 687 m, extraída do banco de observações meteorológicas da Unidade Embrapa Trigo.

Nas análises, foram utilizados os registros diários da radiação solar global em MJ m⁻² dia⁻¹, temperaturas máxima e mínima em °C, umidade relativa média do ar em %, velocidade do vento medida a 10 m de altura, em m s⁻¹, e chuva em mm, ocorridos no período de 1985 a 2004 (Anexo A2).

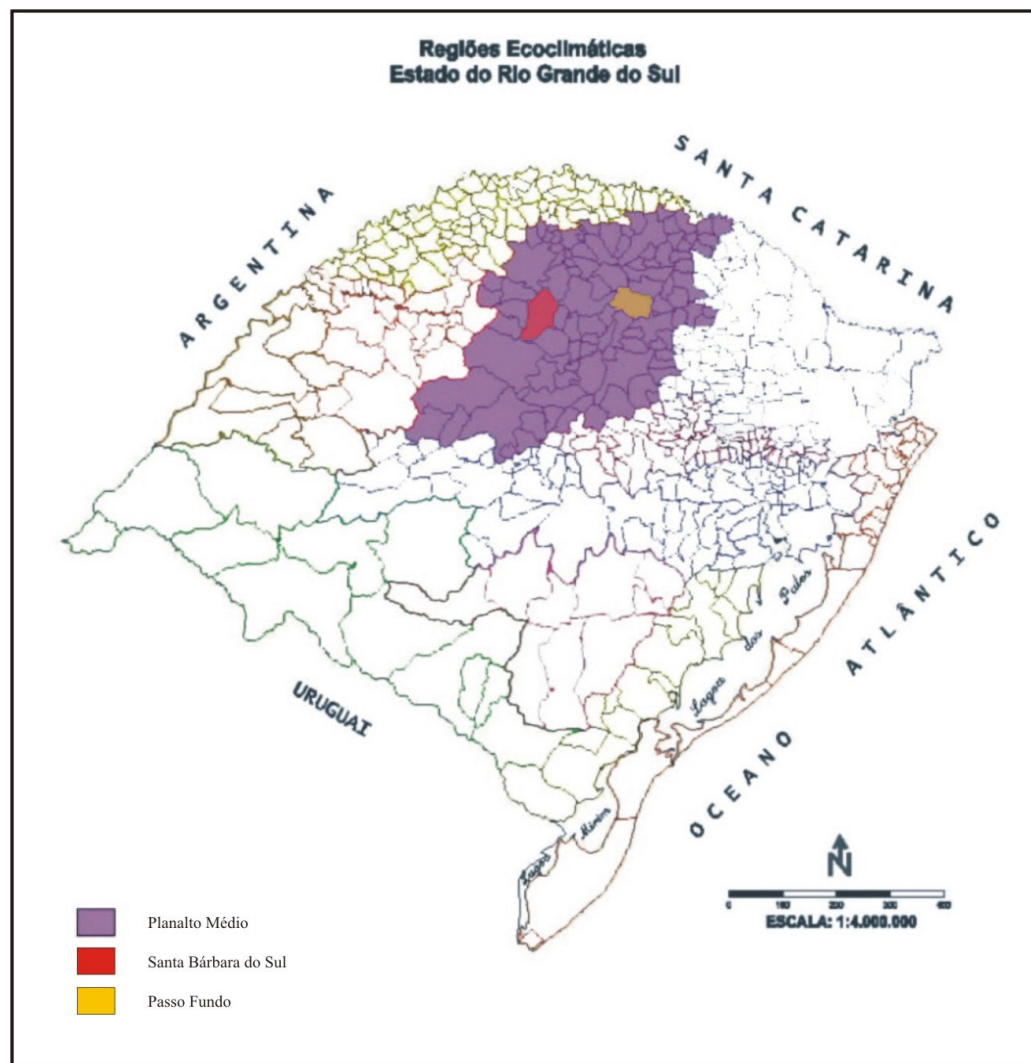
3.4.3 - Parâmetros edáficos

O solo da área avaliada foi descrito no item 3.3.2.2 e os seus parâmetros, camadas e profundidade do solo e textura, estão apresentados na Tabela 3.3.2.2.1.

3.4.4 - Simulação do balanço de água no sistema solo-planta-atmosfera

Foi simulado, através do modelo ISAREG, o balanço diário de água no sistema solo-planta-atmosfera, com a série histórica de 20 anos nos cultivos da safra e safrinha do feijão,

para semeaduras na primeira quinzena de setembro e segunda quinzena de janeiro, respectivamente, nas condições atmosféricas ocorridas.



Fonte: Maluf e Caiaffo (2001)

FIGURA 3.4.2.1 - Região ecoclimática do Planalto Médio com os municípios de Passo Fundo e Santa Bárbara do Sul localizados

As simulações foram realizadas, para cada ano avaliado, na safra e safrinha, para obter a lâmina líquida diária requerida de irrigação suplementar estimada (D_w), visando a obtenção do rendimento máximo sem restrição hídrica para a cultura e a redução percentual do rendimento (Q_y), na ausência da irrigação suplementar, com a qual é calculado o rendimento relativo percentual anual da cultura (Y_r), safra e safrinha, por:

$$Y_r = 1 - Q_y \quad (15)$$

A demanda de irrigação suplementar bruta, D_b , foi computada a partir da relação entre a demanda líquida, D_w , e a eficiência da irrigação do sistema, E_a , estimada em 80 % conforme Zocoler et al. (2001).

O rendimento obtido em condições reais de disponibilidade hídrica (Y_a) foi estimado, para safra e safrinha, a partir de:

$$Y_a = Y_m \times Y_r \quad (16)$$

onde: Y_m é o rendimento máximo obtido em condições de lavoura estimado a partir da relação

$$Y_m = Y_{mp} \times \text{correção de lavoura} \quad (17)$$

O valor de Y_{mp} representa o rendimento máximo potencial do feijão obtido em condições hídricas não limitantes, supondo que se satisfaçam as necessidades climáticas de cultivo e que seu rendimento não seja afetado por ocorrência de pragas ou doenças. Assim, Y_{mp} foi estimado pelo método da Zona Agroecológica conforme Doorenbos & Kassan, (1980) através dos seguintes passos:

- a) cálculo da produção bruta de matéria seca de um cultivo tipo (Y_0), em $\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$:

$$Y_0 = F \cdot y_0 + (1 - F)y_c \quad (18)$$

onde F é a fração do tempo do dia em que o céu está nublado, obtido por :

$$F = \frac{(R_{se} - 0,5R_s)}{0,8R_{se}} \quad (19)$$

sendo R_{se} a recepção máxima de radiações ativas de onda curta em dias ensolarados, em $\text{cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ (tabelada em Doorenbos & Kassan, 1980); R_s a radiação de onda curta percebida e medida, em $\text{cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$; y_0 é a taxa de produção bruta de matéria seca de um cultivo tipo numa dada localidade, em um dia completamente nublado, em $\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ (tabelada em Doorenbos & Kassan, 1980); y_c é a taxa de produção bruta de matéria seca de um cultivo tipo em uma dada localidade em um dia sem nuvens, em $\text{cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ (tabelada em Doorenbos & Kassan, 1980);

- b) correção por espécie de cultivo e temperatura (tabelada em Doorenbos & Kassan, 1980);
- c) correção do desenvolvimento do cultivo com o tempo e por superfície foliar (tabelada em Doorenbos & Kassan, 1980) e
- d) correção pela produção líquida de matéria seca (tabelada em Doorenbos & Kassan, 1980).

A *correção delavoura* corresponde ao ajuste do rendimento máximo potencial em função do rendimento médio obtido nas condições de lavoura da Fazenda Itaíba, estimado em 71 e 55 %, para safra e safrinha, respectivamente, a partir dos rendimentos médios obtidos na propriedade. Esta correção fez-se necessária tendo em vista as perdas causadas pelas pragas e doenças, bem como daquelas provenientes da operação mecanizada da colheita, e da secagem e beneficiamento dos grãos, objetivando trazer os rendimentos para os patamares reais das lavoura empresarial tomada como modelo.

O rendimento atribuído à irrigação ($Y_{irrigação}$) foi estimado, para cada conjunto anual de safra e safrinha, por:

$$Y_{irrigação} = Y_m - Y_a \quad (20)$$

3.5 - Avaliação econômica e análise da viabilidade do feijão irrigado

3.5.1 - Avaliação Econômica

A avaliação econômica, sob o ponto de vista privado, considerou os custos e benefícios de uma lavoura de feijão, conforme Faria & Folegatti (1999), a partir das estimativas do rendimento relativo de grãos e da demanda de irrigação suplementar dos 20 conjuntos anuais de safra e safrinha avaliados.

A avaliação considerou hipoteticamente a realização de safra e safrinha, apesar de, agronomicamente, nem sempre ser possível a realização dos dois ciclos no mesmo ano devido à ocorrência de doenças de solo. Como, nestes casos, o produtor substitui o feijão por outra

cultura também irrigada, como milho e soja, com vistas a manter e compensar o rendimento esperado com a lavoura do feijão no período, a análise considerou, para simplificação de análise, o ganho teórico de duas safras anuais de feijão.

A renda líquida média (RL) dos 20 anos avaliados foi obtida da soma dos valores da renda líquida de cada ano simulado, calculada por:

$$RL = \{(P \times Y_m) - C_t\} \quad (21)$$

onde P é o preço do feijão pago ao produtor, (Y_m) é o rendimento máximo do feijão, estimado no item 3.4.4; C_t é o custo total de produção, dado pela expressão:

$$C_t = C_0 + C_i \quad (22)$$

onde C_0 é o custo básico associado à produção e C_i é o custo da irrigação.

O componente custo da irrigação (C_i) foi calculado por:

$$C_i = C_c + C_w \quad (23)$$

onde C_c representa o custo de capital relacionado com investimentos do equipamento de irrigação e C_w é o efetivo custo operacional da irrigação.

O custo de capital foi expresso, conforme Frizzone (2005), por:

$$C_c = (V_i - V_r) \left[\frac{j}{(1+j)^N - 1} \right] + V_i \cdot j \quad (24)$$

onde V_i é o valor inicial do investimento; V_r é o valor residual do investimento; N é a longevidade do equipamento e j os juros do capital investido.

O valor residual foi calculado segundo a Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2005) por:

$$V_r = V_i - (Dep_a \times N) \quad (25)$$

sendo Dep_a a depreciação anual obtida por:

$$Dep_a = h_{ua} \cdot Dep_h \quad (26)$$

onde h_{ua} são as horas de uso anual e Dep_h a depreciação horária, considerando 2.000 horas de uso anual e depreciação horária de R\$ 5,42. A longevidade do equipamento adotada foi de 20 anos e a taxa anual de juros usada foi de 6 %.

O custo operacional da irrigação (C_w) correspondeu às despesas com mão-de-obra (CMO), energia elétrica ($C_{energia}$) e manutenção, conservação e reparos do equipamento ($CMCR$), estimado por:

$$C_w = CMO + C_{energia} + CMCR \quad (27)$$

O custo da mão-de-obra foi estimado, conforme Marques (2005), por:

$$CMO = \sum_{\text{dias-irrigados}=1}^n \left\{ \frac{S}{240} \left[1 + \left(\frac{Férias + T + INSS + IT}{100} \right) \right] HI \right\} \quad (28)$$

onde CMO é o custo de mão de obra em (R\$ ha⁻¹ ano⁻¹); S é o salário do irrigante (R\$ mês⁻¹); 240 corresponde às horas de trabalho por mês; $Férias$ é o encargo pago relativo a férias em percentagem do salário (%); T é o encargo pago relativo ao 13º salário em percentagem do salário (%); $INSS$; IT é o encargo pago relativo ao INSS do 13º salário em percentagem do salário (%) e HI é o tempo de trabalho necessário por hectare e por irrigação realizada (hora ha⁻¹ irrigação⁻¹), calculado a partir do volume de irrigação bruto diário estimado no item 3.4.4..

As despesas com manutenção, conservação e reparos do equipamento de irrigação ($CMCR$) e os custos da energia elétrica ($C_{energia}$) foram adaptados de Marques (2005) pelas equações (29) e (30), respectivamente:

$$CMCR = 0,03V_i \quad (29)$$

onde V_i é o valor inicial do investimento e

$$C_{energia} = (De + Ccee) \left(\frac{0,92}{\cos \varphi} \right) \quad (30)$$

onde:

$$C_{cee} = [Hd(1 - De) + Hs]TcP0,73259(1 + ICMS) \quad (31)$$

sendo C_{cee} o custo de consumo de energia elétrica anual (R\$ ano⁻¹ ha⁻¹) calculado prevendo tarifação verde para as horas com desconto, prevista na Resolução nº 456 (Agência Nacional de Energia Elétrica-ANEEL, 2000) e valor estabelecido na RESOLUÇÃO HOMOLOGATÓRIA ANEEL Nº 234 DE 18/10/2005; Hd as horas com desconto (21 h 30 min às 6 h) conforme a Resolução nº 234 (ANEEL, 2005) e Hs as horas sem desconto, calculadas a partir do volume de irrigação bruto diário; De o desconto com base na Resolução nº 207 (ANEEL, 2006) (em decimal) e Tc a tarifa de consumo (R\$ KWh⁻¹) baseada na Resolução nº 234 (ANEEL, 2005) e

$$D_a = [(12 - M)0,1 + M]TdP0,73259(1 + ICMS) \quad (32)$$

sendo D_a o custo da demanda de energia elétrica anual (R\$ ano⁻¹ ha⁻¹); M os meses de operação do sistema de irrigação; Td a tarifa de demanda (R\$ KW⁻¹); P a potência do motor (cv ha⁻¹); $ICMS$ o imposto sobre a circulação de mercadorias e serviços cobrado na região (em decimal).

Os dados econômicos para a execução da avaliação foram levantados na Fazenda Itaíba situada no município de Santa Bárbara do Sul. A propriedade foi escolhida como objeto da análise por produzir feijão irrigado com alta tecnologia de produção e por adotar o sistema de irrigação por pivô central. A identificação e as especificações técnicas da Fazenda Itaíba utilizadas na análise estão expressas na Tabela 3.5.1.1. As características técnicas do equipamento do sistema de irrigação, selecionado na propriedade para a análise, fornecidas pelo fabricante constam na Tabela 3.5.1.2.

O valor do sistema de irrigação pivô central (V_i), conforme informação do fornecedor, Fockink Indústrias Elétricas Ltda (Fockink, 2006), consta na Tabela 3.5.1.3.

TABELA 3.5.1.1 - Identificação e especificações da Fazenda Itaíba

Dados da propriedade	
Proprietário	Pedro José Dilly
Município	Santa Bárbara do Sul – RS
Latitude	28° 30' 19" S
Longitude	53 15' 10''W
Região	Planalto Médio
Tipo de solo	Latosolo Vermelho distrófico
Dados de produção	
Área irrigada com feijão	360 ha
Variedade cultivada	FT Nobre, Graúna, Uirapuru, Valente
Número de pivôs	6

¹Fonte: Fazenda Itaíba, Santa Bárbara do Sul-RS, janeiro de 2006 (Dilly, 2006).

TABELA 3.5.1.2 - Características técnicas de projeto do sistema de irrigação pivô central analisado¹

Descrição	
Marca do equipamento	Fockink
Área irrigada	79,2 ha
Lâmina de água para funcionamento de 20 h/dia	8 mm
Desnível geométrico – centro do pivô à moto-bomba	45 m
Altura manométrica total	125,69 mca
Bomba	centrífuga
Motor	
Fonte de acionamento	elétrico
Consumo de energia	138,99 KWh
Potência nominal	200 cv

¹Fonte: Fockink Indústrias Elétricas Ltda, Panambi-RS, janeiro de 2006 (Focking, 2006).

TABELA 3.5.1.3 - Custo do sistema de irrigação pivô central¹

Descrição	Valor (R\$)
Unidade de irrigação	166.500,00
Unidade adutora	73.200,00
Unidade de bombeamento	42.900,00
Cabos elétricos	22.400,00
Construções civis	5.000,00
Total	310.000,00

¹Fonte: Fockink Indústrias Elétricas Ltda, Panambi-RS, janeiro de 2006 (Focking, 2006).

O custo básico de produção (C_0) da cultura do feijão cultivado no sistema plantio direto mecanizado e os parâmetros econômicos utilizados para o cálculo do custo operacional da irrigação (C_w), praticados na Fazenda Itaíba, com valores correspondentes ao mês de janeiro de 2006 (Dilly, 2006), estão apresentados na Tabela 3.5.1.4. Os meses de operação do

sistema de irrigação são computados em oito, porque no cálculo as partes de mês de início e fim de ciclo são computadas como mês cheio.

TABELA 3.5.1.4 - Parâmetros econômicos da análise dos custos praticados na Fazenda Itaíba

Descrição	Valor
Preço kg ⁻¹ feijão	R\$ 1,3513
Custo básico de produção da lavoura de feijão hectare ⁻¹	R\$ 1.563,08
Salário do irrigante mês ⁻¹	R\$ 1.000,00
Encargo relativo a férias em relação ao salário	34 %
13º salário em relação ao salário	8,4 %
INSS em percentagem de salário	12 %
INSS do 13º salário em percentagem do salário	1,43 %
Desconto da Portaria 105 DNAEE	70 %
Tarifa de consumo KWh ⁻¹ (tarifa verde)	R\$ 0,10755
Tarifa de demanda KW ¹ (tarifa verde)	R\$ 7,794
Potência do motor ha ⁻¹	2,525 cv
Meses de operação do sistema de irrigação	8
ICMS	29 %

¹Fonte: Fazenda Itaíba, Santa Bárbara do Sul-RS, janeiro de 2006 (Dilly, 2006).

3.5.2 - Análise da Viabilidade Econômica

A viabilidade econômica do sistema utilizado foi realizada através dos métodos que consideram a dimensão tempo de valores monetários como o Valor Presente Líquido (*VPL*), a Taxa Interna de Retorno (*TIR*) e o Benefício-Custo (*B/C*), adotando o valor do rendimento líquido oferecido pela caderneta de poupança, 6,0 % ao ano (0,5 % ao mês), como Taxa Mínima de Atratividade (*TMA*), por ser a aplicação mais segura e estável do mercado financeiro, conforme aplicado em Westphal & Lamberts (1999).

O método do VPL avaliou a aceitabilidade ou rejeição econômica do sistema e foi, algebricamente, obtido segundo Frizzone (2005) através de:

$$VPL = -V_i + \sum_{k=1}^n \frac{F_k}{(1+j)^k} \quad (33)$$

onde V_i é o valor inicial do investimento; k é o número de períodos envolvidos em cada elemento da série de receitas e despesas do fluxo de caixa ($k = 1,2,3,\dots,n$); F é cada uma das receitas envolvidas no fluxo de caixa que ocorrem em k e j é a taxa de juros comparativa

ou taxa de desconto. Na análise, foram considerados como receita líquida apenas os benefícios e custos, por hectare, advindos da irrigação, a saber:

$$\sum_{k=0}^n F_k = (PxY_{irrigação} - C_w)_1 + (PxY_{irrigação} - C_w)_2 + \dots + (PxY_{irrigação} - C_w + V_r)_n \quad (34)$$

sendo P o preço do feijão conforme o item 3.5.1; $Y_{irrigação}$ o rendimento atribuído à irrigação estimado pela equação (20) descrita no item 3.4.4; C_w é o efetivo custo operacional da irrigação calculado pela equação (27). O valor residual do investimento (V_r) foi adicionado à receita do último período avaliado.

A TIR , por definição, a taxa de juros que torna os recebimentos e desembolsos equivalentes na data presente, é o valor da taxa de desconto (j) que torna o VPL igual a zero e é calculada, conforme Frizzone (2005), por:

$$VPL_i = -V_i + \sum_{k=1}^n \frac{F_k}{(1 + j^*)^k} = 0 \quad (35)$$

onde j^* é a TIR , para $k = 1, 2, 3, \dots, n$

A solução da equação (35) foi obtida através da ferramenta *solver* disponível no programa Microsoft Office Excel 2003. O gráfico da variação no VPL em função da taxa de desconto foi gerado considerando-se um fluxo de caixa genérico e calculando-se o VPL onde a TIR foi determinada no ponto em que a curva do VPL corta o eixo horizontal (Noronha, 1987). A TIR será considerada aceitável se superar o valor da TMA .

O método B/C avaliou os benefícios e os custos do sistema e foi medido por:

$$B/C = \frac{\sum_{k=1}^n F_k (1 + j)^{-k}}{V_i} \quad (36)$$

onde o numerador, semelhante à fórmula do VPL , mede o valor descontado dos benefícios adicionais líquidos devidos ao projeto e V_i é o investimento inicial (Frizzone, 2005) e $k = 1, 2, 3, \dots, n$. Na avaliação, o sistema é aceito se os benefícios excederem os custos; caso contrário será rejeitado.

3.6 - Análise de Risco

Devido às mudanças e incertezas do mercado brasileiro, foi realizada a análise de risco econômico. Foram estabelecidas cinco eventualidades consideradas possíveis causadoras de risco: regulamentação da cobrança pelo uso da água, variação no valor residual do equipamento de irrigação, variação dos preços recebidos pelo produtor, variação tarifária da energia elétrica oriunda da modificação na classificação da unidade consumidora e variação no rendimento de grãos obtidos com a irrigação. O perfil do risco associado a cada cenário simulado foi obtido quantificando a distribuição da probabilidade de ocorrência das *TIR* calculadas para os cinco cenários, através da simulação de Monte Carlo, conforme Marchetti (1995) e Frizzone (2005).

3.6.1 - Cenário 1 Cobrança pelo uso da água da irrigação

Para a configuração do cenário, foi incluído nos custos da irrigação (C_w), calculados através da equação (27) conforme apresentado no item 3.5.1, o custo da água, calculado conforme Souza (2001) por:

$$C_{\text{água}} = (Vol_{irr} \cdot T_a + A_c \cdot T_f) \cdot (1 + ICMS) \quad (37)$$

sendo $C_{\text{água}}$ custo do consumo da água para irrigação; Vol_{irr} o volume bruto anual gasto de águas para irrigação; A_c a área cultivada e irrigada; T_a a tarifa cobrada pelo consumo de água para irrigação, T_f a tarifa fiscal pela demanda e $ICMS$ o imposto sobre circulação de mercadorias e serviços. Foram adotados valores para a tarifa de consumo de R\$ 0,02 e R\$ 0,04 m⁻³, conforme sugere o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (Rio Grande do Norte, 2006). Para tarifa fiscal de demanda foi adotado o valor de R\$ 0,22 ha⁻¹ sugerido por Souza (2001).

Com os novos valores de custo da irrigação calculados para cada uma das tarifas de consumo, foi, então, realizada a análise de risco, simulando eventos de fluxos de caixa considerando os valores máximo, mínimo e médio do custo do consumo da água.

A simulação dos valores aleatórios foi realizada através do método de Monte Carlo, conforme Frizzone (2005), aplicando a distribuição de probabilidades triangular, com os seguintes passos:

- a) geração de 1.000 números aleatórios para cada um dos 20 anos avaliados;
- b) cálculo do valor de r^* a partir dos valores mínimo (a), máximo (b) e média (m) do custo do consumo da água, por:

$$r^* = \frac{m - a}{b - a} \quad (38)$$

- c) cálculo das simulações dos custos do consumo da água para cada número aleatório gerado:

- para $r_i < r^*$,

$$CA_{simulado}_i = a + \sqrt{r_i(b-a)(b-m)} \quad (39)$$

sendo $CA_{simulado}_i$ o custo do consumo de água simulado e r_i o número aleatório gerado.

- para $r_i > r^*$,

$$CA_{simulado}_i = b - \sqrt{(1-r_i)(b-a)(b-m)} \quad (40)$$

- para $r_i = r^*$,

$$CA_{simulado}_i = m \quad (41)$$

Foram calculadas as *TIR* para cada uma das 1.000 séries de 20 anos de fluxo de caixa simulado para cada valor de tarifa de consumo e quantificada a distribuição da probabilidade de ocorrência dos eventos $n(X)$ e a distribuição acumulada $F(X)$ e calculados o valor esperado e o desvio padrão, conforme Steel & Torrie (1980). O histograma da distribuição da frequência evidencia graficamente a simetria ou assimetria da distribuição. A avaliação da assimetria da curva é realizada através:

- a) da relação entre a média, a mediana e a moda, onde, se:

- Média = Mediana = Moda, a curva da distribuição é simétrica;
- Média < Mediana < Moda, a curva da distribuição tem assimetria negativa;
- Média > Mediana > Moda, a curva da distribuição tem assimetria positiva.

b) da determinação do coeficiente de assimetria (AS), calculado pela fórmula do primeiro coeficiente de Pearson

$$AS = \frac{m - mo}{\sigma} \quad (42)$$

onde m é a média das TIR obtidas ou o Valor Esperado; mo é a moda e σ é o desvio padrão.

Na avaliação do cenário, o desvio padrão da distribuição da TIR mede a dispersão da distribuição, enquanto que a média ou o valor esperado quantificam o risco associado e a área da distribuição de probabilidade à esquerda do valor esperado representa o risco.

A probabilidade de inviabilidade da irrigação neste cenário de que a TIR seja menor que a TMA adotada de 6 %, corresponde à área sob a curva normal padrão para $Z = -z$, representada por $\Pr(Z \geq -z)$ (Frizzone, 2005) onde:

$$Z = \frac{0,06 - m}{\sigma} \quad (43)$$

3.6.2 - Cenário 2 *Variação do valor residual do equipamento de irrigação*

Para a configuração do cenário, foi admitida variação no valor residual do investimento (V_r), resultante da possibilidade de variação da longevidade do equipamento de irrigação (N).

A análise de risco foi realizada a partir da simulação de 1.000 valores aleatórios gerados através do método de Monte Carlo, conforme descrito em 3.6.1. Para simular os valores residuais foram calculados os valores máximo, mínimo e médio do valor residual do investimento (V_r) fazendo variar a longevidade do equipamento de irrigação (N) entre 15 e 25 anos (CONAB, 2005) pela equação (25).

Para cada valor residual obtido, foi então recalculado o fluxo de caixa da equação (56) e calculadas as *TIR* para cada uma das 1.000 séries de fluxo de caixa simulada. A seguir, foi quantificada a distribuição da probabilidade de ocorrência dos eventos e definida a tabela de frequências. Depois, foram calculados o valor esperado e o desvio padrão (Steel & Torrie, 1980) e foram avaliados, a simetria da distribuição, o risco e a probabilidade de inviabilidade.

3.6.3 - Cenário 3 *Variação dos preços do kg de feijão recebidos pelo produtor*

Para a configuração do cenário, foi admitida variação nos preços recebidos pelo produtor entre janeiro de 1995 e dezembro de 2005 (Tabela 3.6.3.1), (Emater, 2006).

A análise de risco foi realizada simulando eventos de fluxos de caixa considerando os valores máximo, mínimo e médio ocorridos no preço do feijão utilizados na equação (21).

A simulação dos valores aleatórios foi realizada através do método de Monte Carlo (Frizzone, 2005), aplicando a distribuição de probabilidades triangular, descrita no item 3.6.1. Foram calculadas as *TIR* para cada uma das 1.000 séries de 20 anos de fluxo de caixa simulado e quantificada a distribuição da probabilidade de ocorrência dos eventos. A partir da tabela de frequências obtida, foram calculados o valor esperado e o desvio padrão, conforme Steel & Torrie (1980). Da mesma forma, a simetria, o risco e a probabilidade de inviabilidade foram testados conforme o item 3.6.1.

3.6.4 - Cenário 4 *Variação da tarifa da energia elétrica*

Os valores das tarifas da energia elétrica consumida no sistema de irrigação foram variados considerando as possibilidades de a unidade consumidora adotar a tarifa verde ou a tarifação convencional, ou seja, com ou sem o desconto previsto nas Resoluções nº. 456 (ANEEL, 2000), nº. 234 (ANEEL, 2005) e nº. 207 (ANEEL, 2006).

A análise de risco foi realizada simulando eventos de fluxos de caixa considerando os valores máximo, mínimo e médio do custo de consumo de energia elétrica anual (equação 31). O cálculo dos *VPL* e das *TIR* para cada uma das 1.000 séries de 20 anos de fluxo de caixa simulado foi realizado conforme descrito em 3.6.1. A quantificação da distribuição da

probabilidade de ocorrência dos eventos e os índices, valor esperado e o desvio padrão, foram obtidos conforme descrito em 3.6.1. Da mesma forma, a simetria, o risco e a probabilidade de inviabilidade foram quantificados à semelhança do item 3.6.1.

TABELA 3.6.3.1 - Preços mensais (em R\$) do kg de feijão recebido pelo produtor, no RS, de 1995 a 2005¹

Data	Valor (R\$)	Data	Valor (R\$)	Data	Valor (R\$)	Data	Valor (R\$)
1/1/1995	1,60	1/1/1998	1,88	1/1/2001	0,83	1/1/2004	1,15
1/2/1995	1,75	1/2/1998	1,96	1/2/2001	1,00	1/2/2004	1,12
1/3/1995	1,81	1/3/1998	1,99	1/3/2001	1,05	1/3/2004	1,14
1/4/1995	1,71	1/4/1998	2,13	1/4/2001	1,12	1/4/2004	1,11
1/5/1995	1,51	1/5/1998	2,42	1/5/2001	1,16	1/5/2004	1,19
1/6/1995	1,44	1/6/1998	2,66	1/6/2001	1,35	1/6/2004	1,21
1/7/1995	1,34	1/7/1998	2,31	1/7/2001	1,50	1/7/2004	1,24
1/8/1995	1,29	1/8/1998	2,14	1/8/2001	1,80	1/8/2004	1,20
1/9/1995	1,30	1/9/1998	2,22	1/9/2001	1,82	1/9/2004	1,16
1/10/1995	1,32	1/10/1998	1,96	1/10/2001	2,07	1/10/2004	1,15
1/11/1995	1,33	1/11/1998	2,05	1/11/2001	2,01	1/11/2004	1,22
1/12/1995	1,29	1/12/1998	2,01	1/12/2001	1,88	1/12/2004	1,22
1/1/1996	1,43	1/1/1999	1,86	1/1/2002	1,66	1/1/2005	1,27
1/2/1996	1,28	1/2/1999	1,52	1/2/2002	1,73	1/2/2005	1,25
1/3/1996	1,19	1/3/1999	1,40	1/3/2002	1,73	1/3/2005	1,24
1/4/1996	1,10	1/4/1999	1,16	1/4/2002	1,58	1/4/2005	1,36
1/5/1996	1,07	1/5/1999	1,09	1/5/2002	1,46	1/5/2005	1,36
1/6/1996	1,07	1/6/1999	1,00	1/6/2002	1,52	1/6/2005	1,33
1/7/1996	1,08	1/7/1999	0,97	1/7/2002	1,59	1/7/2005	1,33
1/8/1996	1,10	1/8/1999	0,87	1/8/2002	1,59	1/8/2005	1,30
1/9/1996	1,09	1/9/1999	1,05	1/9/2002	1,67	1/9/2005	1,35
1/10/1996	1,12	1/10/1999	1,16	1/10/2002	1,70	1/10/2005	1,21
1/11/1996	1,12	1/11/1999	1,01	1/11/2002	1,66	1/11/2005	1,26
1/12/1996	1,08	1/12/1999	1,02	1/12/2002	1,59	1/12/2005	1,29
1/1/1997	1,06	1/1/2000	0,90	1/1/2003	1,52		
1/2/1997	1,07	1/2/2000	0,81	1/2/2003	1,39		
1/3/1997	1,13	1/3/2000	0,77	1/3/2003	1,39		
1/4/1997	1,25	1/4/2000	0,74	1/4/2003	1,42		
1/5/1997	1,35	1/5/2000	0,71	1/5/2003	1,39		
1/6/1997	1,51	1/6/2000	0,76	1/6/2003	1,28		
1/7/1997	1,51	1/7/2000	0,75	1/7/2003	1,27		
1/8/1997	1,53	1/8/2000	0,82	1/8/2003	1,18		
1/9/1997	1,66	1/9/2000	0,83	1/9/2003	1,23		
1/10/1997	1,66	1/10/2000	0,81	1/10/2003	1,24		
1/11/1997	1,55	1/11/2000	0,78	1/11/2003	1,25		
1/12/1997	1,78	1/12/2000	0,77	1/12/2003	1,15		

¹Fonte: Emater-RS, 2006.

3.6.5 - Cenário 5 *Variação na produção de grãos*

Para a configuração do cenário, foi usada a série de rendimento atribuído à irrigação ($Y_{irrigação}$) estimada pela equação (20), para o período de 1985 a 2004, visando definir os valores mínimo e máximo como parâmetros da amostra.

Na análise de risco, os fluxos de caixa foram obtidos a partir da estimativa dos rendimentos atribuídos à irrigação ($Y_{irrigação}$) calculados através da simulação de Monte Carlo, aplicando a distribuição de probabilidades uniforme conforme Frizzone (2005), tendo os seguintes passos:

- a) geração de 1.000 números aleatórios (r_i) para cada um dos 20 anos avaliados e
- b) cálculo das simulações rendimento atribuído à irrigação ($Y_{irrigação}$) para cada número aleatório gerado a partir dos valores mínimo (a) e máximo (b), por:

$$Y_{(irrigação)_i} = a + r_i \cdot x(b - a) \quad (44)$$

sendo $Y_{(irrigação)_i}$ o rendimento simulado atribuído à irrigação.

Conforme descritos nos cenários anteriores, foram calculadas as *TIR* para cada uma das 1.000 séries de 20 anos de fluxo de caixa simulado, quantificada a distribuição da probabilidade de ocorrência dos eventos e calculados o valor esperado e o desvio padrão.

A verificação da assimetria da distribuição, a análise do risco e a probabilidade de inviabilidade foram realizadas de acordo com o descrito no item 3.6.1.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Validação do modelo

Os valores da umidade volumétrica do solo obtidos na simulação do balanço de água no sistema solo-planta-atmosfera, através do modelo ISAREG, em comparação aos valores medidos pelo tensiômetro encontram-se na Tabela 4.1.1. Conforme representada na Figura 4.1.1, a regressão linear entre os valores medidos e estimados indicou o alto potencial de aderência do modelo ISAREG. O valor obtido do coeficiente de regressão, $b = 0,9592$, é

TABELA 4.1.1 - Umidade volumétrica média do solo gramado, em $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$, relacionada às tensões medidas no tensiômetro ($\theta_{\text{tensiômetro}}$) e simulado pelo modelo ISAREG (θ_{ISAREG}), no período de 16 de fevereiro a 31 de março de 2006, Passo Fundo, RS

DIA	$\theta_{\text{tensiômetro}}$	θ_{ISAREG}	DIA	$\theta_{\text{tensiômetro}}$	θ_{ISAREG}
1	0,275	0,270	23	0,250	0,234
2	0,252	0,270	24	0,251	0,243
3	0,243	0,261	25	0,247	0,237
4	0,238	0,252	26	0,247	0,234
5	0,237	0,244	27	0,246	0,232
6	0,252	0,240	28	0,245	0,231
7	0,250	0,252	29	0,237	0,231
8	0,248	0,243	30	0,230	0,230
9	0,269	0,238	31	0,228	0,230
10	0,272	0,270	32	0,277	0,230
11	0,263	0,270	33	0,278	0,270
12	0,262	0,270	34	0,288	0,270
13	0,257	0,260	35	0,280	0,270
14	0,285	0,250	36	0,292	0,270
15	0,275	0,270	37	0,294	0,270
16	0,266	0,265	38	0,288	0,270
17	0,271	0,262	39	0,284	0,265
18	0,271	0,270	40	0,281	0,257
19	0,265	0,260	41	0,271	0,248
20	0,260	0,251	42	0,300	0,247
21	0,256	0,241	43	0,288	0,270
22	0,242	0,236	44	0,284	0,261

Fonte: dados da pesquisa.

classificado como altamente significativo pelo teste t para $\beta = 1$, indicando que os valores estimados são, estatisticamente, iguais aos medidos, ao nível de significância de 1 %.

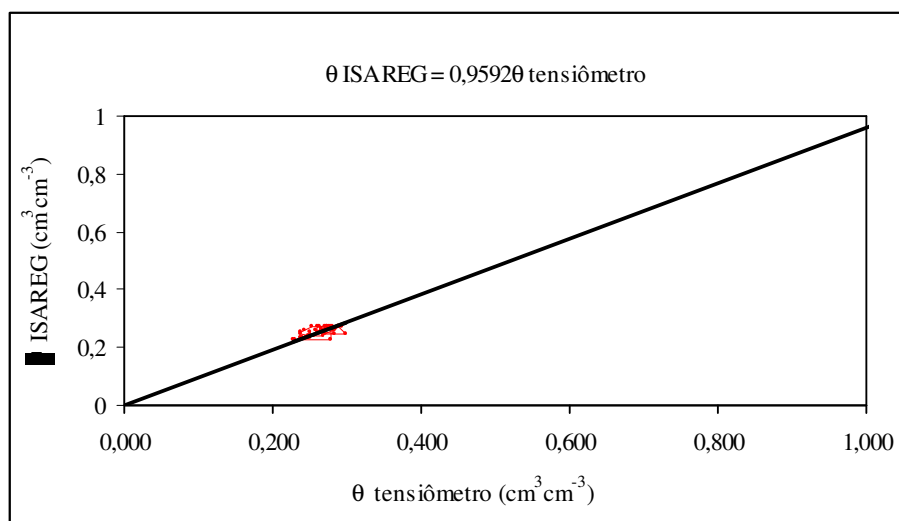


FIGURA 4.1.1 - Análise da regressão linear entre os valores da umidade volumétrica do solo gramado, em $\text{cm}^3\text{cm}^{-3}$, obtidos pelo modelo ISAREG (θ_{ISAREG}) e pelo tensiômetro ($\theta_{tensi\grave{o}metro}$), no período de 16 de fevereiro a 31 de março de 2006, Passo Fundo, RS

O desempenho do modelo ISAREG é, também, avaliado através dos indicadores estatísticos: *precisão*, dada pelo coeficiente de correlação “ r ”, *exatidão*, através do índice de Willmott “ d ” e *de desempenho* “ c ” e o resultado encontra-se discriminado na Tabela 4.1.2. De acordo com os cálculos efetuados, o alto coeficiente de correlação obtido indicou o pequeno grau de dispersão dos dados em relação à média; o índice de concordância acima da média indicou a boa exatidão do modelo; o valor do indicador de desempenho obtido na avaliação classificou o modelo como *muito bom*, conforme a escala proposta por Camargo & Sentelhas (1997).

TABELA 4.1.2 - Precisão (r), exatidão (d) e desempenho (c) calculado para a relação entre os valores da umidade volumétrica do solo gramado, simulados pelo modelo ISAREG e medidos no tensiômetro, no período de 16 de fevereiro a 31 de março de 2006, Passo Fundo, RS

estatística	valor
r	0,9984
d	0,7942
c	0,7929

Fonte: dados da pesquisa.

No entanto, estes bons resultados foram obtidos para uma variação de umidade estreita, correspondendo a um intervalo de 0,23 a 0,30 $\text{cm}^3\text{cm}^{-3}$ de umidade volumétrica. Porém, os resultados positivos obtidos, que validam o uso do modelo ISAREG para simulação do balanço de água do solo nas condições avaliadas, confirmam Pereira et al. (2003) que relatam uma bem sucedida aplicação do modelo em várias regiões.

4.2 - Estimativa do requerimento líquido de irrigação suplementar e do rendimento de grãos da cultura do feijão

O resultado da simulação realizada através do ISAREG para as safras é apresentado no Anexo A3 e, para as safrinhas, no Anexo A4. Os somatórios anuais da lâmina diária líquida requerida de irrigação suplementar (D_w) estimada pelo modelo, para os períodos safra e safrinha, mostrados na Tabela 4.2.1, variaram entre 140 a 300 mm ano^{-1} na safra, 130 a 270 mm ano^{-1} na safrinha e 300 a 500 mm ano^{-1} considerando as duas safras.

TABELA 4.2.1 - Lâminas de irrigação suplementar anual líquida, em mm, (D_w) estimadas pelo modelo ISAREG, para o período 1985-2004, Passo Fundo, RS

Ano	D_w (mm)		
	safra	safrinha	total
1985	308	170	478
1986	253	196	449
1987	212	228	439
1988	239	276	515
1989	234	176	410
1990	150	158	307
1991	247	243	489
1992	203	131	334
1993	214	170	384
1994	194	182	376
1995	271	208	479
1996	203	184	387
1997	141	267	408
1998	212	139	351
1999	224	195	419
2000	169	168	336
2001	252	171	424
2002	153	193	346
2003	185	173	358
2004	216	272	488

Fonte: dados da pesquisa.

Estas lâminas foram obtidas com base na capacidade de armazenamento definida pela curva característica determinada junto ao local de instalação dos tensiômetros (Estação Meteorológica da Embrapa Trigo), ou seja, a variabilidade espacial da relação umidade-potencial matricial não foi considerada.

A Tabela 4.2.2 apresenta os dados da redução percentual do rendimento (Q_y), estimados pelo modelo através da razão entre os rendimentos da cultura obtidos na ausência da irrigação suplementar e os rendimentos máximos da cultura determinados sem restrição hídrica e os correspondentes déficits de rendimento relativo percentual anual da cultura (Y_r). Os resultados indicam que as deficiências hídricas afetaram o rendimento em todos os anos avaliados, acarretando reduções que variaram entre 2 e 28 % na safra e entre 1 a 15 % na safrinha, gerando perdas anuais variando entre 4 a 39 % da produção de grãos.

TABELA 4.2.2 - Redução percentual do rendimento (Q_y) e o rendimento relativo percentual (Y_r), para safra, safrinha e total, período 1985-2004, Passo Fundo, RS

ano	safra		safrinha		total
	Q_y	Y_r	Q_y	Y_r	Q_y
1985	28,4	71,6	10,9	89,1	39,3
1986	17,5	82,5	12,6	87,4	30,1
1987	25,9	74,1	11,8	88,2	37,7
1988	19,6	80,4	5,3	94,7	24,9
1989	25	75	7,6	92,4	32,6
1990	15,4	84,6	3,7	96,3	19,1
1991	10,7	89,3	5,3	94,7	16
1992	15,7	84,3	4,5	95,5	20,2
1993	6,5	93,5	9,4	90,6	15,9
1994	21,5	78,5	8	92	29,5
1995	26,7	73,3	11,2	88,8	37,9
1996	21,1	78,9	15	85	36,1
1997	26	74	5,3	94,7	31,3
1998	24,4	75,6	1	99,9	25,4
1999	12,8	87,2	7,7	92,3	20,5
2000	22,1	77,9	5,7	94,3	27,8
2001	6,1	93,9	5,6	94,4	11,7
2002	2	98	1,6	98,4	3,6
2003	10,6	89,4	6,5	93,5	17,1
2004	19,6	80,4	3,5	96,5	23,1

Fonte: dados da pesquisa.

O rendimento máximo potencial do feijão, em Kg ha^{-1} , obtido em condições hídricas não limitantes (Y_{mp}) estimado pelo método da Zona Agroecológica, conforme Doorenbos & Kassan (1980) e os valores dos parâmetros utilizados no cálculo são apresentados na Tabela 4.2.3 para safra e Tabela 4.2.4 para safrinha. Compõem estes parâmetros: ciclo da cultura, em dias; temperatura média normal do período analisado (T), °C; radiação de onda curta percebida e medida (R_s), $\text{cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$; recepção máxima de radiações ativas de onda curta em dias ensolarados (R_{se}), $\text{cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$; taxa de produção bruta de matéria seca de um cultivo tipo em uma dada localidade em um dia sem nuvens (y_c), $\text{cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$; taxa de produção bruta de matéria seca de um cultivo tipo numa dada localidade, em um dia completamente nublado (y_0), $\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$; fração do tempo do dia em que o céu está nublado (F); produção bruta de matéria seca de um cultivo tipo (Y_0), $\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$; correção do desenvolvimento do cultivo com o tempo e por superfície foliar (cL); correção por espécie de cultivo e temperatura (cN) e correção pela produção líquida de matéria seca (cH).

TABELA 4.2.3 - Rendimento máximo potencial do feijão, em Kg ha^{-1} , obtido em condições hídricas não limitantes e valores dos parâmetros utilizados no cálculo, para a época da safra, na série histórica considerada, Passo Fundo, RS

ano	ciclo	T	R_s	R_{se}	y_c	y_0	F	Y_0	cL	cN	cH	Y_{mp}
1985	100	20,1065	469,625	376,5	443,5	236,5	0,47040	346,125	0,48	0,6	0,35	3.489
1986	100	18,7459	438,575	376,5	443,5	236,5	0,52195	335,455	0,48	0,6	0,35	3.381
1987	100	18,3008	437,225	376,5	443,5	236,5	0,52419	334,991	0,48	0,6	0,35	3.377
1988	100	18,6614	467,061	376,5	443,5	236,5	0,47466	345,244	0,48	0,6	0,35	3.480
1989	100	17,9286	462,812	376,5	443,5	236,5	0,48171	343,784	0,48	0,6	0,35	3.465
1990	100	18,9000	432,996	376,5	443,5	236,5	0,53121	333,538	0,48	0,6	0,35	3.362
1991	100	19,4393	438,086	376,5	443,5	236,5	0,52276	335,287	0,48	0,6	0,35	3.380
1992	100	18,5229	455,510	376,5	443,5	236,5	0,49384	341,275	0,48	0,6	0,35	3.440
1993	100	18,9401	450,322	376,5	443,5	236,5	0,50245	339,492	0,48	0,6	0,35	3.422
1994	100	19,5573	416,159	376,5	443,5	236,5	0,55916	327,753	0,48	0,6	0,35	3.304
1995	100	19,0008	491,341	376,5	443,5	236,5	0,43436	353,587	0,48	0,6	0,35	3.564
1996	100	18,8065	432,448	376,5	443,5	236,5	0,53212	333,350	0,48	0,6	0,35	3.360
1997	100	19,1311	399,773	376,5	443,5	236,5	0,58636	322,122	0,48	0,6	0,35	3.247
1998	100	18,4688	411,069	376,5	443,5	236,5	0,56761	326,003	0,48	0,6	0,35	3.286
1999	100	18,0688	429,257	376,5	443,5	236,5	0,53742	332,253	0,48	0,6	0,35	3.349
2000	100	18,9082	438,830	376,5	443,5	236,5	0,52153	335,543	0,48	0,6	0,35	3.382
2001	100	18,9082	443,940	376,5	443,5	236,5	0,51304	337,299	0,48	0,6	0,35	3.400
2002	100	18,7393	363,398	376,5	443,5	236,5	0,64674	309,622	0,48	0,6	0,35	3.121
2003	100	19,2577	437,499	376,5	443,5	236,5	0,52374	335,085	0,48	0,6	0,35	3.378
2004	100	19,6077	420,016	376,5	443,5	236,5	0,55276	329,078	0,48	0,6	0,35	3.317

Fonte: dados da pesquisa.

TABELA 4.2.4 - Rendimento máximo potencial do feijão, em Kg ha⁻¹, obtido em condições hídricas não limitantes e valores dos parâmetros utilizados no cálculo, para a época da safrinha, na série histórica considerada, Passo Fundo, RS

ano	ciclo	T	R_s	R_{se}	y_c	y_0	F	Y_0	cL	cN	cH	Y_{mp}
1985	100	21,4172	433,309	363,75	432	230	0,5054	329,892	0,48	0,5	0,35	2.771
1986	100	21,8123	419,155	363,75	432	230	0,5298	324,979	0,48	0,5	0,35	2.730
1987	100	21,7360	414,104	363,75	432	230	0,5384	323,226	0,48	0,5	0,35	2.715
1988	100	21,6195	445,166	363,75	432	230	0,4851	334,007	0,48	0,5	0,35	2.806
1989	100	21,1601	405,494	363,75	432	230	0,5532	320,238	0,48	0,5	0,35	2.690
1990	100	21,4130	389,998	363,75	432	230	0,5799	314,860	0,48	0,5	0,35	2.645
1991	100	21,6598	461,618	363,75	432	230	0,4568	339,718	0,48	0,5	0,35	2.854
1992	100	21,1455	393,979	363,75	432	230	0,5730	316,241	0,48	0,5	0,35	2.656
1993	100	21,4163	405,450	363,75	432	230	0,5533	320,223	0,48	0,5	0,35	2.690
1994	100	20,8950	422,267	363,75	432	230	0,5244	326,060	0,48	0,5	0,35	2.739
1995	100	20,9598	421,073	363,75	432	230	0,5265	325,645	0,48	0,5	0,35	2.735
1996	100	21,6886	438,758	363,75	432	230	0,4961	331,783	0,48	0,5	0,35	2.787
1997	100	21,6327	470,037	363,75	432	230	0,4423	342,640	0,48	0,5	0,35	2.878
1998	100	20,7098	382,427	363,75	432	230	0,5929	312,232	0,48	0,5	0,35	2.623
1999	100	21,6532	429,452	363,75	432	230	0,5121	328,554	0,48	0,5	0,35	2.760
2000	100	21,4243	435,223	363,75	432	230	0,5021	330,557	0,48	0,5	0,35	2.777
2001	100	22,7032	385,344	363,75	432	230	0,5878	313,245	0,48	0,5	0,35	2.631
2002	100	22,0754	436,344	363,75	432	230	0,5002	330,945	0,48	0,5	0,35	2.780
2003	100	21,4819	406,312	363,75	432	230	0,5518	320,522	0,48	0,5	0,35	2.692
2004	100	21,5056	452,370	363,75	432	230	0,4727	336,508	0,48	0,5	0,35	2.827

Fonte: dados da pesquisa.

Os valores estimados para o rendimento máximo potencial do feijão em condições hídricas não limitantes (Y_{mp}) variaram de 3.121 a 3.564 kg ha⁻¹, para a safra, e de 2.623 a 2.868 kg ha⁻¹, para a safrinha. Os valores da safra estão nos mesmos patamares dos resultados da otimização do manejo da irrigação em feijoeiro realizada por Heinemann (2003), para as condições de Londrina através do modelo CROPGRO, integrante do sistema DSSAT (Tsuji et al., 1994). No entanto, no Rio Grande do Sul, a cultura do feijão está submetida a uma maior pressão pela ocorrência de doenças sistêmicas, principalmente antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc & Magn.) Scrib.) e crestamento bacteriano comum (*Xanthomonas axonopodis* pv *phaseoli*,) devido à ocorrência de condições climáticas favoráveis tanto na primeira (setembro a outubro) quanto na segunda (janeiro a fevereiro) épocas de plantio (Theodoro, 2004). Conforme o autor, são relatadas perdas de rendimento causadas pelo crestamento bacteriano comum que podem atingir níveis de 45 %.

Os rendimentos máximos, em Kg ha⁻¹, estimados pela correção para condições de lavoura, estão apresentados na Tabela 4.2.5. Conforme os resultados encontrados, as

produtividades variaram de 2.216 a 2.531 kg ha⁻¹, para a safra, e de 1.443 a 1.583 kg ha⁻¹, para a safrinha. Considerando o acumulado da colheitas realizadas na safra e safrinha, a cultura apresentou rendimentos variando entre 3.745 e 4.035 kg ha⁻¹.

Conforme os resultados, os valores obtidos para safrinha são menores que os da safra, provavelmente, devido às menores intensidades de radiação solar que ocorrem nos meses de safrinha (fevereiro-março-abril) em comparação com as ocorridas nos da safra (outubro-novembro-dezembro) conforme pode ser verificado na Figura 4.2.1. Da mesma forma, as temperaturas máximas (Figura 4.2.2) menores e as temperaturas mínimas (Figura 4.2.3) maiores durante o período da safrinha, podem estar determinando, junto com os níveis de radiação, um menor potencial climático de produtividade da cultura.

TABELA 4.2.5 - Rendimento máximo (Y_m), em kg ha⁻¹, corrigido para condições reais de lavoura, da safra e safrinha, do período 1985-2004, Passo Fundo, RS

Ano	Y_m		
	safra	safrinha	acumulado
1985	2477	1524	4001
1986	2401	1501	3902
1987	2397	1493	3891
1988	2471	1543	4014
1989	2460	1480	3940
1990	2387	1455	3842
1991	2400	1569	3969
1992	2442	1461	3903
1993	2430	1479	3909
1994	2346	1506	3852
1995	2531	1504	4035
1996	2386	1533	3919
1997	2305	1583	3888
1998	2333	1443	3776
1999	2378	1518	3896
2000	2401	1527	3929
2001	2414	1447	3861
2002	2216	1529	3745
2003	2400	1481	3880
2004	2346	1555	3900

Fonte: dados da pesquisa.

O rendimento simulado para condições reais de disponibilidade hídrica (Y_a) e rendimento adicional atribuído à irrigação ($Y_{irrigação}$) em kg ha^{-1} , estimados para cada conjunto de safra e safrinha bem como o valor acumulado do ano estão apresentados na Tabela 4.2.6.

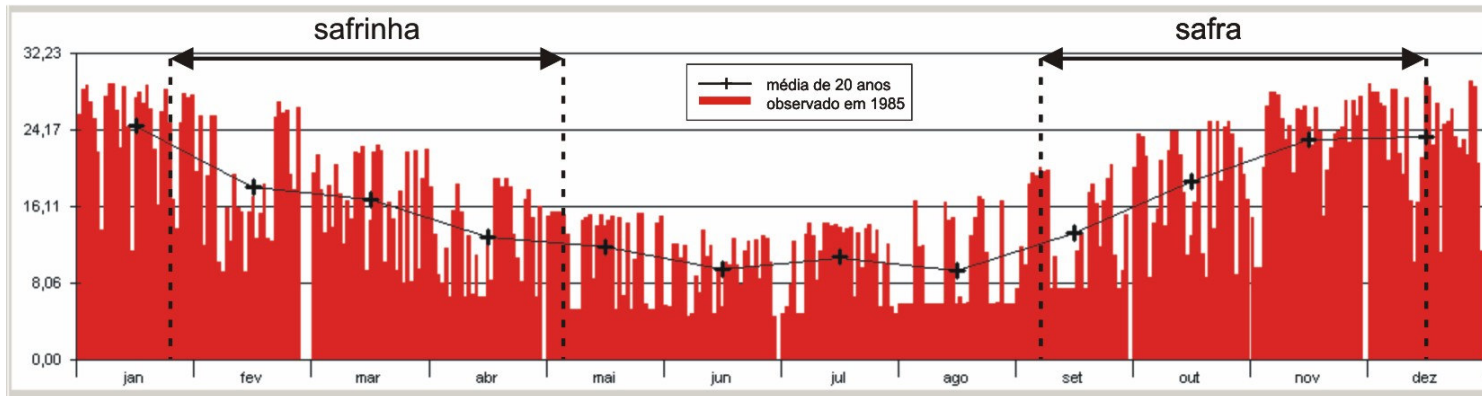
De acordo com os valores estimados, os rendimentos atribuídos à irrigação, considerando as duas colheitas anuais, variaram entre 69 e 870 kg ha^{-1} , com média de 537 kg ha^{-1} .

Os maiores efeitos da irrigação sobre as estimativas de rendimento encontrados no ciclo da safra em comparação com aqueles da safrinha podem ser explicados, em parte, pela precipitação, historicamente, em volume médio menor no período de desenvolvimento da cultura da safra (07/09 a 16/12) em comparação ao da safrinha (25/01 a 05/05), conforme registrado na Figura 4.2.4.

TABELA 4.2.6 - Rendimento estimado para condições reais de disponibilidade hídrica (Y_a) e rendimento atribuído à irrigação ($Y_{irrigação}$), em kg ha^{-1} , da safra, safrinha e acumulado anual, do período 1985-2004, Passo Fundo, RS

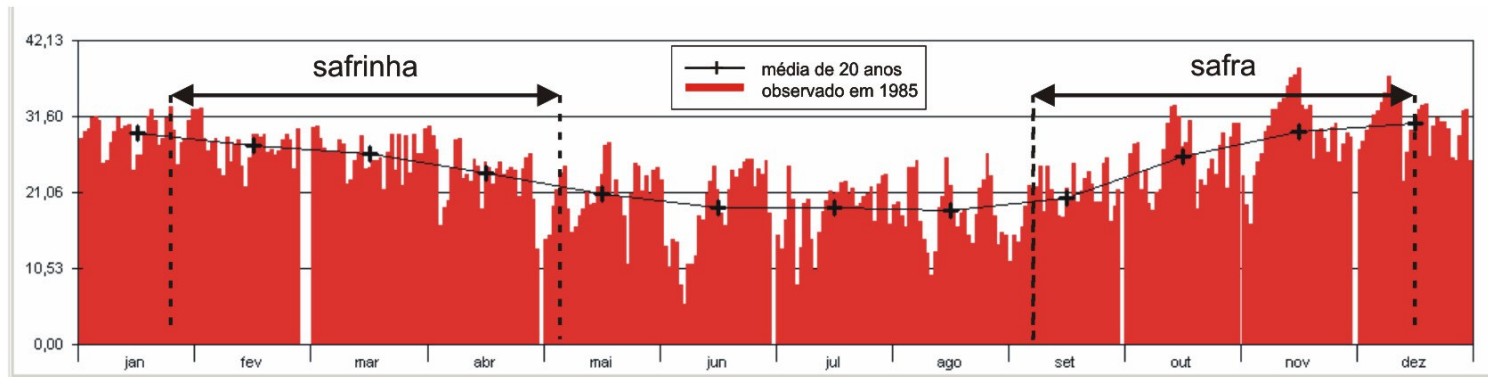
Ano	safra		safrinha		acumulado anual	
	Y_a	$Y_{irrigação}$	Y_a	$Y_{irrigação}$	Y_a	$Y_{irrigação}$
1985	1774	704	1358	166	3132	870
1986	1981	420	1312	189	3293	609
1987	1777	621	1317	176	3094	797
1988	1987	484	1461	82	3448	566
1989	1845	615	1367	112	3212	728
1990	2019	368	1401	54	3420	421
1991	2143	257	1486	83	3629	340
1992	2059	383	1395	66	3454	449
1993	2272	158	1340	139	3612	297
1994	1841	504	1386	121	3227	625
1995	1855	676	1336	169	3191	844
1996	1882	503	1303	230	3185	733
1997	1706	599	1499	84	3205	683
1998	1764	569	1441	1	3205	571
1999	2074	304	1401	117	3475	421
2000	1871	531	1440	87	3311	618
2001	2267	147	1366	81	3633	228
2002	2172	44	1505	24	3676	69
2003	2145	254	1385	96	3530	351
2004	1886	460	1500	54	3386	514

Fonte: dados da pesquisa.



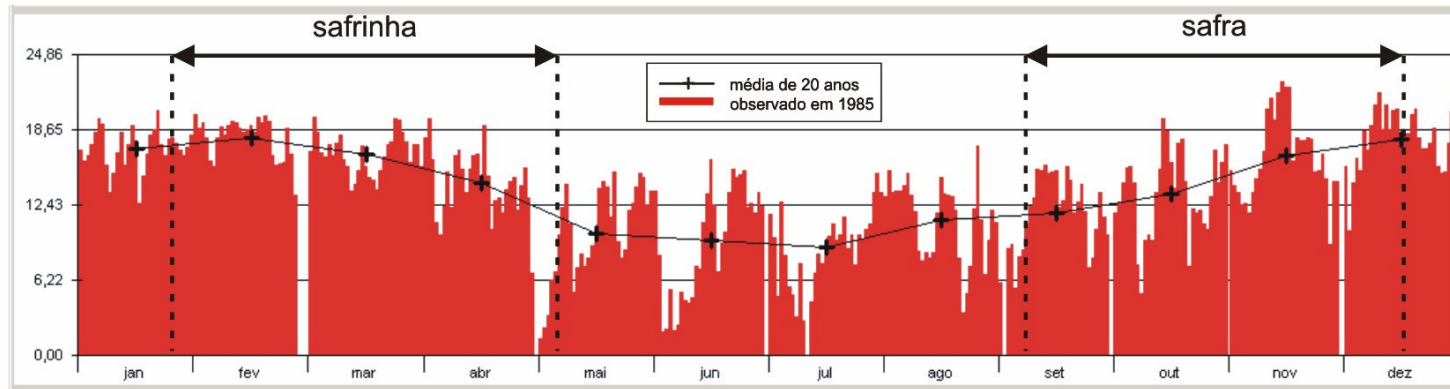
¹Fonte: Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

FIGURA 4.2.1 - Radiação solar global diária, em MJm⁻² dia⁻¹, ocorrida em 1985, e médias da radiação solar global diária, em MJm⁻² dia⁻¹, ocorridas no período 1985-2004, em Passo Fundo, RS¹



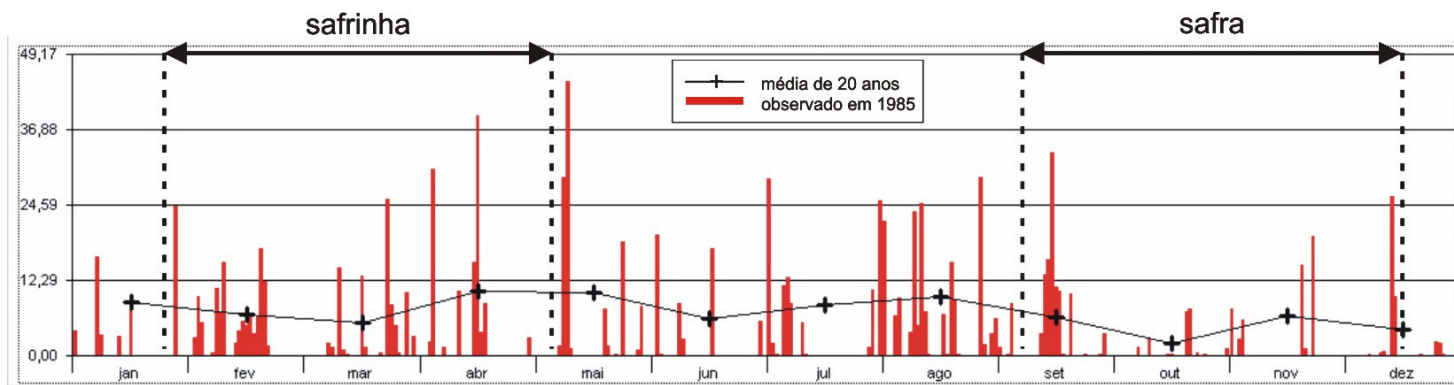
¹Fonte: Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

FIGURA 4.2.2 - Temperaturas máximas diárias, em °C, ocorridas em 1985, e médias das temperaturas máximas diárias, em °C, ocorridas no período 1985-2004, em Passo Fundo, RS¹



Fonte: Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

FIGURA 4.2.3 - Temperaturas mínimas diárias, em °C, ocorridas em 1985 e médias das temperaturas mínimas diárias, em °C, ocorridas no período 1985-2004, em Passo Fundo, RS¹



Fonte: Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

FIGURA 4.2.4 - Precipitações diárias, em mm, ocorridas em 1985 e médias das precipitações diárias, em mm, ocorridas no período 1985-2004, em Passo Fundo, RS¹

4.3 - Renda Líquida

A produção máxima da lavoura de feijão que seria obtida pelo uso da irrigação, corrigida para as condições reais de lavoura (Y_m) para os vinte anos avaliados, calculados, anualmente, a partir da soma dos resultados estimados com safra e safrinha (Tabela 4.2.5) e a receita bruta obtida pela multiplicação da produção com o preço do feijão pago ao produtor em janeiro de 2006, de R\$ 1,3513333 kg^{-1} , são apresentadas na Tabela 4.3.1.

TABELA 4.3.1 - Rendimento máximo potencial do feijão (Y_m), em kg ha^{-1} , e receita bruta (R\$ ha^{-1}) estimado anualmente para o período 1985-2004, Passo Fundo, RS

Ano	Y_{mp} (kg/ha)	Receita bruta (R\$ /ha)
1985	4.001	5.407,03
1986	3.902	5.273,17
1987	3.891	5.257,74
1988	4.014	5.424,20
1989	3.940	5.324,12
1990	3.842	5.191,45
1991	3.969	5.363,56
1992	3.903	5.274,90
1993	3.909	5.282,51
1994	3.852	5.205,42
1995	4.035	5.452,68
1996	3.919	5.295,28
1997	3.888	5.254,47
1998	3.776	5.102,17
1999	3.896	5.264,51
2000	3.929	5.308,83
2001	3.861	5.217,73
2002	3.745	5.060,58
2003	3.880	5.243,71
2004	3.900	5.270,65
média	3.903	5.273,74
acumulado	78.052	105.474,71

Fonte: dados da pesquisa.

O custo total de produção por hectare, considerado para cada ano da série histórica examinada, foi composto pelo custo associado à produção (C_o) que representa o custo que seria incorrido usando-se ou não a irrigação na lavoura, ou seja, é o custo normal de produção da lavoura, por hectare, da safra e safrinha, mais o custo de irrigação (C_i), que representa o adicional de custo que o produtor teria com a lavoura ao irrigá-la, considerados os dois

parâmetros: o custo do capital referente ao investimento feito no pivô central e o custo operacional efetivo da irrigação computado a partir do requerimento bruto de água considerando as despesas com mão-de-obra (CMO), energia elétrica ($C_{energia}$) e manutenção, conservação e reparos do equipamento ($CMCR$). Na Tabela 4.3.2 são apresentados os custos associados à produção (C_0) de safra e safrinha, o custo de capital (C_c), o custo operacional da irrigação (C_w) e o custo da irrigação (C_i) bem como o custo total (C_t), enquanto que, na Tabela 4.3.3, é apresentado o detalhamento dos custos que compõem o custo operacional da irrigação (C_w), a saber, custos de mão-de-obra (CMO), despesas de energia elétrica ($C_{energia}$) com a irrigação suplementar e custo médio anual com manutenção, conservação e reparos do equipamento ($CMCR$).

TABELA 4.3.2 - Custo por hectare estimado para a lavoura do feijão irrigada com pivô central, no período 1985-2004, Passo Fundo, RS

ano	C_0 (R\$ ha ⁻¹)	C_c (R\$ ha ⁻¹)	C_w (R\$ ha ⁻¹)	C_i (R\$ ha ⁻¹)	C_t (R\$ ha ⁻¹)
1985	3.126,16	309,26	312,91	622,17	3748,33
1986	3.126,16	309,26	309,54	618,80	3744,96
1987	3.126,16	309,26	308,61	617,87	3744,03
1988	3.126,16	309,26	316,79	626,05	3752,21
1989	3.126,16	309,26	305,40	614,66	3740,82
1990	3.126,16	309,26	294,16	603,43	3729,59
1991	3.126,16	309,26	314,13	623,39	3749,55
1992	3.126,16	309,26	297,09	606,35	3732,51
1993	3.126,16	309,26	302,68	611,94	3738,10
1994	3.126,16	309,26	276,44	585,71	3711,87
1995	3.126,16	309,26	312,94	622,20	3748,36
1996	3.126,16	309,26	302,89	612,15	3738,31
1997	3.126,16	309,26	305,17	614,43	3740,59
1998	3.126,16	309,26	299,01	608,27	3734,43
1999	3.126,16	309,26	306,34	615,60	3741,76
2000	3.126,16	309,26	297,37	606,63	3732,79
2001	3.126,16	309,26	306,98	616,24	3742,40
2002	3.126,16	309,26	298,42	607,69	3733,85
2003	3.126,16	309,26	299,66	608,93	3735,09
2004	3.126,16	309,26	313,77	623,03	3749,19
média	3.126,16	309,26	304,01	613,28	3.739,44
acumulado	62.523,20	6.185,26	6.080,30	12.265,55	74.788,75

Fonte: dados da pesquisa.

TABELA 4.3.3 - Detalhamento dos custos componentes do custo operacional da irrigação estimados para o feijão irrigado por pivô central, período 1985-2004, Passo Fundo, RS

ano	CMO (R\$ ha ⁻¹)	$C_{energia}$ (R\$ ha ⁻¹)	$CMCR$ (R\$ ha ⁻¹)
1985	48,99	146,49	117,42
1986	46,01	146,11	117,42
1987	45,05	146,14	117,42
1988	52,78	146,59	117,42
1989	42,01	145,97	117,42
1990	31,45	145,29	117,42
1991	50,20	146,50	117,42
1992	34,22	145,45	117,42
1993	39,40	145,86	117,42
1994	15,28	143,74	117,42
1995	49,08	146,45	117,42
1996	39,65	145,82	117,42
1997	41,79	145,96	117,42
1998	35,95	145,64	117,42
1999	42,96	145,96	117,42
2000	34,45	145,50	117,42
2001	43,43	146,13	117,42
2002	35,40	145,61	117,42
2003	36,65	145,60	117,42
2004	50,00	146,35	117,42
média	40,74	145,86	117,42
acumulado	814,73	2.917,17	2.348,40

Fonte: dados da pesquisa.

O custo básico associado à produção (C_0), computados safra e safrinha, que ocorreria com ou sem irrigação foi de R\$ 3.126,16 ha⁻¹, enquanto que o valor residual (V_r) do investimento de irrigação, ou seja, o valor residual de descarte do equipamento após 20 anos de uso, considerando o período de 20 anos analisados, foi calculado em R\$ 93.200,00 pela equação (25) e a depreciação (Dep_a) foi estimada para o equipamento pivô central, conforme a equação (26) em R\$ 216.800,00.

A renda líquida anual (RL) para os 20 anos de safra e safrinha avaliados resultante do balanço entre estimativas da receita bruta e o custo total (C_t) está relacionada na Tabela 4.3.4. A renda líquida média estimada por hectare da produção de feijão irrigado, obtida com

as duas colheitas anuais, safra e safrinha, no período avaliado, foi de R\$ 1.534,30 ha⁻¹, variando entre R\$ 1.327,73 a R\$ 1.704,32.

TABELA 4.3.4 - Receita bruta, custos totais (C_t) e renda líquida (RL) em R\$ ha⁻¹, estimados para a lavoura de feijão irrigada por pivô central, no período 1985-2004, Passo Fundo, RS

ano	Receita bruta (R\$ ha ⁻¹)	C_t (R\$ ha ⁻¹)	RL (R\$ ha ⁻¹)
1985	5.407,03	3.748,33	1.658,70
1986	5.273,17	3.744,96	1.528,21
1987	5.257,74	3.744,03	1.513,71
1988	5.424,20	3.752,21	1.671,99
1989	5.324,12	3.740,82	1.583,30
1990	5.191,45	3.729,59	1.461,86
1991	5.363,56	3.749,55	1.614,01
1992	5.274,90	3.732,51	1.542,39
1993	5.282,51	3.738,10	1.544,41
1994	5.205,42	3.711,87	1.493,55
1995	5.452,68	3.748,36	1.704,32
1996	5.295,28	3.738,31	1.556,97
1997	5.254,47	3.740,59	1.513,88
1998	5.102,17	3.734,43	1.367,74
1999	5.264,51	3.741,76	1.522,75
2000	5.308,83	3.732,79	1.576,04
2001	5.217,73	3.742,40	1.475,33
2002	5.060,58	3.733,85	1.326,73
2003	5.243,71	3.735,09	1.508,62
2004	5.270,65	3.749,19	1.521,46
média	5.273,74	3.739,44	1.534,30
acumulado	105.474,71	43.527,15	30.685,97

Fonte: dados da pesquisa.

Estes valores são inferiores aos resultados encontrados por Heinemann (2003) que relata uma renda média obtida com o preço médio (US\$ 0,72 kg⁻¹) de dez anos, para safra das águas do Paraná de US\$ 1.631 ha⁻¹. Da mesma forma, Faria et al. (1997), em estudo realizado com feijão irrigado no Paraná, encontraram um retorno líquido de R\$ 2.853,00 ha⁻¹ ano⁻¹, para irrigações quando o solo atinge 60 % da capacidade de armazenamento da água. Os autores consideraram o uso da irrigação justificável nas condições do Paraná, uma vez que o acréscimo médio de renda foi de R\$ 2.403,00 ha⁻¹ ano⁻¹, quando adotado o nível ótimo de irrigação. No entanto, os autores advertem para a alta dependência do preço pago ao produtor pela produção do feijão no montante do retorno líquido. As discrepâncias encontradas entre as

rendas estimadas pelos autores referidos acima e este trabalho são atribuídas à correção aplicada aos rendimentos considerando as estimativas das perdas com a colheita, o beneficiamento e provocadas pela ocorrência de doenças.

4.4 - Viabilidade Econômica

A viabilidade econômica foi realizada tomando por base apenas os ingressos e custos da irrigação por hectare, adotando o critério de que a receita líquida adicional pelo uso da irrigação dever ser suficiente para pagar o investimento. Os ingressos foram estimados pelo produto do adicional de produção atribuído à irrigação com o preço do feijão pago ao produtor em janeiro de 2006 de R\$ 1,3513 kg⁻¹. Considerou-se que a renda atribuída à irrigação poderia ser projetada para os vinte anos no futuro. Neste caso, tomou-se o ano de 1985 como o ano inicial para o cálculo do *VPL*, da *TIR* e do *B/C*. Assim, no primeiro ano, o valor inicial (V_i) do pivô foi de R\$ 3.914,14 ha⁻¹ e o seu valor residual (V_r), calculado considerando a depreciação anual foi de R\$ 1.176,77 ha⁻¹. Os custos e ingressos da irrigação da lavoura de feijão utilizados no cálculo, tendo por base o hectare, constam na Tabela 4.4.1. Os ingressos oriundos da irrigação variaram durante o período avaliado, resultado da grande variabilidade do rendimento da cultura. O menor fluxo de caixa encontrado foi de -R\$71,99, ocorrido em 2002, sendo que em todos os outros anos os valores foram positivos.

Os resultados dos métodos adotados na análise da viabilidade econômica estão apresentados na Tabela 4.4.2. Conforme Frizzone (2005), o valor obtido para o *VPL* positivo indica que a irrigação do feijoeiro nas condições estudadas é economicamente viável. O valor obtido para a *TIR* classifica o projeto de irrigação da lavoura de feijão como bastante atrativo, haja vista a diferença entre o valor da *TIR* (11,88 %) e a taxa de atratividade adotada (6 %). Da mesma forma, a relação *B/C* configurou-se aceitável por seu valor maior que a unidade. Para Frizzone (2005), a soma do custo do equipamento no ano inicial (V_i), com o valor obtido para o *VPL* expressa o valor máximo que poderia ser pago pelo investimento no equipamento

de irrigação, sem prejuízo para o proprietário. Segundo o autor, o valor máximo que poderia ser pago pelo investimento corresponde ao ponto de indiferença econômica. Este ponto representa, na avaliação, o limite de valor abaixo do qual a prática da irrigação não seria recomendada economicamente. No caso deste estudo, sendo V_i de R\$ 3.914,14 ha⁻¹ e o VPL calculado de R\$ 1.793,93 ha⁻¹, a soma dos dois valores é R\$ 5.708,07 ha⁻¹ e representa o valor máximo que poderia ser pago pelo equipamento de irrigação, em um mundo sem risco.

TABELA 4.4.1 - Ingressos ($PxY_{irrigação}$), custos (C_w) e fluxos de caixa anuais da irrigação da lavoura de feijão, em R\$ ha⁻¹ ano⁻¹, Passo Fundo, RS

Ano	$PxY_{irrigação}$ (R\$ ha ⁻¹ ano ⁻¹)	C_w (R\$ ha ⁻¹ ano ⁻¹)	Fluxo de caixa (R\$ ha ⁻¹ ano ⁻¹)
1985	1.175,17	312,91	813,46
1986	823,39	309,54	457,32
1987	1.077,22	308,61	645,34
1988	764,95	316,79	354,99
1989	983,15	305,40	506,46
1990	569,49	294,16	194,10
1991	459,37	314,13	96,60
1992	607,03	297,09	194,46
1993	401,34	302,68	58,40
1994	844,35	276,44	317,12
1995	1.140,74	312,94	436,07
1996	990,95	302,89	341,94
1997	923,36	305,17	289,83
1998	771,25	299,01	208,87
1999	569,25	306,34	109,70
2000	834,80	297,37	211,56
2001	308,50	306,98	0,57
2002	92,95	298,42	-71,99
2003	473,79	299,66	57,55
2004	694,81	313,77	485,73

Fonte: dados da pesquisa.

TABELA 4.4.2 - Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Benefício-Custo (B/C) calculados para feijão irrigado, para o período 1985-2004, Passo Fundo, RS

Método	Valor obtido
VPL	R\$ 1.793,93 ano ⁻¹
TIR	11,88 %
B/C	1,36

Fonte: dados da pesquisa.

O gráfico da variação do *VPL* em função da variação da taxa de desconto (j) com determinação da *TIR* no ponto em que a curva corta o eixo horizontal ($VPL = 0$) está representado na Figura 4.4.1.

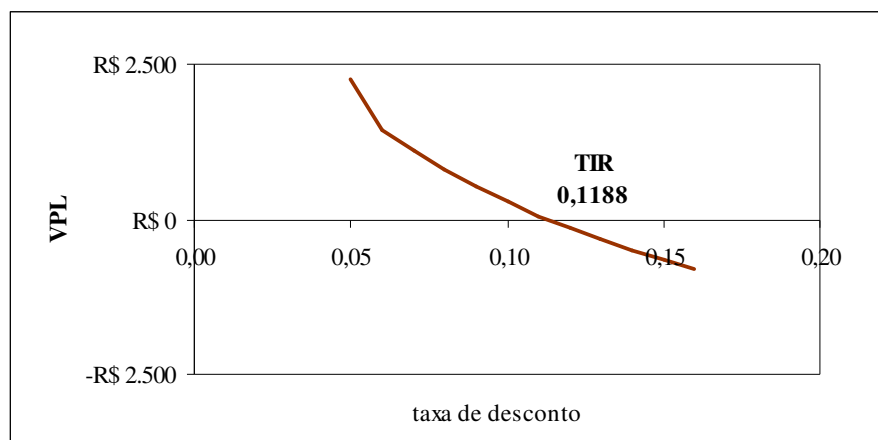


FIGURA 4.4.1 - Variação do *VPL* em função da taxa de desconto e determinação do valor da *TIR*, onde $VPL = 0$, calculados para lavoura de feijão irrigado, em R\$ ha⁻¹ ano⁻¹, para o período 1985-2004, Passo Fundo, RS

4.5 - Análise de risco

Para a análise, os cinco cenários selecionados como mais possíveis causadores de risco, *regulamentação da cobrança pelo uso da água, variação no valor residual do equipamento de irrigação, variação dos preços recebidos pelo produtor, variação tarifária da energia elétrica oriunda da modificação na classificação da unidade consumidora e variação no rendimento de grãos obtidos com a irrigação*, tiveram seus parâmetros econômicos estabelecidos. O perfil do risco associado a cada cenário simulado foi obtido da quantificação da distribuição da probabilidade de ocorrência dos *VPL* e das *TIR* calculadas para os cinco cenários.

4.5.1 - Cenário 1 Cobrança pelo uso da água da irrigação

Para a configuração do cenário, foi incluído nos custos da irrigação (C_w), o custo da água. O volume bruto anual gasto de águas para irrigação e o custo do consumo anual da água para irrigação foram calculado a partir da área cultivada e irrigada pelo pivô (79,2 ha)

considerando as tarifas cobradas pelo consumo de água para irrigação (T_a) de R\$ 0,02 m⁻³ e R\$ 0,04 m⁻³. Os valores calculados dos volumes brutos de irrigação para safras (Vi_{safra}), safrinhas ($Vi_{safrinha}$) e totais anuais (Vi_{anual}) bem como os custos anuais da água de irrigação ($C_{água}$) estão apresentados na Tabela 4.5.1.1. O valor mínimo, máximo e médio de custo da água estimados pela análise a partir das tarifas de consumo de água, que também estão apresentados na Tabela 4.5.1.1, foram usados para a análise de risco.

TABELA 4.5.1.1 - Volume de água de irrigação e custo da água estimados para lavoura de feijão irrigado para o período 1985-2004, Passo Fundo, RS

Ano	Vi_{safra} (l m ⁻²)	$Vi_{safrinha}$ (l m ⁻²)	Vi_{anual} (l m ⁻²)	$C_{água}$ (R\$ ha ⁻¹ ano ⁻¹)	
				T_a de R\$ 0,02	T_a de R\$ 0,4
1985	385	213	597	192	331
1986	316	245	561	182	312
1987	264	285	549	178	306
1988	299	345	644	205	355
1989	292	221	513	168	287
1990	187	197	384	131	221
1991	308	304	612	196	338
1992	253	164	418	141	238
1993	268	213	481	159	270
1994	243	228	470	156	265
1995	339	260	598	192	331
1996	254	229	483	160	272
1997	176	334	510	167	286
1998	264	174	438	147	249
1999	280	244	524	171	293
2000	211	209	421	142	239
2001	315	214	529	173	296
2002	191	241	432	145	245
2003	231	216	447	149	253
2004	270	340	610	196	337
Valor mínimo do $C_{água}$				R\$ 131,00	R\$ 221,00
Valor máximo do $C_{água}$				R\$ 205,00	R\$ 355,00
Valor médio do $C_{água}$				R\$ 168,00	R\$ 286,00

Fonte: dados da pesquisa.

Os valores das TIR de cada uma das 1.000 séries de 20 anos de fluxo de caixa simulados através do método de Monte Carlo estão apresentados no Anexo A5. Com as

TIR simuladas foram quantificadas a distribuição da frequência, $n(TIR)$, da frequência acumulada, $f(TIR)$, e da frequência relativa acumulada também chamada de distribuição empírica dos dados simulados, $F(TIR)$. As distribuições simuladas e os valores mínimo, máximo e médio, mediana, moda e desvio padrão da *TIR* estimadas para tarifa de consumo de R\$ 0,02 estão apresentadas na Tabela 4.5.1.1.

TABELA 4.5.1.1 - Distribuições da frequência da *TIR* considerando o custo da água para tarifa da água de R\$ 0,02 para os fluxos de caixa estimados de 1985 a 2004, Passo Fundo, RS

<i>TIR</i>	$n(TIR)$	$f(TIR)$	$F(TIR)$
0,055	1	1	0,001
0,056	2	1	0,002
0,057	7	5	0,007
0,058	13	6	0,013
0,059	32	19	0,032
0,060	50	18	0,050
0,061	81	31	0,081
0,062	120	39	0,120
0,063	191	71	0,191
0,064	274	83	0,274
0,065	352	78	0,352
0,066	437	85	0,437
0,067	541	104	0,541
0,068	624	83	0,624
0,069	703	79	0,703
0,070	784	81	0,784
0,071	845	61	0,845
0,072	887	42	0,887
0,073	931	44	0,931
0,074	960	29	0,960
0,075	983	23	0,983
0,076	990	7	0,990
0,077	995	5	0,995
0,078	998	3	0,998
0,079	1000	2	1,000
Valor mínimo da <i>TIR</i> (a)			0,055
Valor máximo da <i>TIR</i> (b)			0,079
Média da <i>TIR</i> (m)			0,067
Mediana da <i>TIR</i>			0,067
Moda da <i>TIR</i>			0,067
Desvio padrão da <i>TIR</i> (σ)			0,004

Fonte: dados da pesquisa.

Conforme os resultados, os valores da *TIR* obtidos com a cobrança da água para tarifa de consumo de R\$ 0,02 variaram de 5,50 a 7,90 %, quando o custo da água variou entre R\$ 131,00 e R\$ 205,00 ha⁻¹ ano⁻¹. O valor do desvio padrão obtido ($\sigma = 0,4\%$), evidencia a pequena dispersão dos valores da *TIR*. A análise da probabilidade de inviabilidade da irrigação na eventualidade de que a cobrança da água com tarifa de R\$ 0,02 resultou em $-z = 1,743$, indicando que o investimento tem uma probabilidade de 4,09 % de ser inviável, estatisticamente, a 1 % de probabilidade. Estes resultados mostram o investimento 95,91 % viável, estatisticamente, a 1 % de probabilidade, portanto com baixo risco da irrigação do feijão ser economicamente inviável com a adoção de tarifa de R\$ 0,02 na cobrança pelo uso da água, desde que seus custos correspondam aos patamares avaliados neste estudo.

Na Figura 4.5.1.1 está representado o histograma da distribuição das freqüências absolutas enquanto que a ogiva das freqüências acumuladas encontra-se na Figura 4.5.1.2. Conforme pode ser observado na Figura 4.5.1.2 e comprovado pelo teste de simetria em que a média é igual à mediana que é igual à moda e pelo coeficiente de assimetria onde $AS = 0$, pode-se considerar que a curva da distribuição é simétrica.

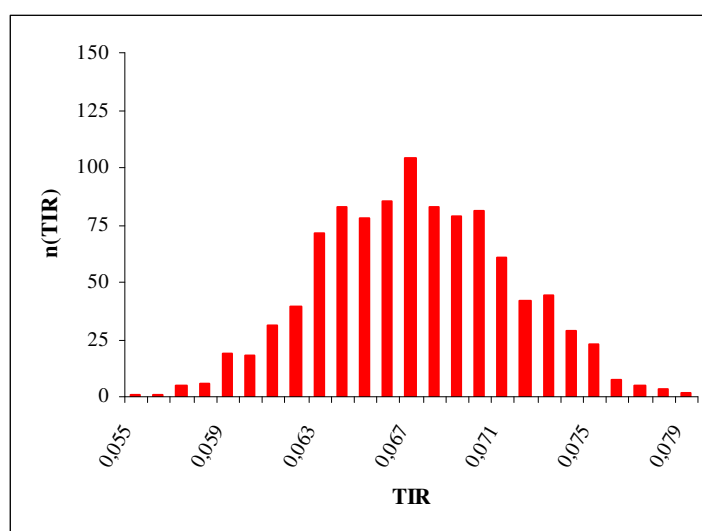


FIGURA 4.5.1.1 - Distribuição das freqüências absolutas, $n(TIR)$, dos valores da *TIR* através do método de simulação de Monte Carlo, considerando o custo da água estimado para tarifa de consumo de R\$ 0,02 para o período 1985 a 2004, Passo Fundo, RS

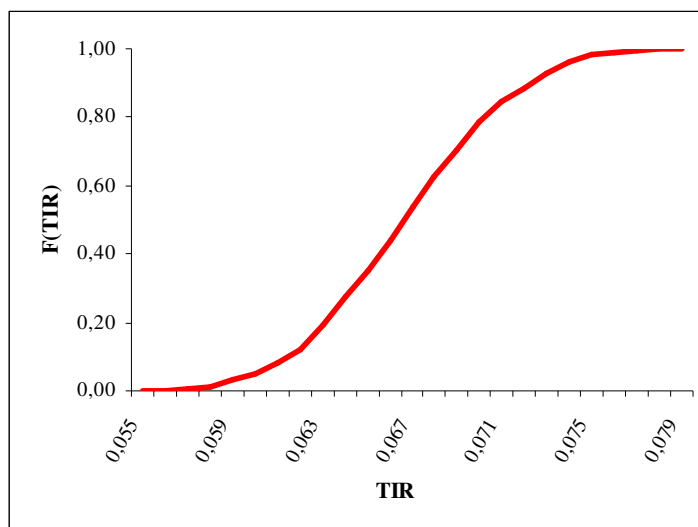


FIGURA 4.5.1.2 - Distribuição das freqüências acumuladas relativas, $F(TIR)$, dos valores da TIR através do método de simulação de Monte Carlo, considerando o custo da água estimado para tarifa de consumo de R\$ 0,02 para o período 1985 a 2004, Passo Fundo, RS

As distribuições simuladas e os valores mínimo, máximo e médio, mediana, moda e desvio padrão da TIR estimadas para tarifa de consumo de R\$ 0,04 estão apresentadas na Tabela 4.5.1.2

Conforme os resultados, os valores da TIR obtidos com a cobrança da água para tarifa de consumo de R\$ 0,04 variaram de -1,20 a 1,00 %, quando o custo da água variou entre R\$ 221,00 e R\$ 355,00 $ha^{-1} ano^{-1}$. O valor do desvio padrão obtido ($\sigma = 0,3\%$), evidencia a grande dispersão dos valores da TIR .

Pela análise da probabilidade de inviabilidade da irrigação, a eventualidade da cobrança da água com tarifa de R\$ 0,04 resultou em 100 % inviável, na medida em que todas as possibilidades do valor da TIR foram inferiores à TMA de 6 %, indicando que a tarifa de R\$ 0,04 inviabiliza completamente o investimento em irrigação.

Na Figura 4.5.1.3 está representado o histograma da distribuição das freqüências absolutas enquanto que a ogiva das freqüências acumuladas encontra-se na Figura 4.5.1.4. Conforme pode ser observado na Figura 4.5.1.3 e comprovado pelo teste de simetria em que a média é igual à mediana que é igual à moda e pelo coeficiente de assimetria onde $AS = 0$, pode-se considerar que a curva da distribuição é simétrica.

TABELA 4.5.1.2 - Distribuições da frequência da *TIR* considerando o custo da água para tarifa da água de R\$ 0,04 para os fluxos de caixa estimados de 1985 a 2004, Passo Fundo, RS

<i>TIR</i>	$n(TIR)$	$f(TIR)$	$F(TIR)$
-0,012	2	2	0,002
-0,010	4	2	0,004
-0,009	22	18	0,022
-0,007	81	59	0,081
-0,005	136	55	0,136
-0,004	292	156	0,292
-0,002	529	237	0,529
0,000	636	107	0,636
0,002	813	177	0,813
0,003	933	120	0,933
0,005	965	32	0,965
0,007	992	27	0,992
0,008	999	7	0,999
0,010	1000	1	1,000
Valor mínimo da <i>TIR</i> (a)			-0,012
Valor máximo da <i>TIR</i> (b)			0,010
Média da <i>TIR</i> (m)			0,002
Mediana da <i>TIR</i>			0,002
Moda da <i>TIR</i>			0,002
Desvio padrão da <i>TIR</i> (σ)			0,003

Fonte: dados da pesquisa.

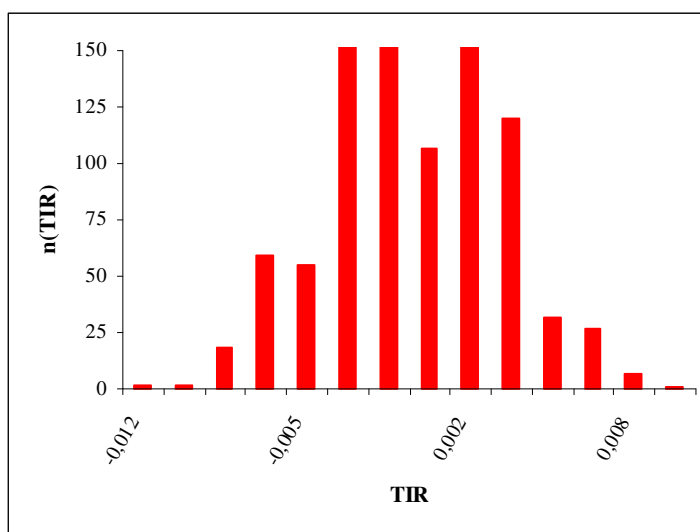


FIGURA 4.5.1.3 - Distribuição das frequências absolutas, $n(TIR)$, dos valores da *TIR* através do método de simulação de Monte Carlo, considerando o custo da água estimado pela tarifa de consumo de R\$ 0,04 para o período 1985 a 2004, Passo Fundo, RS

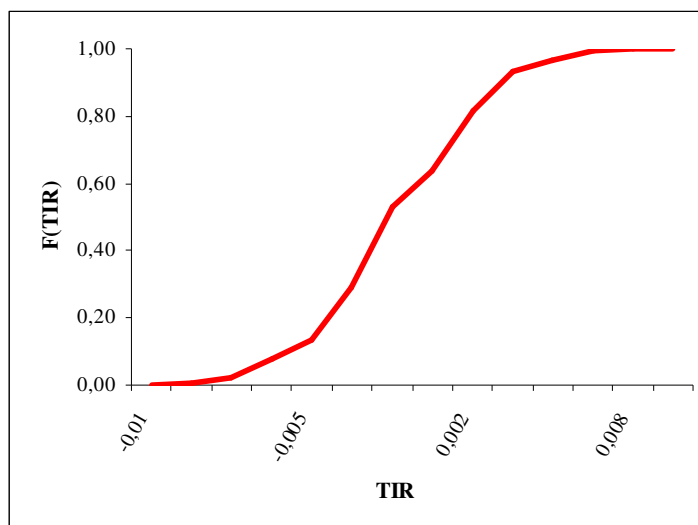


FIGURA 4.5.1.4 - Distribuição das frequências acumuladas relativas, $F(TIR)$, dos valores da TIR através do método de simulação de Monte Carlo, considerando o custo da água estimado pela tarifa de consumo de R\$ 0,04 para o período 1985 a 2004, Passo Fundo, RS

Estes resultados contradizem, em parte, a recomendação do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (Rio Grande do Norte, 2006), que considera valores da tarifa de consumo de água para irrigação entre R\$ 0,02m⁻³ e R\$ 0,04 m⁻³ assimiláveis pelos produtores, pelo menos no caso da produção de feijão.

4.5.2 - Cenário 2 *Varição no valor residual do equipamento de irrigação*

Na elaboração deste cenário, considerou-se o valor residual do equipamento de irrigação oscilando entre o mínimo de R\$ 492,00 ha⁻¹ e o máximo de R\$ 1.861,00 ha⁻¹. Estes valores corresponderiam às alternativas de 25 a 15 anos de duração do equipamento com um valor médio correspondente a R\$ 1.177,00 ha⁻¹.

À semelhança do cenário anterior, foram calculadas as TIR para cada uma das 1.000 séries de 20 anos de fluxo de caixa simulados. Com as TIR foi quantificada a distribuição da frequência, $n(TIR)$, da frequência acumulada, $f(TIR)$, e da frequência relativa acumulada também chamada de distribuição empírica dos dados simulados, $F(TIR)$. A Tabela 4.5.2.1 apresenta as distribuições mencionadas e os valores mínimo, máximo e médio bem como a mediana, a moda e o desvio padrão da TIR .

TABELA 4.5.2.1 - Distribuições da frequência dos valores da *TIR* simulados pelo método de Monte Carlo considerando a variação do valor residual do equipamento de irrigação, período 1985 a 2004, Passo Fundo, RS

<i>TIR</i>	$n(TIR)$	$f(TIR)$	$F(TIR)$
0,1150	3	3	0,003
0,1160	55	52	0,055
0,1170	181	126	0,181
0,1180	401	220	0,401
0,1190	668	267	0,668
0,1200	872	204	0,872
0,1210	983	111	0,983
0,1220	1000	17	1,000
Valor mínimo da <i>TIR</i> (a)			0,115
Valor máximo da <i>TIR</i> (b)			0,122
Média da <i>TIR</i> (m)			0,119
Mediana da <i>TIR</i>			0,119
Moda da <i>TIR</i>			0,119
Desvio padrão da <i>TIR</i> (σ)			0,001

Fonte: dados da pesquisa.

Conforme os resultados obtidos, os valores calculados da *TIR* ficaram entre 11,50 e 12,20 % fazendo variar o valor residual do equipamento de irrigação de R\$ 492,42 a R\$ 1.861,11 ha⁻¹ ano⁻¹. A dispersão dos valores da *TIR* medida através do desvio padrão ($\sigma = 0,1$) foi muito pequena.

Pela análise realizada, na eventualidade de variação do valor residual do equipamento de irrigação, o valor de $-z = 41,54$ obtido indica o investimento estatisticamente como 100 % viável. Assim, os resultados demonstram que a *TIR* não foi influenciada pela variação do valor residual do equipamento de irrigação, uma vez que os valores obtidos permaneceram no patamar de 12 %, valores superiores à *TMA* adotada, de 6 %. Conseqüentemente, a variação do valor residual do equipamento de irrigação, nos termos em que foi realizado este estudo, não acarreta risco de inviabilizar a prática da irrigação do feijão.

As Figuras 4.5.2.1 e 4.5.2.2, a seguir, representam o histograma da distribuição das frequências absolutas e a ogiva das frequências acumuladas, respectivamente.

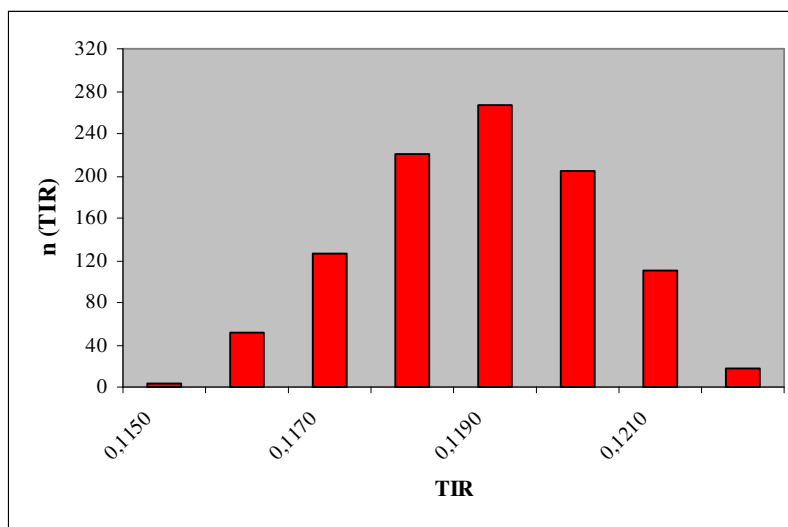


FIGURA 4.5.2.1 - Distribuição das freqüências absolutas, $n(TIR)$, dos valores da TIR simulados através do método de Monte Carlo, considerando a variação no valor residual do equipamento de irrigação nos fluxos de caixa, período 1985 a 2004, Passo Fundo, RS

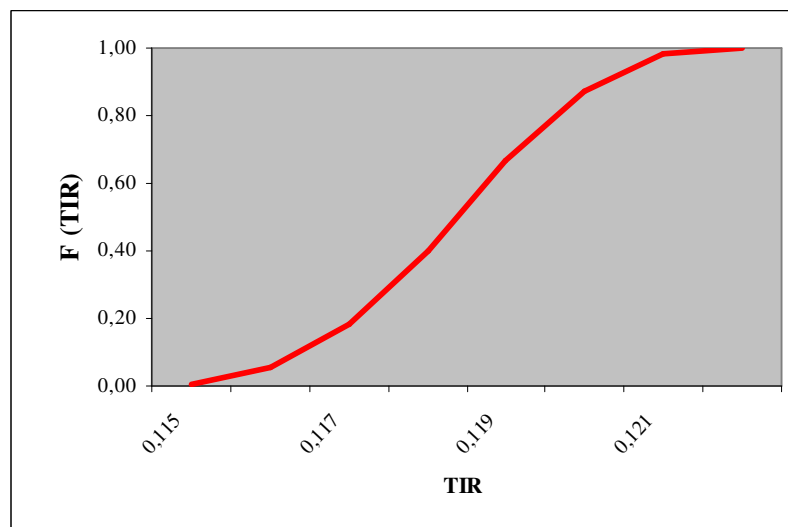


FIGURA 4.5.2.2 - Distribuição das freqüências acumuladas relativas, $F(TIR)$, dos valores da TIR simulados através do método de Monte Carlo, considerando o efeito da variação no valor residual do equipamento de irrigação, nos fluxos de caixa, período 1985 a 2004, Passo Fundo, RS

A Figura 4.5.2.1 demonstra graficamente a simetria da curva de distribuição empírica das freqüências absolutas, não apresentando deformação. Esta simetria pode ser confirmada pela igualdade observada entre a média, mediana e moda (Tabela 4.5.2.1) e pelo coeficiente de assimetria com valor de $AS = 0$.

4.5.3 - Cenário 3 *Variação dos preços do kg de feijão recebidos pelo produtor*

Conforme informado pela Emater-RS (2006), os preços por kg de feijão recebidos pelo produtor entre janeiro de 1995 e dezembro de 2005 variaram entre R\$ 0,71 e R\$ 2,66, com média de R\$ 1,43.

A partir das *TIR* calculadas para cada uma das 1.000 séries de 20 anos de fluxo de caixa simulados, foram quantificadas a distribuição da frequência, $n(TIR)$, da frequência acumulada, $f(TIR)$, e da frequência relativa acumulada também denominada distribuição empírica dos dados simulados, $F(TIR)$.

Na Tabela 4.5.3.1, estão apresentadas as distribuições citadas e os valores mínimo, máximo, a média e a mediana, bem como o desvio padrão da *TIR*.

De acordo com os resultados obtidos, os valores calculados da *TIR* ficaram entre 3,83 e 56,32 %, quando os preços do feijão recebidos pelo produtor variaram entre R\$ 0,71 e R\$ 2,66 kg⁻¹, respectivamente. A dispersão dos valores da *TIR* medida através do desvio padrão ($\sigma = 0,10$) foi pequena.

Conforme a análise da probabilidade da inviabilidade da irrigação, na eventualidade variação dos preços recebidos pelo produtor, foi testado o risco da *TIR* ser menor que a *TMA* adotada de 6 %, através do exame da área sob a curva normal padrão para $Z = -z$ onde $\Pr(Z \geq -z)$. O valor de $-z = 2,29$ indicou uma probabilidade de inviabilidade do investimento de 1,1 % correspondendo a uma avaliação estatística do investimento de 98,9 % viável.

Os resultados mostram que, para o intervalo de preços avaliado, a variação dos preços do kg de feijão recebidos pelo produtor, nos termos em que foi realizado este estudo, acarreta risco muito pequeno de inviabilizar a prática da irrigação do feijão.

TABELA 4.5.3.1 - Distribuições da frequência dos valores da *TIR* simulados por Monte Carlo considerando a variação no preço do feijão recebido pelo produtor nos fluxos de caixa de 1985 a 2004, Passo Fundo, RS

<i>TIR</i>	$n(TIR)$	$f(TIR)$	$F(TIR)$
0,0383	1	1	0,001
0,0585	4	5	0,005
0,0787	2	7	0,007
0,0989	19	26	0,026
0,1191	15	41	0,041
0,1392	26	67	0,067
0,1594	23	90	0,090
0,1796	34	124	0,124
0,1998	30	154	0,154
0,2200	44	198	0,198
0,2402	48	246	0,246
0,2604	129	375	0,375
0,2806	118	493	0,493
0,3008	125	618	0,618
0,3209	54	672	0,672
0,3411	46	718	0,718
0,3613	36	754	0,754
0,3815	39	793	0,793
0,4017	38	831	0,831
0,4219	33	864	0,864
0,4421	31	895	0,895
0,4623	27	922	0,922
0,4824	23	945	0,945
0,5026	19	964	0,964
0,5228	20	984	0,984
0,5430	10	994	0,994
0,5632	6	1000	1,000
Valor mínimo da <i>TIR</i> (a)			0,0383
Valor máximo da <i>TIR</i> (b)			0,5632
Médio da <i>TIR</i> (m)			0,2951
Mediana da <i>TIR</i>			0,2816
Moda da <i>TIR</i>			0,2883
Desvio padrão da <i>TIR</i> (σ)			0,1022

Fonte: dados da pesquisa.

As Figuras 4.5.3.1 e 4.5.3.2, a seguir, apresentam o histograma da distribuição das frequências absolutas e a ogiva das frequências acumuladas, respectivamente.

De acordo com a Figura 4.5.3.1, o histograma apresenta uma assimetria ou deformação desviada para a esquerda com cauda mais alongada à direita, indicando uma predominância de valores da *TIR* concentrados à esquerda. O histograma evidencia também, a grande concentração de frequências de valores da *TIR* entorno da média.

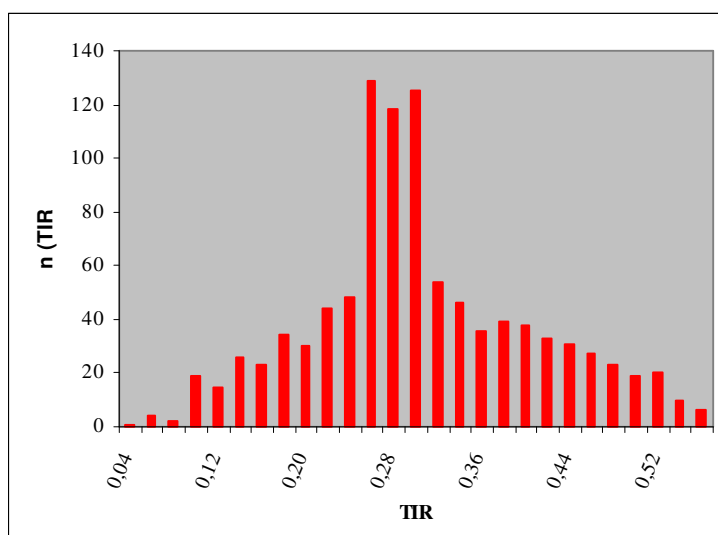


FIGURA 4.5.3.1 - Distribuição das freqüências absolutas, $n(TIR)$, dos valores da TIR simulados através do método de Monte Carlo, considerando o efeito da variação no preço do feijão recebido pelo produtor nos fluxos de caixa do período 1985 a 2004, Passo Fundo, RS

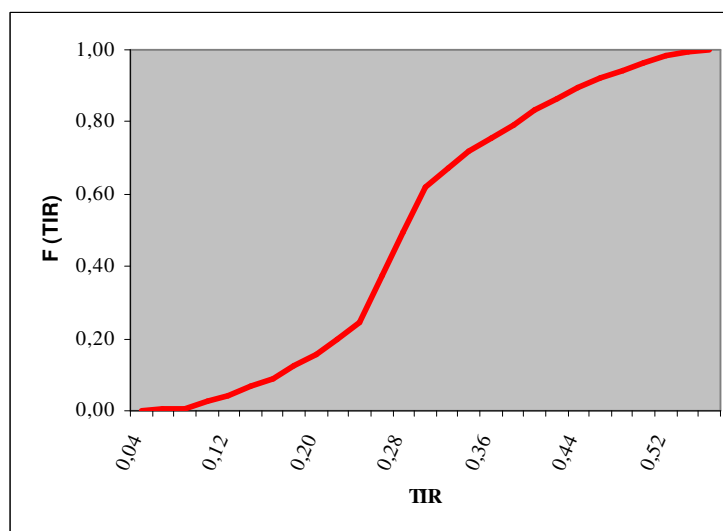


FIGURA 4.5.3.2 - Distribuição das freqüências acumuladas relativas, $F(TIR)$, dos valores da TIR simulados através do método de Monte Carlo, considerando o efeito da variação no preço do feijão recebido pelo produtor nos fluxos de caixa do período 1985 a 2004, Passo Fundo, RS

O coeficiente de assimetria calculado de $AS = 0,066$ e a relação da média maior que mediana que é menor do que a moda, conforme observado na Tabela 4.5.3.1, confirmam assimetria positiva da curva de distribuição da freqüência da TIR .

4.5.4 - Cenário 4 *Varição da tarifa da energia elétrica*

Os valores das tarifas da energia elétrica consumida no sistema de irrigação foram variados considerando a possibilidade de a unidade consumidora adotar a tarifa verde ou a tarifação convencional, ou seja, com ou sem o desconto previsto. O custo da energia elétrica, computado é formado pelo custo de consumo de energia elétrica (C_{cee}) e pelo custo da demanda de energia elétrica (Da). O custo da demanda de energia elétrica anual, Da , calculado foi de R\$ 156,24, com desconto, e R\$ 173,60 sem desconto. A Tabela 4.5.4.1 apresenta os valores do custo de consumo de energia elétrica anual, C_{cee} , e do custo da energia elétrica, $C_{energia}$. Conforme os dados apresentados, os valores da tarifa de energia elétrica variaram entre R\$ 144,00 e R\$ 164,00 com média de R\$ 154,00.

TABELA 4.5.4.1 - Custo de consumo de energia elétrica anual (C_{cee}), e custo da energia elétrica ($C_{energia}$), com desconto (cd) e sem desconto (sd) estimados para lavoura de feijão irrigado para o período 1985-2004, Passo Fundo, RS

Ano	C_{cee} (R\$ ano ⁻¹ ha ⁻¹)		$C_{energia}$ ((R\$ ano ⁻¹ ha ⁻¹))	
	cd	sd	Cd	Sd
1985	3,00	4,84	146,50	164,17
1986	2,58	4,55	146,11	163,90
1987	2,60	4,45	146,14	163,81
1988	3,10	5,22	146,59	164,51
1989	2,42	4,15	145,97	163,53
1990	1,69	3,11	145,29	162,57
1991	3,00	4,96	146,50	164,28
1992	1,86	3,38	145,45	162,82
1993	2,30	3,89	145,86	163,30
1994	0,00	0,00	143,74	159,71
1995	2,94	4,85	146,45	164,18
1996	2,26	3,92	145,82	163,32
1997	2,41	4,13	145,96	163,51
1998	2,07	3,55	145,64	162,98
1999	2,41	4,25	145,96	163,62
2000	1,91	3,40	145,50	162,85
2001	2,60	4,29	146,13	163,66
2002	2,03	3,50	145,61	162,93
2003	2,02	3,62	145,60	163,04
2004	2,84	4,94	146,35	164,26
Valor mínimo do $C_{energia}$			143,74	
Valor máximo do $C_{energia}$			164,51	
Valor médio do $C_{energia}$			154,60	

Fonte: dados da pesquisa.

A partir dos 1.000 números aleatórios, gerados para cada ano da série histórica 1985-2004, utilizados no método de Monte Carlo, atribuindo a distribuição de probabilidades triangular, e dos valores mínimo, máximo e médio do custo de energia, foram calculadas as *TIR*

Com os valores da *TIR* foram quantificadas a distribuição da frequência, $n(TIR)$, da frequência acumulada, $f(TIR)$, e da frequência relativa acumulada, $F(TIR)$.

A Tabela 4.5.4.2 apresenta as distribuições mencionadas e os valores mínimo, máximo, a média, a mediana, a moda e o desvio padrão da *TIR*.

Conforme os resultados obtidos, os valores calculados da *TIR* ficaram entre 11,46 e 11,66 %, quando o custo da energia elétrica variou entre R\$ 143,74 e R\$ 164,51.

A dispersão dos valores da *TIR* medida através do desvio padrão ($\sigma = 0,04$) foi insignificante.

A pequena variação nas *TIR* resultante da variação do custo de energia elétrica é consequência do pouco peso que as horas com desconto (oito horas diárias) representam no total de horas que o pivô fica ligado diariamente. No caso do estudo, o pivô, em cada dia de irrigação, leva um tempo de 20 h para cada volta para aspergir uma lâmina de 8 mm.

Pela análise da probabilidade da inviabilidade da irrigação na eventualidade de variação da tarifa de energia elétrica, não houve risco da *TIR* atingir valores menores que a *TMA* adotada de 6 %. Conforme os resultados, pelo exame da área sob a curva normal padrão para $Z = -z$ onde $\Pr(Z \geq -z)$, o valor de $-z = 138$ obtido indicou que o investimento é estatisticamente viável com 100 % de probabilidade.

As Figuras 4.5.4.1 e 4.5.4.2, a seguir, apresentam o histograma da distribuição das frequências absolutas e a ogiva das frequências acumuladas, respectivamente.

De acordo com a Figura 4.5.4.1, a curva da distribuição das frequências da *TIR* é simétrica. Esta simetria é confirmada igualdade entre a média, a mediana e a moda, bem como pelo coeficiente de assimetria calculado em $AS = 0$.

TABELA 4.5.4.2 - Distribuições da frequência da *TIR* simulados pelo método de Monte Carlo considerando o efeito da variação da tarifa da energia elétrica nos fluxos de caixa de 1985 a 2004, Passo Fundo, RS

<i>TIR</i>	$n(TIR)$	$f(TIR)$	$F(TIR)$
0,1146	5	5	0,005
0,1147	19	24	0,024
0,1148	18	42	0,042
0,1149	22	64	0,064
0,1150	51	115	0,115
0,1151	74	189	0,189
0,1152	98	287	0,287
0,1153	88	375	0,375
0,1154	103	478	0,478
0,1155	108	586	0,586
0,1156	115	701	0,701
0,1157	83	784	0,784
0,1158	67	851	0,851
0,1159	50	901	0,901
0,1160	45	946	0,946
0,1161	22	968	0,968
0,1162	16	984	0,984
0,1163	7	991	0,991
0,1164	7	998	0,998
0,1165	1	999	0,999
0,1166	1	1000	1,000
Valor mínimo da <i>TIR</i> (a)			0,1146
Valor máximo da <i>TIR</i> (b)			0,1166
Média da <i>TIR</i> (m)			0,1155
Mediana da <i>TIR</i>			0,1155
Moda da <i>TIR</i>			0,1155
Desvio padrão da <i>TIR</i> (σ)			0,0004

Fonte: dados da pesquisa.

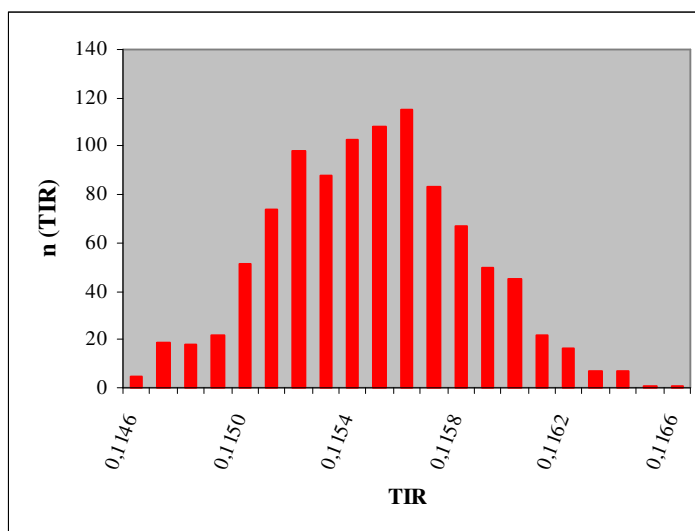


FIGURA 4.5.4.1 - Distribuição das freqüências absolutas, $n(TIR)$, dos valores da TIR simulados através do método de Monte Carlo, considerando o efeito da variação da tarifa da energia elétrica nos fluxos de caixa do período 1985 a 2004, Passo Fundo, RS

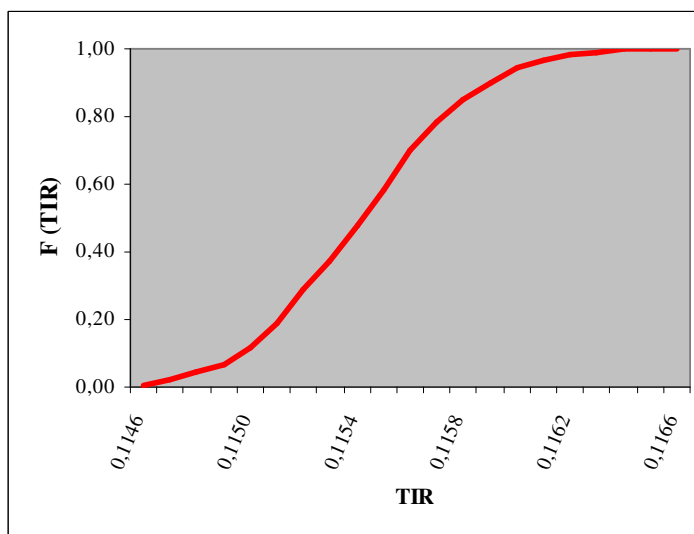


FIGURA 4.5.4.2 - Distribuição das freqüências acumuladas relativas, $F(TIR)$, simuladas por Monte Carlo, considerando o efeito da variação da tarifa da energia elétrica nos fluxos de caixa de 1985 a 2004, Passo Fundo, RS

Os resultados demonstram que, para os valores de custo de energia considerados, todos valores obtidos da TIR permanecem acima do valor da taxa mínima de atratividade (TMA) adotada de 6 %. Conseqüentemente, a variação da tarifa da energia elétrica, nos

termos em que foi realizado este estudo, não acarreta risco de inviabilizar a prática da irrigação do feijão.

4.5.5 - Cenário 5 *Varição na produção de grãos*

Conforme a Tabela 4.2.6, os rendimentos atribuídos à irrigação ($Y_{irrigação}$) variaram entre 69 e 870 kg ha⁻¹. De acordo os cenários anteriores, a análise foi realizada a partir da geração de 1.000 números aleatórios para cada ano da série histórica 1985-2004 e realizada a simulação do método de Monte Carlo aplicando a distribuição de probabilidades uniforme, com os valores mínimo e máximo dos rendimentos adicionais atribuídos à irrigação. Foram então calculadas as *TIR* para cada uma das 1.000 séries de 20 anos de fluxo de caixa simuladas. Com as *TIR* obtidas, foram então quantificadas, a distribuição da frequência, $n(TIR)$, da frequência acumulada, $f(TIR)$, e da frequência relativa acumulada também chamada de distribuição empírica dos dados simulados, $F(TIR)$.

A Tabela 4.5.5.1 apresenta as distribuições mencionadas e os valores mínimo, máximo bem como a média, a mediana, a moda e o desvio padrão da *TIR*.

Os resultados obtidos evidenciaram valores da *TIR* entre -1 e 15 %, quando os rendimentos atribuídos à irrigação ($Y_{irrigação}$) variaram entre 69 e 870 kg ha⁻¹.

A dispersão dos valores da *TIR* medida através do desvio padrão ($\sigma = 2$) foi significativa, demonstrando uma grande variação nos valores da *TIR*.

A probabilidade da inviabilidade da irrigação na eventualidade de variação na produção adicional atribuída à irrigação foi testada pelo risco de ocorrer valores da *TIR* menores que a *TMA* de 6 %. Quantificando a área sob a curva normal padrão em $-z = 0,5$ foi obtida a probabilidade de inviabilidade do investimento de 30,85 %, correspondendo a uma probabilidade de 69,15 % de viabilidade.

Pelos valores resultantes, dentro da variação de rendimento atribuído à irrigação avaliada, o risco da *TIR* ser abaixo do valor da *TMA*, adotada de 6 %, de quase 31 % pode

ser considerado grande. Conseqüentemente, a variação na produção de grãos, nos termos em que foi realizado este estudo, tem um risco de inviabilizar a prática da irrigação do feijão.

TABELA 4.5.5.1 - Distribuições da frequência e diferença D da TIR considerando o efeito da variação na produção de grãos, 1985 a 2004, Passo Fundo, RS

TIR	$n(TIR)$	$f(TIR)$	$F(TIR)$
0,05	1	1	0,001
0,06	3	4	0,004
0,07	2	6	0,006
0,08	4	10	0,010
0,09	15	25	0,025
0,10	28	53	0,053
0,11	60	113	0,113
0,12	62	175	0,175
0,13	87	262	0,262
0,14	99	361	0,361
0,15	109	470	0,470
0,16	97	567	0,567
0,17	88	655	0,655
0,18	97	752	0,752
0,19	81	833	0,833
0,20	54	887	0,887
0,21	38	925	0,925
0,22	25	950	0,950
0,23	18	968	0,968
0,24	14	982	0,982
0,25	9	991	0,991
0,26	3	994	0,994
0,27	2	996	0,996
0,28	4	1000	1,000
Valor mínimo da TIR (a)			-0,01
Valor máximo da TIR (b)			0,15
Média da TIR (m)			0,07
Mediana da TIR			0,07
Moda da TIR			0,06
Desvio padrão da TIR (σ)			0,02

Fonte: dados da pesquisa.

A Figura 4.5.5.1 apresenta o histograma da distribuição das frequências absolutas.

De acordo com os valores observados na Tabela 4.5.5.1, a média é igual à mediana que, por sua vez, é maior que a moda. Estes dados aliados ao coeficiente de assimetria calculado como $AS = 0,5$ confirmam a assimetria da curva, que pode ser classificada como curva de distribuição assimétrica positiva, ou seja, assimétrica à esquerda da curva.

Na Figura 4.5.5.2 está representada a curva das freqüências acumuladas

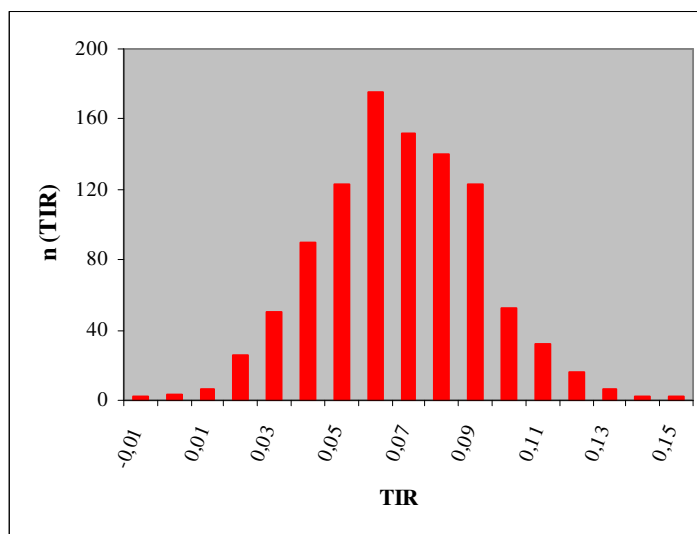


FIGURA 4.5.5.1 - Distribuição das freqüências absolutas, $n(TIR)$, dos valores da TIR simulados através do método de Monte Carlo, considerando o efeito da variação na produção de grãos nos fluxos de caixa do período 1985 a 2004, Passo Fundo, RS

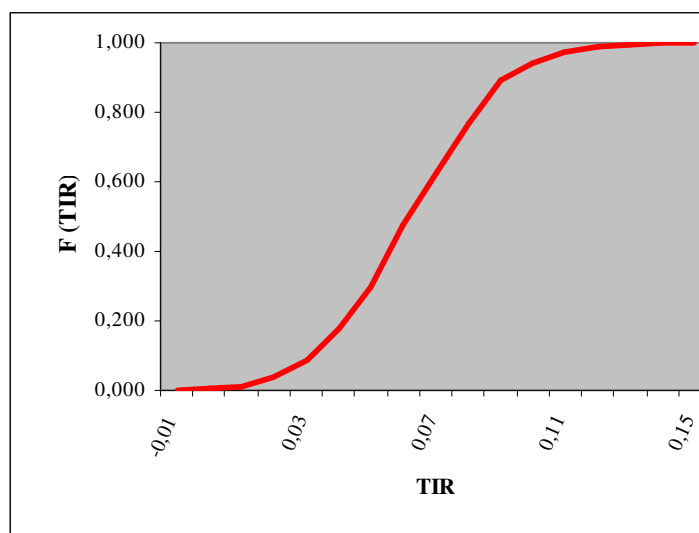


FIGURA 4.5.5.2 - Distribuição das freqüências acumuladas relativas, $F(TIR)$, dos valores da TIR simulados através do método de Monte Carlo, considerando o efeito da variação na produção de grãos nos fluxos de caixa do período 1985 a 2004, Passo Fundo, RS

Os resultados da análise de risco demonstraram que, dos cenários avaliados, a variação na produção de grãos foi a eventualidade que mais afetou o retorno sobre o investimento. Em segundo lugar ficou o cenário que avaliou o efeito dos preços de venda do produto, seguido daquele que avaliou o custo da água, enquanto que a duração do equipamento e o preço das tarifas da energia elétrica praticamente não afetaram a viabilidade econômica do projeto.

Estes resultados concordam com aqueles obtidos no estudo da viabilidade da irrigação do feijão-caupi sob risco (Frizzone & Andrade Junior, 2005), onde os preços de venda exerceram maior efeito na definição da viabilidade econômica da irrigação que os preços das tarifas da energia elétrica.

5 - CONCLUSÕES

Considerando as condições em que este estudo foi executado e com base nos parâmetros utilizados e nos resultados das análises realizadas conclui-se que:

- Ocorrem deficiências hídricas no período da safra e safrinha da lavoura de feijão do Planalto Médio do Rio Grande do Sul. Os déficits hídricos observados provocam perdas no rendimento de feijão que podem variar de 4 a 39 % da produção anual de grãos de feijão. As deficiências podem ser mitigadas com irrigação suplementar.
- A irrigação suplementar da lavoura do feijão mostrou-se necessária em todos os anos do período avaliado. Os volumes de irrigação quantificados para mitigar as deficiências variaram de 140 a 300 mm ano⁻¹, na safra, de 130 a 270 mm ano⁻¹, na safrinha e 300 a 500 mm ano⁻¹ considerando as duas safras;
- O sistema de irrigação por pivô central na lavoura do feijão do Planalto Médio, cultivada em sistema melhorado em plantio direto mecanizado, mostrou-se economicamente viável. A renda líquida média da produção de feijão irrigado por pivô obtida com a safra e safrinha anuais foi de R\$ 1.534,30 ha⁻¹ ano⁻¹, apresentando uma variação entre R\$ R\$ 1.327,73 a R\$ 1.704,32. De acordo com os valores encontrados para o *VPL*, *TIR* e *B/C* de R\$ 1.793,93 ha⁻¹, 11,88 % e 1,36 respectivamente, a receita adicional produzida pela irrigação é suficiente para amortizar o investimento. Assim, os indicadores econômicos classificam o investimento em irrigação da lavoura de feijão como economicamente viável;
- De acordo com as simulações realizadas com os cenários:
 - A regulamentação da cobrança pelo uso da água com a tarifa de consumo da água fixada em R\$ 0,02 acarreta um risco de inviabilizar economicamente a irrigação do feijão de 4,09 % ; por outro lado, a tarifa de consumo de água de R\$ 0,04 inviabiliza em 100 % a irrigação da lavoura do feijão;

- A possibilidade de variação da depreciação do pivô estimada a partir da possibilidade de variação de 15 a 25 de longevidade do equipamento de irrigação resultando em valores residuais oscilando entre o mínimo de R\$ 492,00 ha⁻¹, máximo de R\$ 1.862,00 ha⁻¹ não acarreta risco de inviabilizar a prática da irrigação do feijão;
- O investimento em irrigação da lavoura do feijão tem um risco de inviabilidade de 1,1 % com a variação dos preços do kg de feijão recebidos pelo produtor;
- A variação da tarifa da energia elétrica consumida no sistema de irrigação considerando a possibilidade de a unidade consumidora adotar a tarifação verde ou convencional não provocou risco de inviabilizar o investimento na irrigação da lavoura do feijão;
- A variação nos rendimentos atribuídos à irrigação representa um risco de 30,85 % de inviabilizar a prática da irrigação da lavoura do feijão, classificando a viabilidade do investimento em 69,15 %.

6 – RECOMENDAÇÕES

A água é um bem escasso não somente nas áreas áridas, mas, também, em regiões como o Rio Grande do Sul, onde as precipitações são abundantes, porém mal distribuídas. A sustentabilidade do uso da água que implica na conservação dos mananciais, no desenvolvimento de tecnologias apropriadas, na avaliação da viabilidade econômica de seu uso e na adesão social das questões desenvolvimentistas, se impõe como prioridade nas ações de governo e da sociedade como um todo. A crescente vulnerabilidade observada nos sistemas hídricos é decorrência dos eventos de seca cada vez mais freqüentes e do aumento das demandas urbanas, industriais e agrícolas por água. O uso da água para produção agrícola requer pesquisas inovadoras e apropriadas transferências de tecnologia. Assim, o dimensionamento da irrigação e a avaliação de sua viabilidade econômica são fundamentais para o sucesso de um programa de irrigação. A importância econômica do consumo de água para a cultura do feijão, sobretudo sob o ponto de vista dos custos do projeto, aliada à relevância ambiental futura da água como insumo básico, colocam a pesquisa que envolve o dimensionamento da irrigação em posição preponderante nas soluções das questões agrícolas.

Em função do exposto, os resultados deste trabalho podem contribuir para o aprimoramento da prática da irrigação da lavoura empresarial de feijão em desenvolvimento no Estado. Os resultados confirmam retornos, com alta probabilidade, acima daqueles de ativos livres de risco. Fica evidente que o emprego da irrigação no cultivo do feijão no Planalto Médio gaúcho pode ser uma alternativa vantajosa para aumentar o ganho do produtor com esta lavoura, possibilitando considerar-se a irrigação como um fator ponderável para ampliar os ganhos dos produtores. No entanto, algumas questões relevantes ainda precisam ser analisadas.

Atualmente, são poucas propriedades a utilizar a irrigação por pivô central no Planalto Médio e suas necessidades hídricas podem ser supridas pelas disponibilidades naturais sem maiores investimentos que aqueles necessários à captação da água. No entanto, o

desenvolvimento da irrigação na região tende a aumentar com a política estadual de incentivo à irrigação, o que conduzirá a um aumento da demanda por água dos estabelecimentos rurais da região. Esta intensificação do uso dos recursos hídricos regional ampliará a pressão pela satisfação das demandas. Assim, o planejamento e a implementação de novos projetos de irrigação devem ser precedidos da análise da disponibilidade hídrica das bacias e das fontes hídricas do Planalto Médio, para que as demandas futuras possam ser supridas.

Outra questão importante a ser avaliada diz respeito à análise econômica do sistema de produção da propriedade rural empresarial. Este estudo foi realizado analisando a lavoura do feijão, isoladamente. No entanto, na propriedade, o feijão faz parte de um sistema de sucessão e/ou rotação de culturas irrigadas sob um mesmo pivô central durante um ano ou um conjunto de anos. Assim, a viabilidade econômica do sistema de produção sob um pivô da propriedade precisa ser analisada, considerando os cenários de riscos inerentes.

Também é recomendável avaliar a eficiência da irrigação no sistema pivô central. Esta eficiência pode variar devido aos seus condicionantes, a saber, evaporação, percolação abaixo da camada radicular efetiva da cultura, deriva causada pelo vento e escoamento superficial para fora da área irrigada. A adoção da eficiência de 80 % neste estudo, valor considerado médio por Zocoler et al. (2001), tem respaldo na alta uniformidade do sistema da propriedade analisada, submetido a periódicas avaliações pelo fabricante. No entanto, em outras propriedades ou outros equipamentos estes valores podem variar, tornando recomendável a verificação da eficiência mínima a partir da qual a viabilidade econômica possa ser mantida.

Outro fator relevante a ser examinado futuramente é a questão da análise dos cenários de risco. Neste estudo, os cenários de risco foram avaliados isoladamente. Mas, no mundo real, os fenômenos ocorrem aleatoriamente e pode acontecer uma combinação de dois ou mais cenários simultaneamente. Desta forma, é recomendável a análise do risco econômico do conjunto dos cenários avaliados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA-GALLEGOS, J.A.; SHIBATA, J.K. Effects of water stress on growth and yield of indeterminate dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars, **Field Crop Research**, Amsterdam, v.20, p.81-93, 1989.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS-ANA. **Lei nº 9984/00, de 17 de julho de 2000**. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/Legislacao/>>. Acesso em: 16 ago. 2006.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA-ANEL. **Resolução nº. 207, de 09 de janeiro de 2006**. Disponível em:<<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 16 ago. 2006

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA-ANEL. **Resolução nº. 234, de 18 de outubro de 2005**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 16 ago. 2006.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA-ANEL. **Resolução nº. 456, de 29 de novembro 2000**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 16 ago. 2006.

ALBA, I.; RODRIGUES, P.N.; PEREIRA, L.S. Irrigation scheduling simulation for citrus in Sicily to cope with water scarcity. In: ROSSI, G.; CANCELLIERE, A.; PEREIRA, L.S.; OWEIS, T.; SHATANAWI, M.; ZAIRI, A. (Eds.). **Tools for drought mitigation in Mediterranean regions**. Dordrecht: Kluwer Academic, 2003. Cap.3, p.223-242. (Water Science and Technology Library, 44).

ALLEN, R.G.; JENSEN, M.E.; WRIGHT, J.L.; BURMAN, R. Operational estimates of reference evapotranspiration, **Agronomy Journal**, Madison, v.81, p.650-662, 1989.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. (Irrigation and drainage, 56).

ANDRADE, R. da S.; MOREIRA, J.A.A; STONE, L.F.; CARVALHO, J. de A. . Relative water consumption of common bean under no-tillage in relation to percentage of soil cover by mulch, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.1, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/>>. Acesso em: 14 mar. 2006.

ANTUNES, I.F. Rendimentos de grão da lavoura do feijão do Rio Grande do Sul. Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 11 ago. 2005. Comunicação pessoal.

ARAÚJO, M. P., MARQUES, P. V. Rentabilidade, em condições de incerteza, na produção avícola sob contratos de integração vertical em Minas Gerais, **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v.35, n.3, 1997.

ÁVILA, A.M.H. de; BERLATO, M.A.; SILVA, J.B. et al. Probabilidade de ocorrência de precipitação pluvial mensal igual ou maior que a evapotranspiração potencial para a estação de crescimento das culturas de primavera-verão no Estado do Rio Grande do Sul, **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.82 n.2, p.49-154, 1996.

BERLATO, M.A. As condições de precipitação pluvial no estado do Rio Grande do Sul e impactos das estiagens na produção agrícola. In: BERGAMASCHI, H. (Coord.). **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. Porto Alegre: Editora da Universidade-UFRGS, 1992. p.11-24.

BRUNELLI, G.M. **Simulação do custo de produção de laranja no Estado de São Paulo**. 1990. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.

BRUNINI, O. Consumo hídrico e parâmetros ecológicos da cultura do milho. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE ÁGUA NA AGRICULTURA, 1987, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1987. P.93-122.

CALVACHE, A.M.; REICHARDT, K. Efeito de épocas de deficiência hídrica na eficiência do uso do nitrogênio da cultura do feijão cv. Imbabello, **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.53, n.2-3, 1996. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 25 mar. 2006.

CALVACHE, A.M.; REICHARDT, K.; BACCHI, O.O.S. Efeito de épocas de deficiência hídrica na evapotranspiração atual da cultura do feijão cv. Imbabello, **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, n.3, 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br/>>. Acesso em: 25 mar. 2006.

CALVACHE, A.M.; REICHARDT, K.; MALAVOLTA, E.; BACCHI, O.O.S. efeito da deficiência hídrica e da adubação nitrogenada na produtividade e na eficiência do uso de água em uma cultura do feijão, **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.54, n.3, 1997. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 25 mar. 2006.

CÂMARA, R.K. **Influência da escarificação do solo sob sistema plantio direto nas propriedades do solo e na cultura da soja**. 2004. 96p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) –Faculdade de Agronomia e Medicina veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2004.

CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P.C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no estado de São Paulo, Brasil, **Revista Brasileira de agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, n.1, p.89-97, 1997.

CARLESSO, R. **Irrigação por pivô central no Rio Grande do Sul**. Santa Maria, UFSM/CCR, 11 ago. 2005. Comunicação Pessoal.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB. **Metodologia de cálculo dos custos de produção agrícola**. Brasília: CONAB, 2005. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 21 mar. 2005.

CUNHA, G.R. **Curva característica do solo da Unidade Embrapa Trigo**. Passo Fundo, Embrapa Trigo, 22 maio 2003. [Comunicação pessoal]. Mensagem recebida por <cjobim@terra.com.br> em 10 fev. 2006.

DAM, J. C. van. **Field-scale water flow and solute transport SWAP model concepts, parameter estimation and case studies**. 2000. Tese 167p. (Doutorado). Wageningen

University, Wageningen:, 2000. Disponível em < <http://www.alterra.wur.nl/>>. Acesso em 16 mar.2006.

DAM, J. C. van; HUYGEN, J.; WESSELING, J. G.; FEDDES, R. A.; KABAT, P.,WALSUM, P. E. V.; GROENENDIJK, P.; DIEPEN, C. A. van. **Theory of SWAP version 2.0 ; simulation of water flow, solute transport and plant growth in the soil –water – atmosphere – plant environment**. Wageningen, Wageningen Agricultural University / DLO, 1997. 167p. Disponível em < <http://www.alterra.wur.nl/>>. Acesso em 16 mar.2006.

DAM, J.C. van; FEDDES, R.A. Numerical simulation of infiltration, evaporation and shallow groundwater levels with the Richards equation, **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.233, n.1-4 , p.72-85, 2000.

DILLY, P.J. **Custo de produção e rendimento de lavoura de feijão irrigado**. Santa Bárbara do Sul, Fazenda Itaíba, 24 jan. 2006. Comunicação pessoal.

DOORENBOS, J.; KASSAN, A.H. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos**. Roma: FAO, 1980. 212p. (Riego y drenage, 33)

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Las necesidades de água de los cultivos**. Roma: FAO, 1980. 194p. (Riego y drenage, 24)

DROOGERS, P. KITE, G.; MURRAY-RUST, H. Use of simulation models to evaluate irrigation performance including water productivity, risk and system analyses, **Irrigation Science**, Berlin, v.19, n.3, p.139-145, 2000. Disponível em: <<http://www.Springerlink.com>>. Acesso em 14 mar. 2006.

EMATER –RS. **Preços recebidos pelo produtor de feijão no RS de 1985 a 2005**. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <cjobim@terra.com.br> em 10 fev. 2006.

FABIAO, M.S.; GONÇALVES, J.M.; PEREIRA,L.S.; CAMPOS, A.A.; LIU, Y.; LI, Y.; Z. MAO, Z.; DONG, B. Water Saving in the Yellow River Basin, China. 2. Assessing the Potential for Improving Basin Irrigation, **Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development**. Manuscript LW, 02 008. v.5, 2003. Disponível em <<http://cigrjournal.tamu.edu/>>. Acesso em 14 mar. 2006.

FARIA, R.T. Irrigação. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (Ed.). **O feijão no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1989. p.145-165. (Circular, 63).

FARIA, R.T.; FOLEGATTI, M.V. Dimensionamento de sistemas de irrigação para feijão usando-se simulação de longo período. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., 1999, Florianópolis. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999. SBA-01/99. 1 CD-ROM.

FARIA, R.T.; FOLEGATTI, M.V. FRIZZONE, J.A. SAAD, A.M. Determination of a long-term optimal irrigation strategy for dry beans in Parana State, Brazil, **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.54, número especial, p.155-164, 1997. Disponível em: <<http://ww.scielo.br/>>. Acesso em: 25 mar 2006.

FERNANDO, R.M.; PEREIRA, L.S.; LIU, Y. Simulation of capillarity rise and deep percolation with ISAREG. In: **International Conference on Agricultural Science and Technology**. Information technology for agriculture, v.6, p.421-426. Beijing, ICAST, 2001. Disponível em <<http://eg.china-embassy.org/eng/zaigx/kjhz/2001/t76361.htm>>. Acesso em: 10 out. 2006.

FERREIRA, C.M.; YOKOYAMA, L.P. Comportamento dos consumidores de feijão. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., Salvador, 1999. **Resumos...**, Santo Antônio de Goiás: Embrapa e Feijão, 1999. p.717-719.

FISCHMAN, G.S. **Monte Carlo**. Concepts, algorithms and applications. Springer, 1996. Series: Springer Series in Operations Research and Financial Engineering. Disponível em <<http://books.google.com>>. Acesso em: 21 mar 2007.

FOCKINK, **Custo histórico de equipamento pivô central**. Panambi, Representante Fockink, 24 jan. 2006. [Comunicação pessoal]. Mensagem recebida por <cjobim@terra.com.br> em 10 fev. 2006.

FORTES, P.S.; PLATONOV, A.E.; PEREIRA, L.S. GISAREG - A GIS based irrigation scheduling simulation model to support improved water use, **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.7, n.1-3, p.159-179, 2005.

FRANCISCO, W. de. **Matemática financeira**. 7. ed.. São Paulo: Atlas, 1991. 319 p.

FRIZZONE, J.A. **Análise de decisão econômica em irrigação**. Piracicaba: ESALQ/LER, 2005. 371p.

FRIZZONE, J.A.; ANDRADE JUNIOR, A.S. de (Eds.). **Planejamento da irrigação: Análise de decisão de investimento**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 626 p.

FÜRSTENAU, V. Alguns aspectos do comportamento da agricultura brasileira e da gaúcha na década de 90. **Indicadores econômicos FEE**, Porto alegre, v.27, n.4, 2000. p. 59-76.

GENUCHTEN, M. Th. van. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils, **Soil Science Society of America Journal**, Madison, n.44, p.892- 898, 1980.

GENUCHTEN, M. Th. Van; LEIJ, F. J.; YATES, S. R.. **The RETC Code for Quantifying the Hydraulic Functions**. Riverside: U.s. Salinity Laboratory, 1991. 85p. Disponível em:<<http://www.auf.uni-rostock.de/IBP/Bodenphysikpraktikum/Literatur/retc-win.pdf>>. Acesso em: 26 maio 2006.

GITTINGER, J.P. **Análisis económico de proyectos agrícolas**. 4.reimp. Madrid: Editorial Tecnos, 1978. 241p.

GUIMARÃES, C.M.; BRUNINI, O.; STONE, L.F. Adaptação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) à seca. 1.Densidade e eficiência radicular, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.6, p.393-399, 1996.

HEINEMANN, A.B. **Otimização do manejo da irrigação do feijoeiro comum utilizando o modelo CROPGRO**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 2003. 29p. (Boletim de Pesquisa e desenvolvimento, 6). Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/publicacao>>. Acesso em: 21 mar 2007.

HERTZ, D.B. Análise de risco em investimentos de capital. In: **Coleção Harvard de Administração**, São Paulo. n.29 , p.5-39, 1987.

HOSTALÁCIO, S.; VÁLIO, I.F.M. Desenvolvimento de plantas de feijão cv. Goiano Precoce, em diferentes regimes de irrigação, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.2, p.211-218, 1984.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 26 abr. 2006.

JI, X.B.; KANG, E.S.; CHEN, R.S.; ZHAO, W.Z. ZHI-HUI ZHANG, Z.H.; JIN, B.W. A mathematical model for simulating water balances in cropped sandy soil with conventional flood irrigation applied, **Agricultural Water Management**, Amsterdam v.87, n.3, p.337-346, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 26 abr. 2006.

JOBIM, C.I.P.; MATZENAUER, R. **Relação entre o coeficiente de cultura do feijoeiro estimado pela equação de Penman e pela equação de Penman-Monteith**. Porto Alegre, Fepagro, 2004. (Não publicado)

JONGEBREUR, A.A. Strategic themes in agricultural and bioresource engineering in the 21st century, **Journal Of Agricultural Engineering Research**, Bedford, v.76, n 3, p.227-236, 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/>>. Acesso em: 05 fev. 2007.

KIRPICH, P.Z.; HAMAN, D.Z.; STYLES, S.W. Problems of irrigation in developing countries. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, Reno, v.125, n.1, p.1-6, 1999.

LANNA, A.E. **Economia dos recursos hídricos**. Porto Alegre: IPH/UFRGS, 2000. 301p.

LIU, Y.; TEIXEIRA, J.L.; ZHANG, H.J; PEREIRA, L.S. Model validation and crop coefficients for irrigation scheduling in the North China Plain, **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.36, n.3, p.233-246, 1998. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 05 fev. 2007.

LOUZADA, J.A.S. **Simulação da irrigação por inundação e da drenagem nos solos de várzea do Rio Grande do Sul**. 2004. 202p. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Unidade Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Porto Alegre, 2004. Disponível em < <http://www.biblioteca.ufrgs.br/bibliotecadigital/>>. Acesso em: 26 abr. 2006.

MAGALHÃES, A.A.; MILLAR, A.A. Efeito do déficit de água no período reprodutivo sobre a produção do feijão, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.13, n.2, p.55-60, 1978.

MALUF, J. R. T.; CUNHA, G. R. da; MATZENAUER, R.; PASINATO, A. **Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de feijão no estado do Rio Grande do Sul: períodos**

favoráveis de semeadura por município, safra 2004-2005. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. 11 p. (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 25). Disponível em <<http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/>>. Acesso em: 26 abr. 2006.

MALUF, J.R.T.; CAIAFFO, M.R.R. Regiões Ecoclimáticas do Estado do Rio Grande Do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12., 2001, Fortaleza. **Anais...**Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2001.

MARCHETTI, V. **Risco e decisão em investimento produtivo.** Porto Alegre: Editora da Universidade, 1995.

MARQUES, P.A.A. **Modelo computacional para determinação do risco econômico em culturas irrigadas.** 2005. 142p. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. Unidade Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Área de concentração Irrigação e Drenagem, Piracicaba, 2005. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/>>. Acesso em: 05 fev. 2006.

MASSIGNAM, A.M.; VIEIRA, H.J.; HEMP, S.; DITTRICH, R.C.; FLESCHE, R.D.; VICTÓRIA, F.B. Ecofisiologia do feijoeiro. I. Determinação do período mais crítico à deficiência hídrica do solo, **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.1, p.35-39, 1998.

MATTOS, L.L. de; MARTINS, I.S. Consumo de fibras alimentares em população adulta, **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.34, n.1, p.50-55, 2000. <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 25 mar. 2006.

MATZENAUER, R.; MALUF, J.R.; SAMPAIO, M. dos R.; ANJOS, C. S. dos. Análise climática da disponibilidade hídrica para a cultura do feijoeiro na região do planalto médio do rio grande do sul, **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 8, n.1-2, p.39-51, 2002.

MATZENAUER, R.; MALUF, J.R.J.; BUENO, A.C. Relações entre a evapotranspiração máxima do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) com a evapotranspiração de referência e com a radiação solar global, **Revista Brasileira de agrometeorologia**, Santa Maria, v.7, n.2, 1999.

MEIRELES, E.J.L.; PEREIRA, A.R.; SENTELHAS, P.C. et al. Risco climático de quebra de produtividade da cultura do feijoeiro em Santo Antônio de Goiás, GO. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.1, p.163-171, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/>>. Acesso em: 14 Mar 2006.

MILLAR, AA; GARDNER, WR Effect of the soil and plant water potentials on the dry matter production of snap beans, **Agronomy Journal**, Madison, v.64, n.5, p.559-562. 1972.

MOUSINHO, F.E.P. **Variabilidade econômica da irrigação do feijão-caupi no estado do Piauí.** 2005. 103p. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. Unidade Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Área de concentração Irrigação e Drenagem, Piracicaba, 2005. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/>>. Acesso em: 05 fev. 2006.

NORONHA, J. F. **Projetos agropecuários:** administração financeira, orçamento e viabilidade econômica. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1987. 269p.

NORONHA, J.F.; LATAPIA, M.X.I.C. Custos de produção sob condição de risco no estado de São Paulo, **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v.216, n.3, p.323-339. 1988.

OMETTO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 440p.

OWEIS, T.; RODRIGUES, P.N.; PEREIRA, L.S. Simulation of supplemental irrigation strategies for what in Near East to cope with water scarcity. In: ROSSI, G.; CANCELLIERE, A.; PEREIRA, L.S.; OWEIS, T.; SHATANAWI, M.; ZAIRI, A. (Eds.). **Tools for drought mitigation in Mediterranean regions**. Dordrecht: Kluwer Academic, 2003. Cap.3, p.259-272. (Water Science and Technology Library, 44).

PAZ, A.; NEIRA, A.; CASTELAO, A. Soil water regime under pasture in the humid zone of Spain: validation of an empirical model and of irrigation prediction requirements, **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.29, n.2, p.147-161. 1996. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/03783774>>. Acesso em: 26 abr. 2006.

PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.

PEREIRA, L.S.; BROEK, B.J. van den.; KABAT, P.; ALLEN, R.G. (Eds.). **Crop-water simulation models in practice**. Wageningen Pers, Wageningen, 1995.

PEREIRA, L.S.; GILLEY, J.R.; JENSEN, M.E. Research agenda on sustainability of irrigated agriculture, **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, Reno, v.122, n.3, p.172-177, 1996.

PEREIRA, L.S.; OWEIS, T.; ZAIRI, A. Irrigation management under water scarcity, **Agricultural Water Management**, Amsterdam. v.57, n.3, p.175-206, 2002.

PEREIRA, L.S.; TEODORO, P. R.; RODRIGUES, P. N.; TEIXEIRA, J.L. Irrigation scheduling simulation: the model ISAREG. In: ROSSI, G.; CANCELLIERE, A.; PEREIRA, L.S.; OWEIS, T.; SHATANAWI, M.; ZAIRI, A. (Eds.). **Tools for drought mitigation in Mediterranean regions**. Dordrecht: Kluwer Academic, 2003. Cap.3, p.161-180. (Water Science and Technology Library, 44).

PERES, A.A. de C.; SOUZA, P.M.; MALDONADO, H. SILVA, J.F.C da; SOARES, C da s.; BARROS, S.C.W.; HADDADE, I.R. Análise econômica de sistemas de produção a pasto para bovinos no município de Campos dos Goytacazes-RJ, **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.4. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/>>. Acesso em: 21 mar. 2007.

PIRES, R.C.de M.; ARUDA, F.B.; FUGIWARA, N.; SAKAI, E.; BORTOLETTO, N. Profundidade do sistema radicular das culturas de feijão e trigo sob pivô central, **Bragantia**, Campinas, v.50, n.1, p.153-162, 1991. Disponível em: <http://www.scielo.br/>>. Acesso em: 21 mar. 2007.

PONCIANO, N.J.; SOUZA, P.M.de; MATA, H.T.da C.; VIEIRA, J.R.; MORGADO, I.F. Análise de viabilidade econômica e de risco da fruticultura na região Norte Fluminense,

Revista de Economia e Sociologia Rural, Brasília, v.42, n.4, p.615-635, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/>>. Acesso em 21 mar. 2007.

PORTO, V.H.F. CORDEIRO D.da S.; KICHEL, A.N.; VENETI, I.H.M.. Análise econômica de sistemas de produção de sorgo sacarino sob condições de risco, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.4, p.395-401, 1985.

REICHARDT, K. **Dinâmica da matéria e da energia em ecossistemas**. 2ed. Piracicaba: ESALQ, Depto. de Física e Meteorologia, 1996. 160p.

RIO GRANDE DO NORTE. SECRETARIA DE ESTADO DE RECURSOS HÍDRICOS. **Plano Estadual de Recursos Hídricos**. Natal: Plano Estadual de Recursos Hídricos, 1998. 267 p. Disponível em: <<http://www.semarh.rn.gov.br/>>. Acesso em: 26 maio 2006.

RODRIGUES, P.N.; MACHADO, T.; PEREIRA, L.S.; TEIXEIRA, J.L. Feasibiliy of déficit irrigation with center-pivot to cope with limited water supplies in Alentejo, Portugal. In: ROSSI, G.; CANCELLIERE, A.; PEREIRA, L.S; OWEIS, T.; SHATANAWI, M.; ZAIRI, A. (Eds.). **Tools for drought mitigation in Mediterranean regions**. Dordrecht: Kluwer Academic, 2003. Cap.3, p.203-222. (Water Science and Technology Library, 44).

SANTOS, R.Z. dos; ANDRÉ, R.G.B. Consumo da água nos diferentes estádios de crescimento da cultura do feijoeiro, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.4, p.543-548, 1992.

SHATANAWI, M.; AL-ZU'BI, Y.; AL-JAYOUSSI, O. Irrigation management dynamics in the Jordan Valley under drought conditions. In: ROSSI, G.; CANCELLIERE, A.; PEREIRA, L.S; OWEIS, T.; SHATANAWI, M.; ZAIRI, A. (Eds.). **Tools for drought mitigation in Mediterranean regions**. Dordrecht: Kluwer Academic, 2003. Cap.3, p.243-258. (Water Science and Technology Library, 44).

SHIROTA, R., SILVA, R. D.M., LIMA, R.A.S, NEVES, E. M. A técnica de simulação aplicada a avaliação econômica de matriz de duas linhagens de frango de corte, **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v.25, n.1, 1987.

SILVEIRA, P.M. da; STEINMETZ, S.; GUIMARÃES, C.M.; AIDAR, H.; CARVALHO, J.R.P. Lâminas de água e turnos de rega na cultura do feijoeiro de inverno, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.2, p.219-223, 1984.

SOUZA, J.L.M. de. **Modelo para análise de risco econômico aplicado ao planejamento de projetos de irrigação para cultura do cafeeiro**. 2001. 253p. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. Unidade Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Área de concentração Irrigação e Drenagem, Piracicaba, 2001. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/>>. Acesso em: 05 fev. 2006.

STANSELL, JR; SMITTLE, DA Effects of Irrigation Regimes on Yield and Water Use of Snap Bean (*Phaseolus Vulgaris* L.), **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Leuven, v.105, n.6, p 869-873, 1980.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 2.ed., New York: McGraw-Hill, 1980. 633p

STEWART, J.L.; HAGEN, R.M.; PRUIT, W.O. **Water production functions and predicted irrigation programs for principal crops as required for water resources planning and increased water use efficiency**. Davis: University of California / Dep. Land, Air and Water Resources, 1976.

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A.; SILVA, S.C. da. Efeitos da tensão da água do solo sobre a produtividade e crescimento do feijoeiro. I. Produtividade, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.161-167, 1988.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N. ; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C.; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, EMATER/RS; UFRGS, 2002. 126p.

TEIXEIRA, J.L., PEREIRA, L.S. ISAREG– An irrigation scheduling model. **ICID Bulletin**, New Delhi, v.41, n.2, p.29-48, 1992.

TEIXEIRA, J.L.; PAULO, A.M.; PEREIRA, L.S. Simulation of irrigation demand hydrographs at sector level. **Irrigation and Drainage Systems**, Amsterdam, v.10, n.2, p.159-178, 1996.

THEODORO, G. de F. Reação de cultivares locais de feijão a *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*, em condições de campo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.10, n. 3, p. 373-375, 2004. Disponível em: <<http://www.ufpel.tche.br/faem/agrociencia/v10n3/artigo20.pdf>>. Acesso em: 03 out 2007.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water budget and its use in irrigation**. Washington, Yearbook of agriculture, 1955. p.346-358.

TSUJI, G. Y.; UEHARA, G.; BALAS, S. **DSSAT version 3**. Honolulu: University of Hawaii, 1994. 3 v.

VICTORIA, F.B.; VIEGAS FILHO, J.S.; PEREIRA, L.S.; TEIXEIRA, J.L.; LANNA, A.E. Multi-scale modeling for water resources planning and management in rural basins. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.7, n.1-3, p.4-20, 2005. Disponível <http://www.sciencedirect.com/science/journal/03783774>>. Acesso em: 05 fev. 2006.

WESTPHAL, F.S.; LAMBERTS, R. Estudo de viabilidade econômica de uma proposta de *retrofit* em um edifício comercial. 1999. **In:** Encontro Latino - Americano de Conforto no Ambiente Construído, 5 e Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 2. **Anais...**Fortaleza, 1997. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/arquivos/publicacoes/encac99_westphal.pdf>. Acesso em: 20 mar 2007.

WILMOTT, C.J. Some comments on the evaluation of model performance, **Bulletin American Meteorological Society**, Boston, v.63, n.11, p.1309-1313, 1982.

YU, B.; SOMBATPANIT, S.; ROSE, C. W. Characteristics and modeling of runoff hydrographs for different tillage treatments, **Soil Science Society of America Journal**, Stanford, v.64 n.5, p.1763-1770, 2000. Disponível em <<http://soil.scijournals.org/>>. Acesso em: 05 fev. 2007.

ZAIRI, A.; AMAMI, H. el; SLATNI, A.; PEREIRA, L.S.; RODRIGUES, P.N. Coping with drought: déficit irrigatio strategies for cereal and field horticultural crops in Central Tunisia. In: ROSSI, G.; CANCELLIERE, A.; PEREIRA, L.S.; OWEIS, T.; SHATANAWI, M.; ZAIRI, A. (Eds.). **Tools for drought mitigation in Mediterranean Regions**. Dordrecht: Kluwer Academic, 2003. Cap.3, p.181-201. (Water Science and Technology Library, 44).

ZOCOLER, J.R.; FRIZZONE, J.A.; VANZELA, L.S. Eficiência e adequabilidade da irrigação de um equipamento do tipo pivô central. **In**: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 30. Anais... Foz do Iguaçu, 2001. Disponível em: <http://www.agr.feis.unesp.br/ZOCOLER_J.L._1.pdf>. Acesso em: 05 fev 2005.

ANEXO A1 - Observações meteorológicas diárias ocorridas no período 14 de fevereiro a 31 de março, em Passo Fundo, utilizadas na validação do modelo ISAREG

TABELA A1.1- Médias diárias da radiação solar global (Rad) em $\text{Mj/m}^2/\text{dia}$, temperatura máxima (T Max) e mínima (T Min) em $^{\circ}\text{C}$, umidade relativa média do ar (UR) em %, velocidade do vento (Vento) medida a 10 m de altura, em m/s e precipitação acumulada (Chuva) em mm, ocorridas de 14 de fevereiro a 31 de março de 2006, Passo Fundo, RS

Data	Rad	T Máx	T Mín	UR	Vento	Chuva
16/2/2006	14,58	26,2	17,9	93,0	1,5	8,4
17/2/2006	23,23	28,2	16,6	77,0	1,7	0,5
18/2/2006	21,30	27,5	16,4	75,0	3,3	0,0
19/2/2006	15,54	27,2	18,8	77,0	4,6	0,0
20/2/2006	15,36	27,8	17,0	88,0	2,1	0,0
21/2/2006	19,70	27,0	16,2	74,0	2,3	8,2
22/2/2006	22,43	27,5	15,8	65,0	1,3	0,0
23/2/2006	19,08	29,0	15,4	79,0	2,8	0,0
24/2/2006	8,40	22,5	16,8	86,0	3,6	18,3
25/2/2006	8,34	18,0	13,0	91,0	5,0	1,5
26/2/2006	17,40	26,0	16,4	77,0	0,0	4,0
27/2/2006	23,10	27,5	14,2	69,0	3,2	0,1
28/2/2006	21,38	29,5	16,0	67,0	2,4	0,0
1/3/2006	17,55	25,6	18,3	84,0	2,9	21,6
2/3/2006	10,72	24,5	17,8	88,0	2,6	0,0
3/3/2006	5,44	22,7	19,1	91,0	2,0	0,0
4/3/2006	10,51	24,6	17,8	88,0	3,5	6,6
5/3/2006	23,35	24,0	14,4	76,0	2,5	0,0
6/3/2006	23,27	25,4	13,9	62,0	1,6	0,0
7/3/2006	23,21	28,8	13,7	64,0	1,5	0,0
8/3/2006	21,75	30,5	14,4	62,0	2,7	0,0
9/3/2006	6,79	24,5	19,0	87,0	4,4	0,0
10/3/2006	22,21	27,0	16,9	65,0	4,7	6,3
11/3/2006	22,33	27,2	12,6	69,0	3,6	0,0
12/3/2006	19,45	29,0	15,5	67,0	2,5	0,0
13/3/2006	16,86	27,4	16,8	68,0	2,5	0,0
14/3/2006	20,79	30,5	16,2	58,0	2,5	0,0
15/3/2006	19,72	31,0	16,8	56,0	3,0	0,0
16/3/2006	18,68	32,6	18,4	57,0	1,4	0,0
17/3/2006	19,97	33,3	18,8	59,0	4,1	0,0
18/3/2006	13,11	28,0	19,4	87,0	3,1	0,0
19/3/2006	14,71	29,8	19,7	83,0	4,6	27,6
20/3/2006	9,80	26,0	19,2	87,0	2,5	32,4
21/3/2006	14,91	27,2	18,3	81,0	4,2	7,4
22/3/2006	9,24	25,2	19,1	93,0	2,0	2,0
23/3/2006	7,29	25,6	19,9	95,0	3,9	10,8
24/3/2006	16,89	27,9	20,3	69,0	2,7	16,4
25/3/2006	7,68	25,0	18,6	79,0	3,3	0,0
26/3/2006	16,32	23,6	15,4	75,0	4,7	0,0
27/3/2006	17,00	26,0	14,4	74,0	4,6	0,0
28/3/2006	5,95	22,0	16,6	90,0	2,1	1,0
29/3/2006	14,25	21,4	14,2	82,0	3,7	32,5
30/3/2006	19,88	25,2	10,4	68,0	3,2	0,0
31/3/2006	18,57	29,0	13,1	67,0	2,5	0,0

ANEXO A2 - Observações meteorológicas do período 1985-2004 utilizadas na avaliação do rendimento

TABELA A2.1- Médias mensais da radiação solar global (Rad) em Mj/m²/dia, temperatura máxima (T Max) e mínima (T Min) em °C, umidade relativa média do ar (UR) em %, velocidade do vento (Vento) medida a 10 m de altura, em m/s e precipitação mensal acumulada (Chuva) em mm, ocorridas de 1985 a 2004, Passo Fundo, RS

Data	Radiação	T Max	T Min	UR	Vento	Chuva
jan-85	24,7	29,3	17,1	62,8	4,3	78,5
fev-85	18,2	27,5	18,0	79,8	3,5	149,5
mar-85	16,8	26,5	16,7	78,9	3,6	112,4
abr-85	12,9	23,7	14,2	77,6	4,0	170,5
mai-85	11,8	20,8	10,0	72,3	3,9	183,8
jun-85	9,5	18,9	9,5	76,1	4,2	69,5
jul-85	10,8	18,9	8,6	73,9	4,7	142,0
ago-85	9,4	18,6	11,2	79,9	4,2	230,5
set-85	13,3	20,4	11,3	75,6	4,7	151,9
out-85	18,7	26,0	13,3	64,5	4,3	28,3
nov-85	23,2	29,5	16,5	54,4	4,6	66,0
dez-85	23,4	30,6	17,9	56,1	4,1	61,4
jan-86	21,7	30,8	18,1	61,3	3,6	80,7
fev-86	19,5	28,6	18,0	71,3	4,3	64,0
mar-86	17,1	25,8	15,5	73,5	3,9	126,9
abr-86	12,0	23,1	15,1	79,6	4,1	245,8
mai-86	10,9	21,8	11,1	75,8	4,1	147,5
jun-86	10,7	21,3	10,9	72,9	4,6	106,9
jul-86	11,6	18,9	8,9	74,5	4,4	54,1
ago-86	11,6	19,9	10,7	76,4	4,2	146,8
set-86	14,0	21,3	10,7	69,9	4,7	171,3
out-86	18,6	24,0	12,3	63,2	4,5	132,4
nov-86	19,0	26,3	15,2	68,7	4,8	249,8
dez-86	21,7	27,8	17,1	68,5	4,0	63,4
jan-87	21,2	28,6	18,3	73,6	3,6	147,4
fev-87	17,3	26,6	17,0	78,3	4,0	120,9
mar-87	18,4	28,1	16,1	67,6	3,8	49,8
abr-87	12,7	24,6	15,0	76,8	3,9	311,1
mai-87	9,9	17,3	8,7	77,3	3,6	324,6
jun-87	10,2	17,7	7,2	70,9	3,7	73,4
jul-87	8,5	20,5	12,3	77,8	5,2	312,8
ago-87	10,7	18,1	9,0	76,0	4,7	127,3
set-87	14,3	19,9	9,2	72,6	4,9	137,5
out-87	17,3	23,1	12,8	70,2	4,0	202,7
nov-87	20,2	26,7	15,2	64,6	4,4	82,7
dez-87	21,3	27,0	16,3	66,8	3,9	130,1
jan-88	22,0	29,0	18,4	73,1	3,9	261,1
fev-88	21,2	26,8	16,3	72,6	3,7	32,5
mar-88	18,9	29,6	17,6	65,7	3,5	22,5
abr-88	13,3	23,0	12,6	72,4	4,0	230,2
mai-88	10,7	17,7	8,7	77,8	3,1	119,1
jun-88	9,4	16,4	6,8	77,1	4,1	152,8
jul-88	11,7	16,6	6,3	67,5	4,6	20,8
ago-88	12,3	22,0	10,6	64,4	4,7	28,0
set-88	12,5	21,0	11,4	75,3	4,8	416,5
out-88	20,5	24,2	11,7	63,5	4,3	143,7
nov-88	22,5	26,3	14,1	62,0	4,5	114,4
dez-88	22,6	28,5	17,0	67,9	3,9	198,9
jan-89	18,4	26,5	17,5	78,2	3,9	228,2

Data	Radiação	T Max	T Min	UR	Vento	Chuva
fev-89	19,9	27,6	17,6	74,8	3,0	121,8
mar-89	17,5	26,2	16,1	75,6	3,1	120,4
abr-89	13,2	24,0	14,4	77,3	3,5	101,5
mai-89	12,6	20,3	10,2	74,1	3,6	54,4
jun-89	8,9	18,1	9,1	81,6	3,3	74,2
jul-89	11,1	16,6	6,5	71,4	3,8	210,5
ago-89	13,0	19,8	9,1	70,0	4,5	173,8
set-89	14,6	18,7	9,3	75,7	4,1	451,8
out-89	18,8	22,9	11,4	66,7	4,4	153,2
nov-89	21,7	25,9	14,1	65,0	4,6	92,8
dez-89	22,3	28,8	17,4	66,1	4,3	160,2
jan-90	19,2	26,7	18,0	79,2	3,6	200,5
fev-90	19,9	27,1	17,6	76,9	3,6	123,6
mar-90	15,2	27,0	17,0	79,0	3,5	155,5
abr-90	11,7	24,0	14,9	80,6	3,7	262,8
mai-90	11,4	19,6	9,8	75,6	3,8	341,0
jun-90	9,1	16,3	7,3	79,0	3,4	221,5
jul-90	10,6	15,3	6,8	77,9	3,7	123,5
ago-90	13,4	20,7	9,7	65,3	3,8	28,7
set-90	13,3	18,8	9,5	76,1	3,7	332,1
out-90	16,2	25,0	15,2	74,2	3,1	248,2
nov-90	19,8	26,8	16,6	74,3	2,7	254,5
dez-90	23,1	27,7	16,2	66,9	3,2	101,4
jan-91	23,6	29,1	16,5	60,2	3,5	147,1
fev-91	22,9	28,1	15,9	62,3	1,7	19,3
mar-91	18,1	28,2	16,3	67,0	2,1	45,9
abr-91	13,3	25,0	14,1	70,6	2,5	109,7
mai-91	11,6	22,6	12,4	73,2	2,6	45,5
jun-91	9,3	19,0	9,7	79,5	3,0	240,7
jul-91	10,9	18,9	8,0	72,0	3,4	105,4
ago-91	10,8	21,0	10,7	68,2	3,6	92,4
set-91	14,2	23,3	11,8	67,8	3,7	58,5
out-91	17,4	24,9	13,9	68,4	3,6	179,5
nov-91	20,9	26,3	14,8	63,9	3,0	80,7
dez-91	20,9	28,2	17,9	70,6	3,9	264,3
jan-92	21,9	27,6	16,9	71,3	3,5	5,9
fev-92	18,2	27,8	18,5	78,5	3,6	164,4
mar-92	14,3	26,0	16,9	83,1	3,3	203,1
abr-92	12,2	23,0	13,5	78,0	3,5	118,1
mai-92	9,4	19,3	11,2	81,1	3,6	386,7
jun-92	8,6	20,3	11,3	78,7	4,3	109,9
jul-92	9,1	15,8	6,4	79,8	4,4	241,6
ago-92	11,5	18,1	8,4	76,6	4,2	147,8
set-92	15,1	21,2	10,9	73,2	4,0	186,3
out-92	16,4	23,9	12,8	71,5	4,0	136,5
nov-92	21,0	25,6	13,7	64,4	3,8	280,2
dez-92	23,7	28,4	16,8	64,0	3,9	130,3
jan-93	20,7	28,1	18,5	76,1	3,3	255,5
fev-93	20,1	26,0	16,1	75,9	3,6	152,7
mar-93	13,7	25,7	16,6	81,4	3,1	197,0
abr-93	13,8	25,1	15,0	76,4	3,4	75,0
mai-93	12,6	20,9	10,6	74,8	3,8	176,2

Data	Radiação	T Max	T Min	UR	Vento	Chuva
jun-93	9,8	18,2	8,8	76,8	4,0	137,2
jul-93	8,8	17,1	7,9	78,3	4,1	284,0
ago-93	13,8	21,3	9,1	63,6	3,6	15,2
set-93	13,8	19,8	10,2	73,1	4,2	136,5
out-93	17,9	25,2	15,0	71,1	4,0	154,2
nov-93	20,0	26,2	15,0	67,2	3,8	273,9
dez-93	23,6	27,8	17,0	69,8	3,9	259,0
jan-94	23,4	28,1	16,8	67,5	3,8	55,2
fev-94	15,6	26,1	17,9	83,7	3,2	333,6
mar-94	18,7	25,8	15,1	73,5	3,8	69,8
abr-94	12,9	23,9	13,3	75,8	3,7	193,6
mai-94	10,0	21,9	13,4	81,6	3,7	152,2
jun-94	9,9	17,9	8,8	78,4	3,9	198,8
jul-94	9,1	18,8	9,8	74,9	4,9	243,0
ago-94	12,5	21,5	9,9	68,4	4,2	46,0
set-94	14,2	23,1	11,9	71,0	4,8	161,7
out-94	15,0	24,2	14,9	76,4	4,2	308,7
nov-94	18,9	25,1	14,5	68,2	4,1	138,1
dez-94	21,5	29,8	18,5	66,6	3,7	235,2
jan-95	20,4	28,1	18,5	77,9	3,3	300,9
fev-95	18,7	26,3	16,7	77,5	3,5	84,0
mar-95	17,6	26,6	15,6	72,5	3,4	73,5
abr-95	14,2	23,6	12,0	71,0	3,7	68,1
mai-95	11,2	20,5	9,7	72,7	2,9	21,4
jun-95	9,4	20,0	9,7	76,9	4,2	174,7
jul-95	10,0	20,9	11,5	76,6	4,7	135,9
ago-95	11,9	22,2	10,9	68,9	4,3	76,1
set-95	12,6	21,7	11,0	70,6	4,8	135,4
out-95	19,3	22,9	11,7	64,7	4,0	198,6
nov-95	25,2	28,2	15,7	58,8	4,0	78,2
dez-95	25,0	30,2	17,1	57,1	3,9	31,6
jan-96	19,9	28,3	18,2	75,1	4,0	355,3
fev-96	20,8	27,4	17,4	77,7	3,4	135,2
mar-96	17,8	26,1	16,4	77,7	3,9	104,5
abr-96	15,3	25,3	14,6	74,1	4,1	75,9
mai-96	13,0	21,8	10,7	72,9	3,0	73,9
jun-96	10,2	17,1	7,1	76,5	3,3	140,6
jul-96	10,9	16,2	6,3	72,5	3,6	126,1
ago-96	12,5	21,8	10,9	67,1	4,2	213,9
set-96	15,0	19,9	9,9	72,5	4,0	119,3
out-96	15,6	22,8	13,6	73,6	4,2	157,8
nov-96	21,9	27,1	15,7	68,0	4,2	107,4
dez-96	19,9	28,1	17,7	69,6	3,4	123,2
jan-97	23,0	29,3	18,4	70,8	4,0	156,3
fev-97	18,9	27,5	18,5	80,6	3,6	129,8
mar-97	20,7	27,2	15,1	65,9	3,6	33,2
abr-97	16,1	25,0	12,2	64,1	3,3	69,5
mai-97	12,5	21,7	10,6	67,6	3,7	103,7
jun-97	8,8	17,5	9,3	76,5	4,3	114,4
jul-97	10,3	20,3	10,7	74,0	4,2	115,8
ago-97	12,6	21,1	10,9	70,0	4,2	257,5
set-97	14,4	21,9	11,7	73,6	3,7	152,0

Data	Radiação	T Max	T Min	UR	Vento	Chuva
out-97	13,3	22,3	13,8	79,0	4,5	550,4
nov-97	17,7	26,1	16,1	76,0	4,1	339,9
dez-97	21,4	28,7	17,8	68,9	4,3	235,5
jan-98	20,3	28,1	18,5	77,1	3,4	231,0
fev-98	16,9	26,4	17,4	82,9	3,3	357,6
mar-98	15,1	24,9	16,0	81,1	3,4	229,9
abr-98	12,1	22,2	13,7	80,0	4,1	342,2
mai-98	10,4	19,6	10,8	79,0	3,3	201,0
jun-98	9,9	18,3	8,5	77,1	3,8	82,7
jul-98	9,6	19,1	10,5	80,2	4,0	191,0
ago-98	8,8	18,7	11,2	84,6	3,5	257,4
set-98	10,3	19,0	10,7	80,4	4,1	204,2
out-98	15,5	24,2	13,7	73,7	4,0	118,9
nov-98	22,1	27,1	14,4	62,5	3,9	68,5
dez-98	20,8	27,3	16,2	67,5	3,5	122,5
jan-99	21,2	28,4	17,6	71,7	3,2	125,3
fev-99	20,2	27,1	17,1	77,9	3,1	114,4
mar-99	18,7	28,7	17,9	72,7	3,1	65,4
abr-99	11,9	22,7	13,4	78,8	3,1	188,3
mai-99	11,0	19,0	9,4	74,9	3,2	108,7
jun-99	8,9	17,5	8,6	80,2	2,9	94,3
jul-99	8,4	16,7	8,2	81,3	3,8	176,9
ago-99	12,6	21,1	8,8	67,2	3,8	19,4
set-99	14,9	22,2	11,5	68,8	4,4	149,5
out-99	15,0	21,3	12,2	71,6	4,2	177,1
nov-99	20,5	25,1	13,1	63,4	3,3	118,6
dez-99	21,4	28,6	17,0	65,2	3,6	131,1
jan-00	21,7	28,5	17,8	70,7	3,3	143,6
fev-00	19,9	27,0	17,1	73,0	3,2	105,7
mar-00	17,4	26,1	15,8	77,5	3,2	267,4
abr-00	14,5	24,9	14,3	73,2	2,8	76,1
mai-00	10,8	19,3	9,7	75,5	3,3	76,8
jun-00	7,7	19,5	11,1	79,3	4,0	205,5
jul-00	10,6	16,0	5,1	71,0	3,6	148,1
ago-00	13,6	20,4	9,1	68,3	3,6	83,8
set-00	14,5	20,8	10,6	74,6	4,5	169,0
out-00	16,5	24,5	14,9	76,4	3,7	339,3
nov-00	21,5	26,7	14,8	65,7	4,1	164,2
dez-00	20,9	27,8	16,7	70,6	3,5	159,9
jan-01	18,2	27,4	18,6	81,5	3,8	212,5
fev-01	17,6	28,4	19,4	83,0	2,4	196,5
mar-01	17,1	28,2	18,0	77,8	3,0	110,5
abr-01	12,2	25,7	16,2	77,9	3,6	118,4
mai-01	9,5	18,6	10,3	81,1	3,4	164,6
jun-01	9,3	19,2	9,7	77,9	3,4	106,3
jul-01	9,6	19,3	9,0	76,4	4,6	103,5
ago-01	12,9	22,6	12,4	73,0	4,1	146,1
set-01	12,4	20,2	12,0	77,8	4,6	240,0
out-01	17,5	24,7	13,9	70,3	4,3	275,5
nov-01	21,4	27,5	15,8	66,6	3,9	116,9
dez-01	23,0	27,6	15,7	68,6	4,1	194,1
jan-02	21,6	27,9	16,8	71,1	3,7	96,0

Data	Radiação	T Max	T Min	UR	Vento	Chuva
fev-02	21,6	27,4	15,9	71,2	3,0	76,7
mar-02	16,8	28,9	18,6	79,4	3,3	356,8
abr-02	13,6	25,7	15,6	77,3	3,5	135,9
mai-02	9,7	22,4	12,9	79,9	3,2	192,4
jun-02	7,4	18,6	9,3	81,5	4,0	241,9
jul-02	8,7	18,2	8,6	81,0	3,8	146,2
ago-02	10,9	20,4	11,3	77,9	3,9	233,8
set-02	14,0	20,0	9,1	72,8	3,6	253,6
out-02	12,2	24,1	14,8	81,3	4,3	372,3
nov-02	17,4	26,5	15,1	71,3	4,2	205,0
dez-02	17,3	27,3	16,8	74,3	3,7	329,5
jan-03	21,9	28,8	17,4	72,3	3,4	176,2
fev-03	17,8	28,3	17,8	77,9	3,0	265,0
mar-03	15,8	26,7	16,2	79,4	3,1	128,3
abr-03	13,0	24,5	12,9	72,3	3,1	114,3
mai-03	10,9	21,1	10,1	71,1	3,2	107,3
jun-03	7,0	20,9	11,8	82,4	3,1	152,6
jul-03	9,4	19,8	8,8	76,5	3,2	100,6
ago-03	13,1	19,1	7,5	68,0	3,4	57,5
set-03	14,6	22,6	10,8	69,9	3,6	64,0
out-03	18,1	25,0	13,2	69,4	3,6	237,1
nov-03	20,5	26,5	13,9	64,6	3,7	168,2
dez-03	20,0	26,6	15,3	72,1	3,8	391,5
jan-04	22,2	28,3	16,5	72,7	3,4	97,5
fev-04	23,0	27,1	14,9	68,9	3,5	161,9
mar-04	17,9	28,4	15,0	67,3	3,5	26,7
abr-04	13,3	27,0	15,0	69,8	3,2	142,3
mai-04	8,3	18,2	9,5	83,3	3,0	222,4
jun-04	8,7	20,3	10,3	78,7	3,4	133,5
jul-04	8,8	17,2	8,0	77,1	4,3	88,8
ago-04	12,5	21,0	9,1	71,0	3,3	53,0
set-04	12,5	23,1	12,7	75,7	4,0	234,3
out-04	18,2	24,3	12,0	66,6	3,8	193,2
nov-04	18,0	25,9	14,2	67,5	3,7	121,9
dez-04	21,5	28,3	16,3	64,4	3,8	67,3

ANEXO A3 - Resultado da simulação através do modelo ISAREG realizadas para a safra do período 1985-2004, Passo fundo, RS

Year	Cumulative Evapotranspiration During				Peak Requirements			Total
	Etm	Eta	Ratio	Yield	Qfc	Comp. Day	Interval	
1985	511,50	390,60	0,76	28,40	0,92	14/10	1,3	307,80
1986	434,30	370,80	0,85	17,50	0,55	16/10	1,1	252,90
1987	424,40	332,80	0,78	25,90	0,59	22/10	1	211,50
1988	451,10	377,30	0,84	19,60	1,03	07/10	1	239,10
1989	439,80	348,10	0,79	25,00	1,01	02/11	1,1	233,80
1990	384,60	335,20	0,87	15,40	0,60	22/10	1	149,70
1991	419,60	382,20	0,91	10,70	0,54	05/11	1	246,60
1992	409,10	355,60	0,87	15,70	0,51	11/11	1,1	202,70
1993	401,70	380,10	0,95	6,50	0,75	12/10	1,5	214,00
1994	403,90	331,50	0,82	21,50	0,53	07/10	1	194,20
1995	481,20	374,10	0,78	26,70	1,17	25/10	1	271,10
1996	403,60	332,50	0,82	21,10	0,51	06/10	1	203,10
1997	363,70	284,80	0,78	26,00	0,57	20/10	1,1	141,10
1998	405,80	323,50	0,80	24,40	0,52	13/10	1,1	211,50
1999	394,40	352,40	0,89	12,80	1,06	11/11	1	224,10
2000	359,00	292,90	0,82	22,10	0,43	08/10	1,3	168,90
2001	404,10	383,60	0,95	6,10	0,81	13/11	1,3	252,10
2002	326,80	321,30	0,98	2,00	0,53	24/11	1	152,60
2003	397,50	362,50	0,91	10,60	0,60	16/10	1	185,00
2004	391,70	327,70	0,84	19,60	1,07	24/11	1	216,10

FIGURA A3.1 - Quadro de saída do ISAREG com Evapotranspiração máxima (Etm) e real (Eta) em mm, razão ETa/ETm (ratio), decréscimo do rendimento (yield), lâmina diária máxima do ano (Qfc) em mm, data (Comp.Day), intervalo (Interval), em dias, e lâmina acumulada durante o ciclo (Total) em mm, na safra, período 1985-2004, Passo Fundo, RS

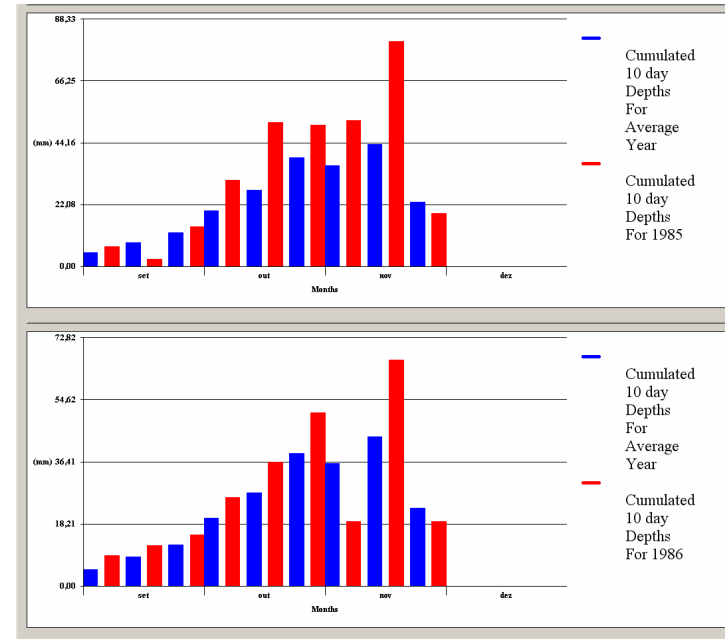


FIGURA A3.2 - Gráfico de saída do ISAREG com lâmina acumulada decendial da média dos anos avaliados e anual, em mm, resultados da safra de 1985 e 1986, Passo Fundo, RS

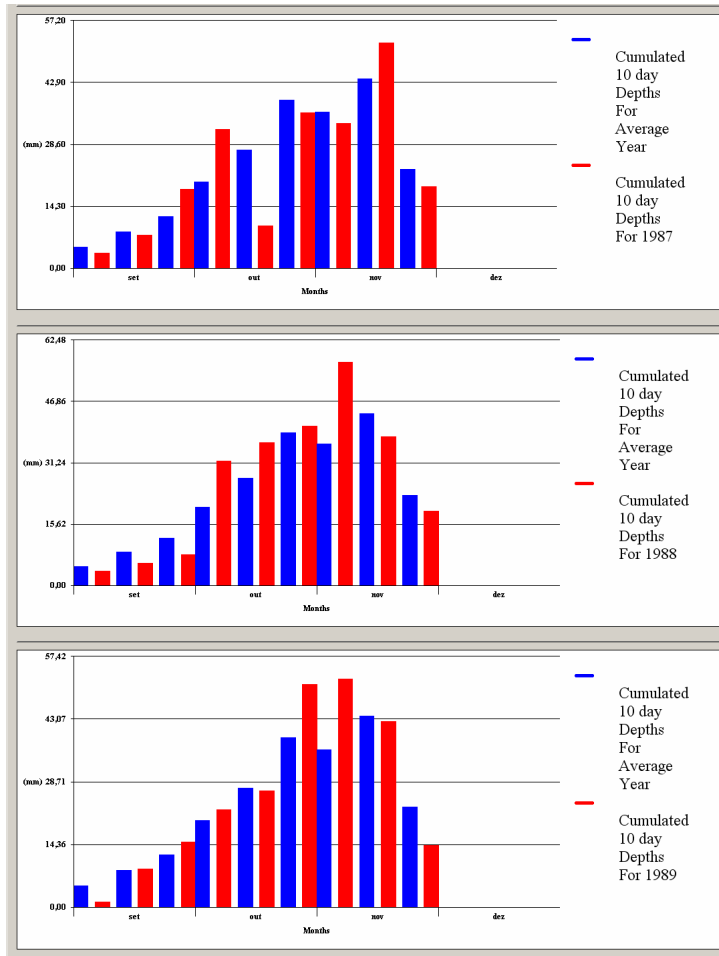


FIGURA A3.3 - Gráfico de saída do ISAREG com lâmina acumulada decendial da média dos anos avaliados e anual, em mm, resultados da safra de 1987,1988 e 1989, Passo Fundo, RS

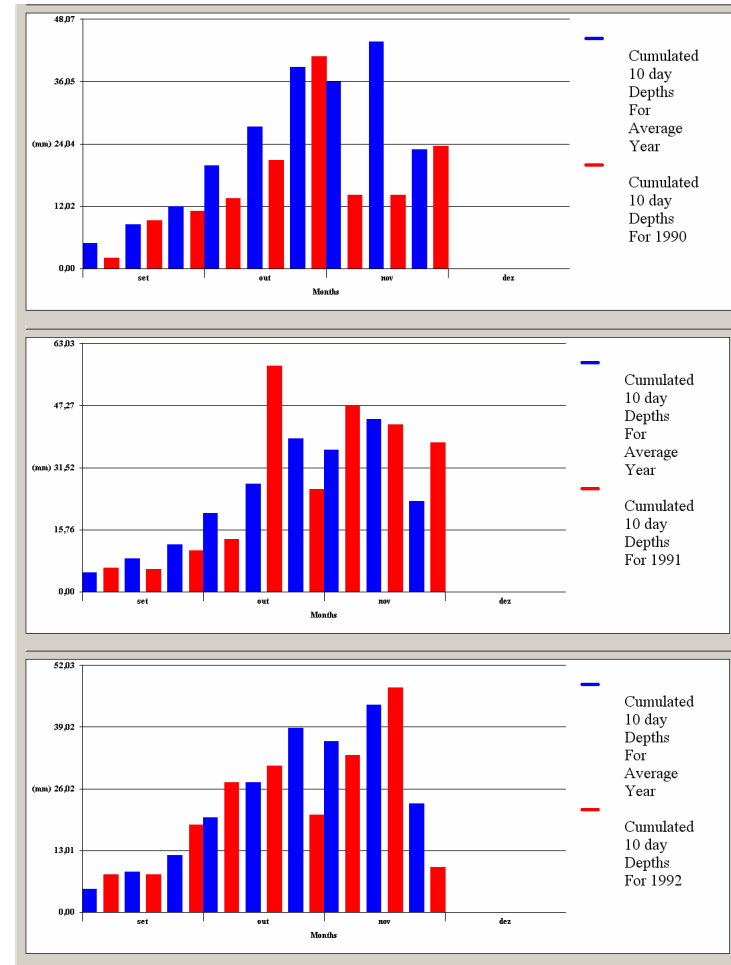


FIGURA A3.4 - Gráfico de saída do ISAREG com lâmina acumulada decendial da média dos anos avaliados e anual, em mm, resultados da safra de 1990,1991 e 1992, Passo Fundo, RS

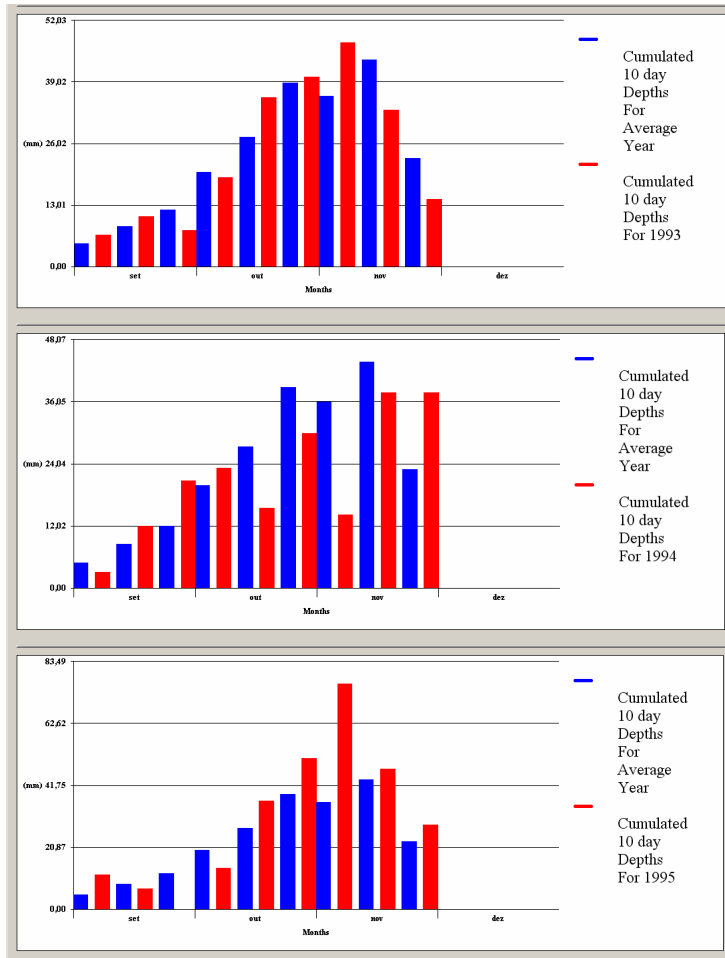


FIGURA A3.5 - Gráfico de saída do ISAREG com lâmina acumulada decendial da média dos anos avaliados e anual, em mm, resultados da safra de 1993, 1994 e 1995, Passo Fundo, RS

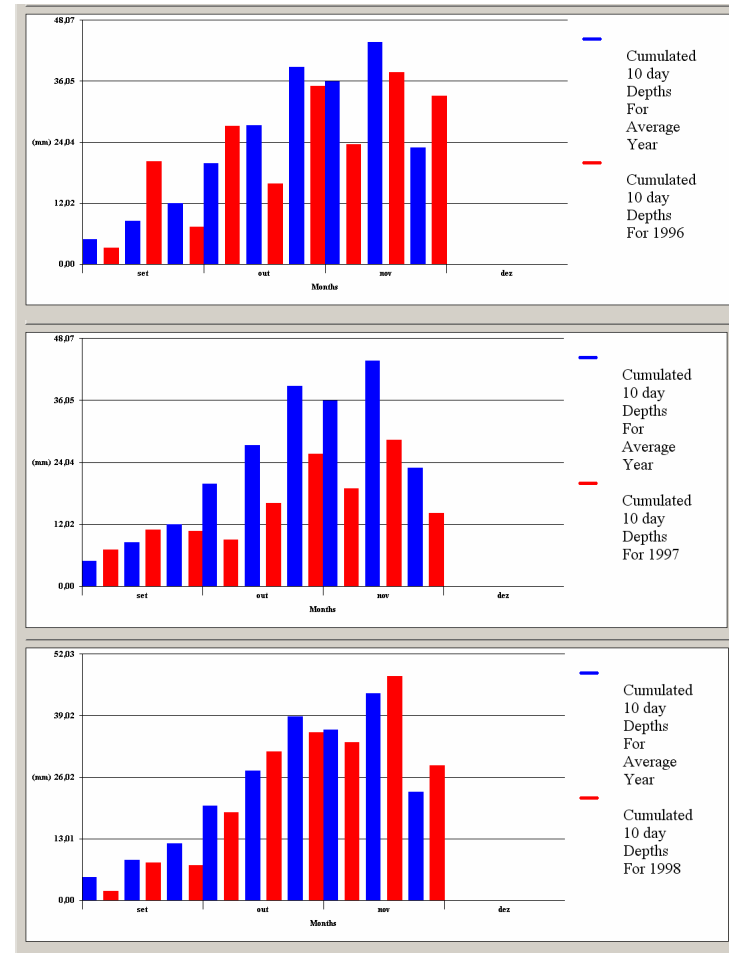


FIGURA A3.6 - Gráfico de saída do ISAREG com lâmina acumulada decendial da média dos anos avaliados e anual, em mm, resultados da safra de 1996,1997 e 1998, Passo Fundo, RS

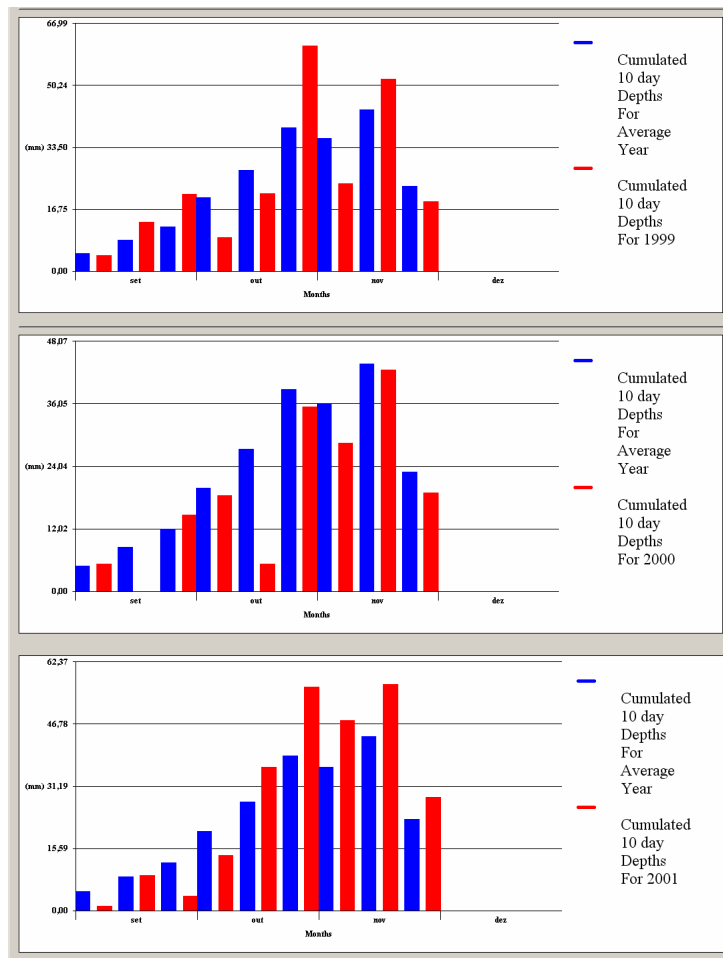


FIGURA A3.7 - Gráfico de saída do ISAREG com lâmina acumulada decencial da média dos anos avaliados e anual, em mm, resultados da safra de 1999, 2000 e 2001, Passo Fundo, RS

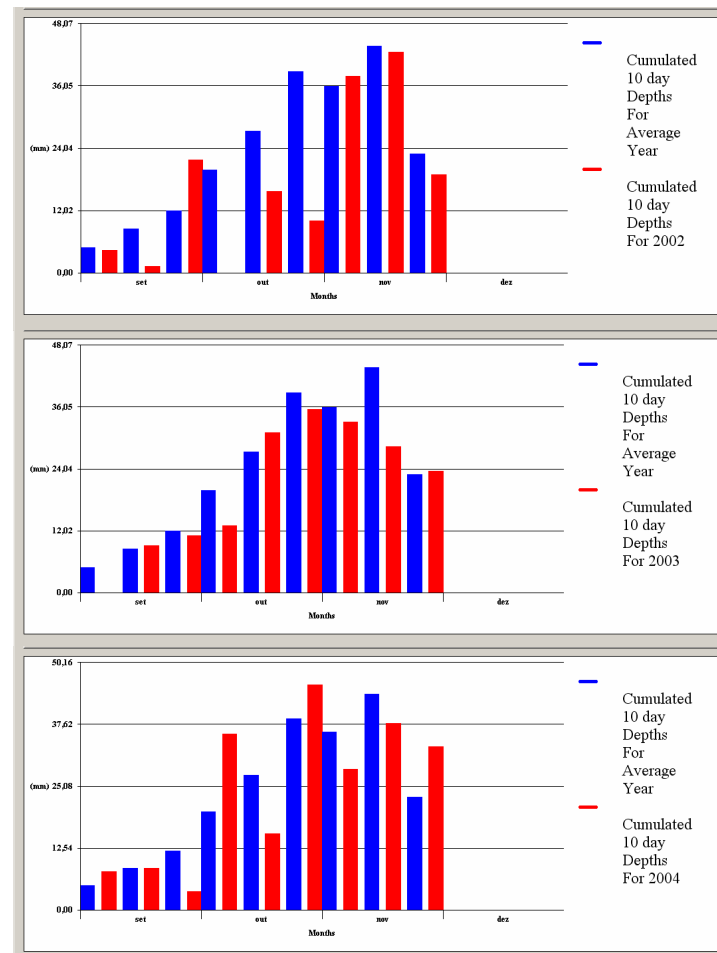


FIGURA A3.8 - Gráfico de saída do ISAREG com lâmina acumulada decencial da média dos anos avaliados e anual, em mm, resultados da safra de 2002, 2003 e 2004, Passo Fundo, RS

ANEXO A4 - Resultado da simulação através do modelo ISAREG realizadas para a safrinha do período 1985-2004, Passo fundo, RS

Year	Cumulative Evapotranspiration During				Peak Requirements			
	Etm	Eta	Ratio	Yield	Qfc	Comp. Day	Interval	Total
1985	328,50	298,50	0,91	10,90	0,62	31/03	1,1	170,10
1986	345,90	309,70	0,90	12,60	0,79	21/02	1	195,90
1987	364,00	328,30	0,90	11,80	0,63	29/03	1,1	227,90
1988	376,60	360,00	0,96	5,30	0,59	18/03	1	275,70
1989	327,40	306,50	0,94	7,60	0,86	24/03	1,5	176,40
1990	321,50	311,60	0,97	3,70	0,56	13/03	1	157,50
1991	362,60	346,70	0,96	5,30	0,65	29/03	1	242,80
1992	301,10	289,70	0,96	4,50	0,61	21/03	1	131,30
1993	318,40	293,40	0,92	9,40	0,58	14/03	1	170,40
1994	330,90	308,70	0,93	8,00	0,65	28/03	1	182,10
1995	351,80	319,10	0,91	11,20	0,81	11/03	1,4	207,60
1996	360,60	315,50	0,88	15,00	0,64	01/04	1,1	183,50
1997	390,00	372,60	0,96	5,30	0,66	30/03	1	266,90
1998	286,70	286,60	1,00	-	0,53	04/04	1,3	139,00
1999	343,40	321,20	0,94	7,70	0,68	08/03	1,6	195,30
2000	303,50	289,10	0,95	5,70	0,55	08/03	1	167,50
2001	327,80	312,40	0,95	5,60	0,98	05/03	1,1	171,40
2002	353,60	349,00	0,99	1,60	0,58	05/04	1,2	192,90
2003	321,30	303,80	0,95	6,50	0,56	29/03	1,2	172,90
2004	388,40	377,20	0,97	3,50	0,91	07/03	1,2	271,80

FIGURA A4.1 - Quadro de saída do ISAREG com Evapotranspiração máxima (Etm) e real (Eta), em mm, razão ETa/ETm (ratio), decréscimo do rendimento (yield), lâmina diária máxima do ano (Qfc) em mm, data (Comp.Day), intervalo (Interval), em dias, e lâmina acumulada durante o ciclo (Total) em mm, na safrinha, período 1985-2004, Passo Fundo, RS

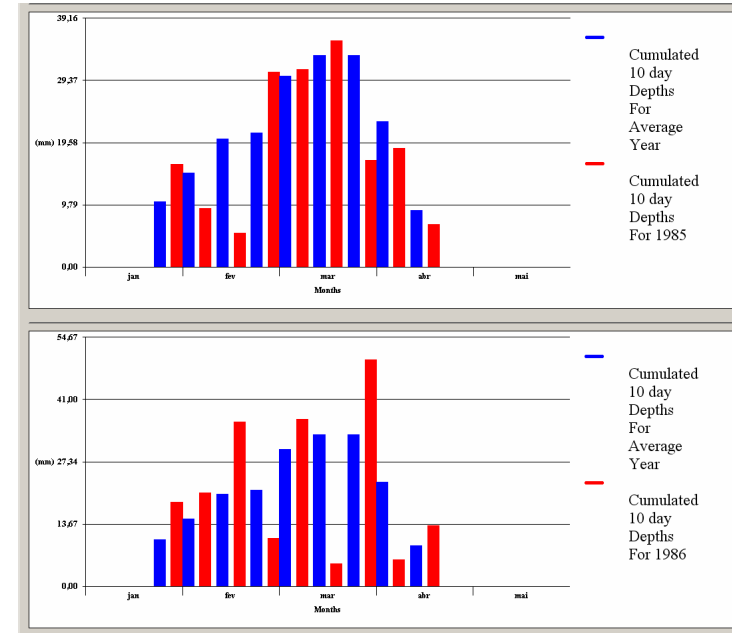


FIGURA A4.2 - Gráfico de saída do ISAREG com lâmina acumulada decendial da média dos anos avaliados e anual, em mm, resultados da safrinha de 1985 e 1986, Passo Fundo, RS

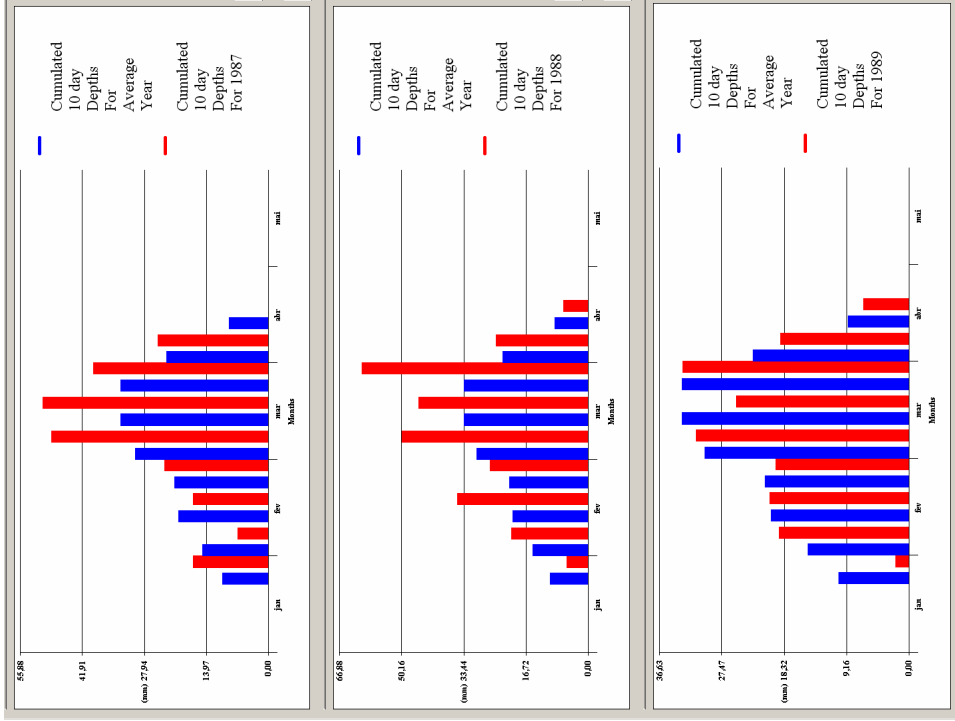


FIGURA A4.3 - Gráfico de saída do ISAREG com lâmina acumulada decendial da média dos anos avaliados e anual, em mm, resultados da safrinha de 1987,1988 e 1989, Passo Fundo, RS

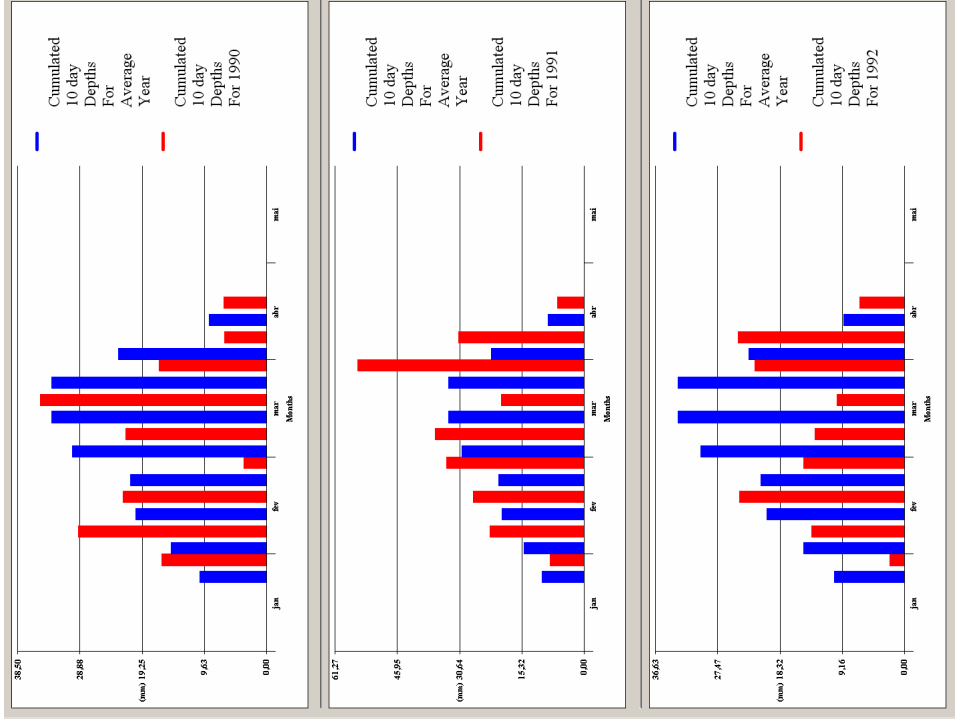


FIGURA A4.4 - Gráfico de saída do ISAREG com lâmina acumulada decendial da média dos anos avaliados e anual, em mm, resultados da safrinha de 1990,1991 e 1992, Passo Fundo, RS

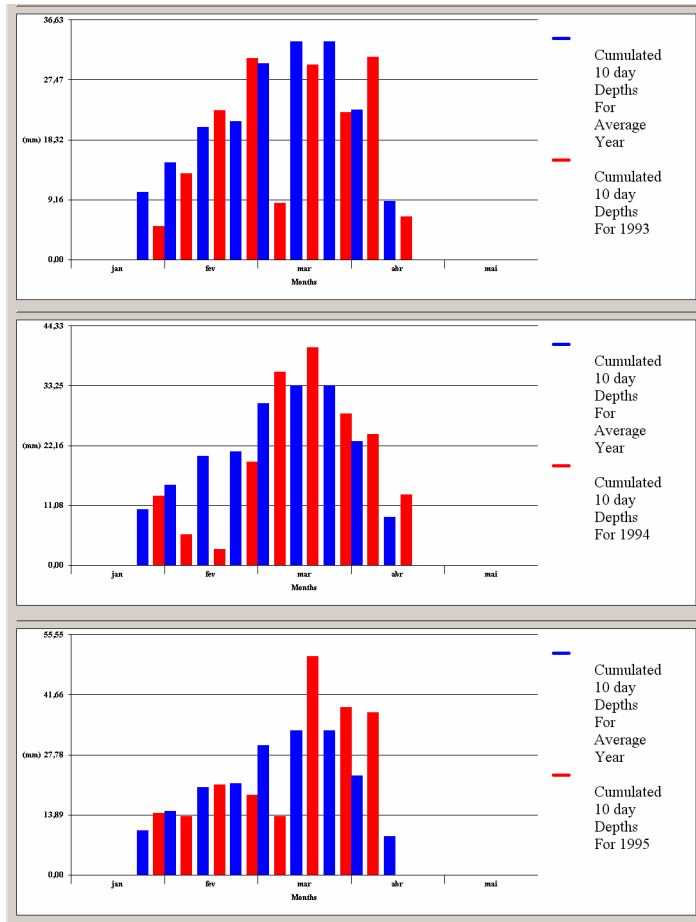


FIGURA A4.5 - Gráfico de saída do ISAREG com lâmina acumulada decendial da média dos anos avaliados e anual, em mm, resultados da safrinha de 1993, 1994 e 1995, Passo Fundo, RS

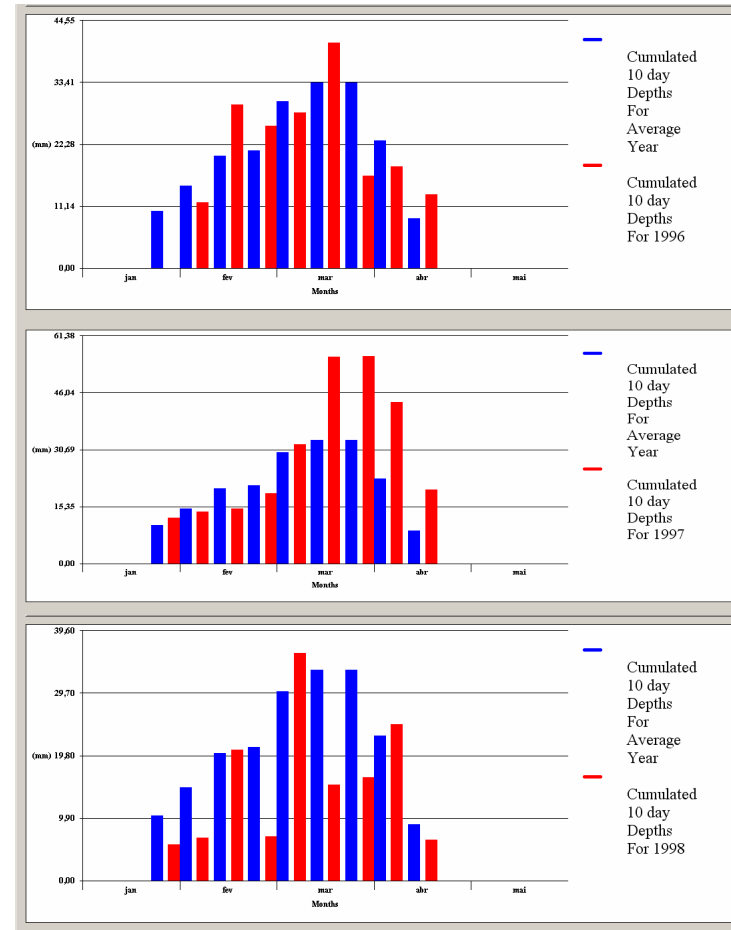


FIGURA A4.6 - Gráfico de saída do ISAREG com lâmina acumulada decendial da média dos anos avaliados e anual, em mm, resultados da safrinha de 1996,1997 e 1998, Passo Fundo, RS

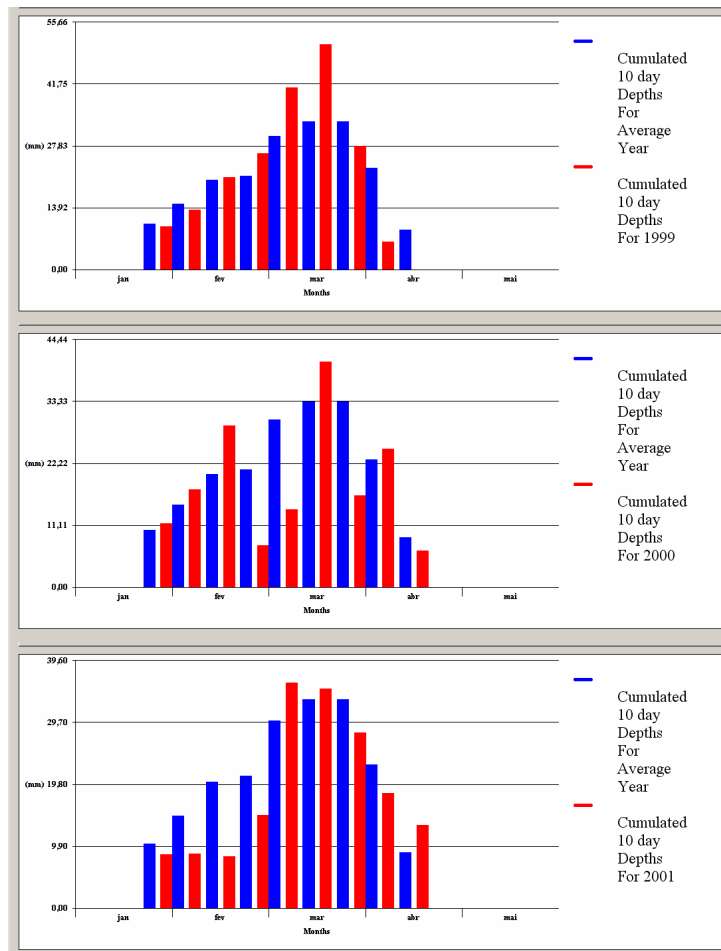


FIGURA A4.7 - Gráfico de saída do ISAREG com lâmina acumulada decendial da média dos anos avaliados e anual, em mm, resultados da safrinhade 1999, 2000 e 2001, Passo Fundo, RS

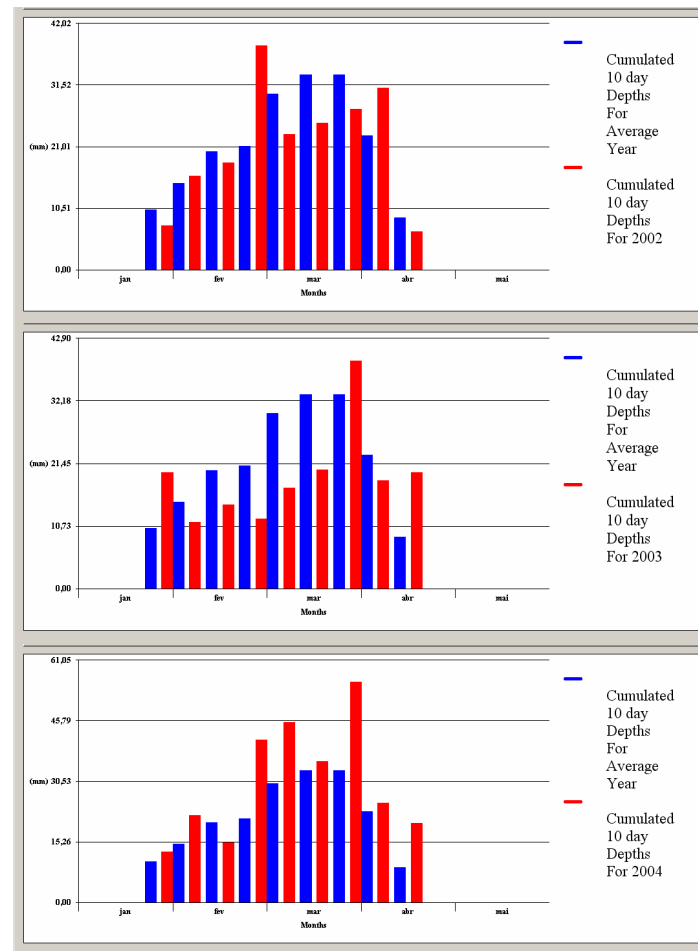


FIGURA A4.8 - Gráfico de saída do ISAREG com lâmina acumulada decendial da média dos anos avaliados e anual, em mm, resultados da safrinha de 2002, 2003 e 2004, Passo Fundo, RS

ANEXO A5 - Taxas Internas de Retorno (*TIR*) das 1000 séries de 20 anos de fluxo de caixa simulados considerando o custo da água para tarifa de consumo de água de R\$ 0,02.

TABELA A5.1 - Fluxo de caixa e TIR simulados para os 20 anos, considerando o custo da água calculado para Tarifa de consumo de água de R\$ 0,02.

F_i^1																				TIR
Ano																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	0,0691
633	370	481	278	413	115	26	124	6	200	353	226	220	113	29	123	-32	-89	-5	385	0,0650
643	286	553	210	370	134	27	84	-41	256	326	275	187	154	65	130	-35	-91	-7	388	0,0684
726	357	554	204	355	115	35	71	-54	201	348	270	187	119	31	125	-30	-86	-2	387	0,0710
712	370	546	280	404	54	24	126	-39	198	307	214	184	107	56	143	-32	-112	-2	373	0,0638
642	297	496	212	429	122	-23	71	14	257	328	245	233	159	72	134	-65	-128	-2	423	0,0660
647	304	491	206	414	121	34	83	4	249	316	230	231	152	35	130	-36	-97	-4	405	0,0727
711	294	482	277	420	112	29	78	-1	198	302	250	177	137	58	144	-25	-88	23	337	0,0690
738	373	486	210	347	133	25	78	0	199	311	232	215	119	32	155	-32	-114	19	387	0,0663
710	287	473	278	418	52	39	78	4	198	324	273	227	121	61	129	-64	-119	21	403	0,0740
732	352	541	201	399	110	28	128	-52	235	328	216	201	111	30	137	-52	-81	18	333	0,0671
731	287	491	211	417	113	34	82	4	251	320	267	187	108	29	160	-58	-118	22	377	0,0650
641	303	486	208	372	122	33	122	-43	207	368	276	227	118	32	158	-31	-100	-1	416	0,0615
652	372	478	220	377	119	36	133	-59	216	374	248	246	121	26	140	-60	-135	-2	411	0,0765
712	361	544	257	397	113	26	114	2	221	286	242	167	107	58	110	-52	-105	22	333	0,0659
643	302	491	267	420	129	31	70	-40	204	321	270	194	118	63	158	-36	-125	23	410	0,0684
631	298	557	275	351	112	28	81	5	237	316	267	188	146	31	127	-55	-88	19	388	0,0737
708	360	484	265	407	117	-24	72	10	195	337	250	206	144	56	113	-30	-111	20	335	0,0749
712	354	478	265	349	120	23	68	5	230	285	252	203	135	61	138	-31	-78	19	328	0,0736
704	354	542	265	345	61	23	117	7	231	293	220	204	144	64	144	-52	-108	21	333	0,0684
707	296	546	276	361	66	28	129	13	244	312	221	221	115	34	127	-57	-116	1	389	0,0689
644	293	551	214	432	120	-15	123	-43	189	349	271	215	149	57	122	-26	-113	-4	385	0,0651
732	300	557	204	359	120	-24	130	-41	203	326	233	225	150	64	127	-64	-95	22	385	0,0612
654	366	568	210	376	75	-29	83	-45	267	337	248	193	165	29	168	-63	-131	-2	447	0,0665
639	280	555	266	358	113	-21	82	-3	205	358	274	185	150	68	157	-56	-125	25	403	0,0658
634	299	490	273	368	60	27	124	-5	246	327	272	231	123	67	132	-35	-125	25	383	0,0651
636	302	479	206	431	132	-27	142	-55	212	367	276	232	155	66	134	-59	-128	22	391	0,0700
724	291	485	266	418	113	-25	133	-41	198	347	223	212	142	57	146	-61	-92	20	357	0,0696
629	356	487	207	408	112	25	127	-51	203	350	269	184	151	64	124	-29	-89	27	359	0,0629
633	299	499	196	428	63	-27	83	6	260	377	290	202	156	35	137	-32	-127	28	407	0,0691
719	378	480	200	427	71	-15	74	-38	237	310	228	223	152	30	152	-34	-89	23	384	0,0592
627	305	483	219	373	130	-32	80	-42	270	340	255	243	165	36	141	-33	-111	0	464	0,0672
642	363	470	277	413	129	-20	72	-2	249	314	231	220	156	23	127	-57	-97	25	378	0,0671
645	376	564	265	365	63	38	79	-1	197	317	234	219	147	31	128	-29	-118	-2	398	0,0722
717	353	474	276	406	121	-25	129	2	185	301	218	208	111	61	116	-30	-80	25	345	0,0696
717	302	554	266	350	125	-26	120	-5	199	314	222	213	142	28	155	-60	-87	26	360	0,0660
711	300	479	210	369	120	26	68	-5	243	362	270	227	113	65	130	-59	-122	0	408	0,0638
713	302	551	265	356	67	39	74	-41	212	365	247	199	121	33	137	-64	-103	20	420	0,0703
709	361	557	261	356	71	26	80	-38	237	309	267	215	118	32	148	-60	-110	22	351	0,0681
709	367	487	267	429	65	26	124	-40	201	319	232	184	113	59	159	-55	-122	1	389	0,0682
645	378	491	212	426	62	28	119	-47	245	348	233	186	113	31	151	-25	-92	21	392	0,0724
716	368	538	206	410	113	24	66	-39	228	305	251	179	137	63	145	-53	-86	0	342	0,0737
723	290	483	272	406	123	25	117	-38	229	337	214	206	111	30	142	-26	-106	25	352	0,0594
639	284	501	220	428	59	-37	86	-52	262	341	302	240	132	74	176	-67	-136	26	434	0,0632
721	277	566	219	373	122	-23	75	-42	254	369	246	236	117	29	131	-60	-127	-3	436	0,0678
711	295	542	276	413	128	-27	83	-41	245	354	227	188	115	32	126	-33	-117	23	373	0,0709

¹ F_i é fluxo de caixa

F_i^1																			TIR	
Ano																				
713	359	466	266	415	128	-17	122	-3	194	306	227	217	108	56	146	-30	-112	0	352	0,0634
647	290	478	271	426	116	24	74	-49	249	335	278	202	124	32	129	-33	-104	21	404	0,0688
639	365	559	277	356	117	-27	78	1	204	347	264	225	114	64	123	-55	-116	-4	384	0,0643
647	300	489	205	369	120	32	134	2	208	327	288	233	117	37	159	-66	-127	21	419	0,0716
723	300	562	268	353	68	-19	121	-39	233	302	260	220	142	57	121	-30	-87	-5	364	0,0703
631	361	544	261	414	69	-28	120	-39	188	348	267	211	106	58	155	-59	-90	22	375	0,0587
626	305	494	284	367	119	-37	130	-60	219	388	303	212	132	28	140	-36	-137	1	439	0,0667
717	286	483	210	412	69	30	76	-5	251	357	239	225	118	64	156	-56	-121	21	382	0,0662
639	293	551	216	367	125	-34	132	3	206	362	270	222	151	30	156	-30	-122	-9	385	0,0623
723	305	554	272	376	72	-27	86	-59	258	370	240	199	160	32	137	-63	-126	-4	410	0,0684
722	358	467	213	413	57	25	127	-56	238	312	230	217	147	59	123	-35	-115	24	389	0,0634
643	301	496	217	432	67	-16	130	-52	210	366	279	191	154	66	133	-33	-125	26	429	0,0636
629	359	496	219	424	72	31	86	-57	249	322	281	201	127	36	132	-35	-103	22	424	0,0615
715	285	495	219	373	129	-15	82	4	215	341	250	245	127	67	168	-66	-132	-5	418	0,0669
634	382	482	191	412	128	44	77	-48	249	322	268	190	121	61	160	-60	-95	19	376	0,0724
717	374	553	203	359	117	23	136	-5	197	304	259	174	113	33	141	-60	-83	22	340	0,0674
728	295	492	213	435	71	24	78	8	239	355	265	192	117	63	123	-61	-115	-3	395	0,0739
702	286	482	265	406	109	33	120	-37	227	330	217	209	111	54	141	-26	-85	19	350	0,0651
708	301	497	286	356	60	-25	77	-44	211	372	283	198	152	27	161	-26	-97	1	415	0,0642
717	304	553	266	349	66	24	125	-43	207	330	237	228	125	32	159	-37	-125	-3	400	0,0655
651	359	488	205	363	71	-32	125	5	208	312	283	225	156	63	132	-36	-98	23	409	0,0693
714	372	486	211	357	68	25	124	-45	201	345	264	225	118	59	155	-33	-94	1	362	0,0631
648	367	486	206	363	73	-16	140	-42	214	375	246	231	157	61	163	-64	-94	-4	403	0,0677
722	364	485	267	364	126	30	120	-45	251	320	236	189	109	29	156	-64	-115	1	370	0,0752
733	355	544	203	402	114	36	120	5	191	286	246	207	107	31	139	-27	-102	0	322	0,0684
634	299	484	265	361	118	-25	74	-2	255	355	226	224	148	61	153	-32	-90	21	387	0,0657
737	295	490	190	422	134	35	84	-42	206	357	236	196	152	60	133	-28	-125	-2	385	0,0570
647	297	508	217	364	58	-22	74	3	218	393	260	253	127	73	178	-41	-139	-5	450	0,0749
644	296	545	258	405	131	-18	61	10	234	332	243	208	135	56	141	-50	-85	18	350	0,0747
704	372	461	255	355	114	37	126	-40	232	297	252	203	137	56	136	-50	-80	18	329	0,0635
638	366	495	288	368	73	-28	84	-58	255	372	245	231	128	62	131	-38	-98	2	398	0,0619
714	291	502	269	422	64	-18	78	-57	258	339	248	198	129	76	164	-66	-138	2	439	0,0650
634	294	574	269	417	56	27	74	-40	258	321	236	227	114	37	161	-61	-122	21	415	0,0685
645	364	542	191	411	62	30	128	-42	195	353	272	220	119	29	128	-26	-115	21	389	0,0691
639	355	542	261	359	116	27	73	-38	241	351	264	184	110	29	155	-34	-85	1	364	0,0670
706	294	489	212	416	125	42	81	-42	208	353	232	229	121	35	158	-28	-94	-3	379	0,0738
710	379	543	256	407	122	30	66	5	193	294	252	177	136	32	116	-30	-105	-1	333	0,0690
649	373	473	265	409	114	32	83	-2	204	352	220	221	111	26	122	-54	-90	21	386	0,0633
653	372	569	270	373	64	-36	86	-52	213	373	243	190	154	32	162	-64	-126	28	406	0,0703
640	369	539	203	355	113	-16	82	10	235	344	262	216	116	58	148	-27	-113	27	354	0,0721
716	362	485	210	406	115	42	129	11	192	338	252	180	113	31	142	-32	-112	-5	341	0,0676
650	365	542	269	416	65	27	73	-39	239	315	234	223	111	58	153	-55	-97	-3	368	0,0598
627	300	567	214	381	126	-33	88	-48	209	336	290	247	133	71	137	-33	-133	0	435	0,0682
637	288	546	204	422	127	-19	138	13	196	359	265	182	118	63	159	-61	-88	-2	369	0,0731
707	374	538	265	404	111	-15	115	-38	229	335	222	173	108	54	115	-52	-88	1	356	0,0706
713	282	544	277	414	51	-18	128	-4	238	306	257	215	112	55	115	-32	-113	21	354	0,0635
653	286	484	278	433	120	29	79	-50	208	366	286	188	126	30	169	-63	-130	26	398	0,0637
641	298	492	196	423	138	31	127	-54	215	320	238	228	161	63	128	-35	-98	-1	403	0,0643
708	296	484	272	371	116	-16	75	10	207	363	278	188	121	37	133	-58	-94	25	398	0,0645
708	363	492	205	369	118	-30	72	8	209	325	276	200	122	36	158	-62	-95	21	421	0,0636
708	281	478	269	365	71	-36	80	0	211	333	276	195	128	73	168	-31	-103	26	423	0,0631

F_i^1																				TIR
Ano																				
720	364	480	206	358	65	-33	87	-44	212	383	278	199	168	67	161	-63	-104	2	408	0,0611
637	368	496	278	366	117	-20	84	-2	220	336	252	239	128	34	139	-66	-136	0	444	0,0680
712	298	551	277	412	124	-25	125	-40	200	354	230	181	118	33	150	-34	-114	0	364	0,0619
648	359	481	217	423	126	25	81	-56	257	336	249	191	127	36	140	-33	-103	-5	416	0,0603
633	282	575	270	366	54	-18	76	10	205	382	294	207	161	30	133	-62	-130	-3	450	0,0675
710	292	555	266	358	63	-26	128	7	194	320	277	226	120	36	154	-61	-118	20	393	0,0710
641	358	549	212	412	111	-23	68	1	235	341	260	214	141	63	145	-54	-110	0	352	0,0638
647	361	498	265	359	118	-28	77	-41	208	374	276	200	160	69	161	-61	-132	0	402	0,0676
718	289	556	206	411	129	-21	125	-53	202	309	271	188	148	28	152	-34	-96	19	369	0,0652
716	381	490	270	418	114	-26	77	-45	207	321	241	190	151	26	156	-60	-120	-4	411	0,0617
653	378	484	268	362	71	-31	131	-46	218	336	291	205	131	64	131	-71	-104	0	444	0,0671
735	282	484	265	435	65	-18	126	-2	200	322	268	225	112	36	160	-59	-94	-1	373	0,0689
646	292	545	269	355	113	-20	119	-45	238	348	266	229	115	63	124	-34	-119	23	389	0,0673
710	369	485	206	412	53	25	76	5	251	359	231	186	119	31	154	-59	-95	0	396	0,0653
730	298	482	264	362	122	-23	135	-47	212	326	236	232	121	65	126	-37	-128	24	412	0,0646
708	305	482	218	356	116	33	128	-3	203	326	242	227	124	34	163	-59	-122	20	414	0,0673
647	363	483	199	417	119	-20	80	1	201	320	278	219	153	35	127	-28	-94	19	394	0,0640
712	299	498	265	374	120	-15	127	-55	204	328	242	200	159	63	134	-60	-100	23	398	0,0631
645	301	495	275	370	122	-24	82	-42	265	333	291	202	160	31	169	-35	-129	0	402	0,0693
715	363	559	193	424	66	-27	128	1	191	345	228	186	143	33	154	-58	-113	21	363	0,0569
641	300	569	214	365	57	-29	87	-44	218	399	255	253	136	79	141	-41	-139	-4	458	0,0612
652	295	557	204	423	70	-23	134	-45	267	382	249	202	128	66	135	-70	-133	1	420	0,0672
712	358	469	267	350	114	28	75	-42	191	363	267	189	158	65	126	-32	-119	1	376	0,0690
646	373	552	260	355	121	30	79	-53	238	349	233	216	113	34	155	-61	-115	23	365	0,0662
709	295	472	276	357	70	32	83	4	248	325	230	226	120	60	157	-58	-98	1	403	0,0672
637	367	483	206	416	69	35	128	2	246	309	268	184	110	62	152	-35	-119	-6	399	0,0643
633	288	491	206	418	116	33	75	3	208	371	278	197	122	67	132	-34	-100	21	390	0,0637
637	302	549	281	425	72	-27	86	-51	253	366	241	230	127	36	163	-66	-103	-7	399	0,0620
648	289	554	219	363	71	-19	133	-48	216	376	236	191	165	70	174	-30	-135	25	417	0,0691
712	302	559	194	421	115	-26	72	0	197	315	268	187	152	29	154	-30	-91	21	364	0,0710
622	300	547	272	409	126	43	126	8	199	303	263	181	144	28	122	-59	-112	25	369	0,0670
640	288	557	214	355	120	-21	123	1	205	364	273	223	147	34	122	-58	-92	22	397	0,0607
650	377	503	196	375	69	-25	87	3	212	336	294	244	133	71	136	-67	-132	25	427	0,0739
702	366	538	202	402	116	-17	118	-2	195	341	248	206	136	31	117	-27	-113	-1	354	0,0645
652	302	485	200	417	116	-16	82	0	252	323	282	186	157	61	160	-61	-101	0	419	0,0702
724	355	471	205	356	131	26	129	-42	248	344	260	184	106	58	123	-54	-88	1	377	0,0577
733	303	506	217	374	69	-38	90	-52	227	347	259	252	133	69	182	-66	-138	1	447	0,0649
623	370	548	275	423	116	-30	86	-42	213	324	243	225	125	31	134	-59	-100	-3	413	0,0628
653	366	490	279	374	65	-26	77	-4	254	334	284	191	165	37	132	-60	-127	22	409	0,0707
645	292	547	279	405	129	23	68	-2	200	308	256	215	140	65	118	-52	-88	-6	372	0,0718
705	299	484	260	406	121	24	123	-40	198	343	257	207	144	33	148	-31	-114	1	346	0,0651
636	298	496	268	421	64	-22	73	-6	196	373	278	232	121	62	158	-31	-92	-3	393	0,0714
730	376	486	267	356	114	29	80	-40	231	343	219	181	112	63	145	-54	-88	0	366	0,0619
716	300	486	219	357	127	-33	85	-4	260	340	245	205	158	38	165	-70	-98	2	416	0,0698
723	373	489	210	407	71	-15	67	1	237	355	265	187	114	62	116	-58	-87	19	378	0,0700
706	360	477	269	408	116	26	82	3	243	308	257	214	110	30	122	-54	-111	-4	353	0,0617
717	299	490	279	373	64	-25	82	-57	268	375	241	206	131	30	172	-34	-106	-3	412	0,0693
629	364	548	263	431	71	-16	82	8	190	348	264	224	116	28	121	-33	-87	0	363	0,0703
727	369	540	213	416	60	34	77	-40	234	351	225	185	116	32	121	-29	-90	19	354	0,0724
624	363	542	269	412	110	-18	80	-4	191	341	264	206	137	61	143	-32	-109	-4	336	0,0646
649	295	558	271	366	116	35	83	7	211	365	242	198	125	34	128	-65	-123	2	415	0,0659

F_i^1																			TIR	
Ano																				
721	304	556	273	366	69	29	85	-41	202	365	272	195	156	35	132	-63	-123	0	380	0,0706
726	356	480	267	352	59	-22	118	7	234	348	223	211	113	62	144	-29	-85	-5	355	0,0627
645	371	489	202	426	60	-33	131	-41	253	334	248	232	125	66	135	-35	-125	2	429	0,0690
709	357	546	211	426	121	42	75	-56	197	311	262	179	114	34	152	-55	-94	26	357	0,0684
707	291	468	188	412	112	-18	125	-2	238	349	269	185	119	68	153	-35	-121	20	386	0,0636
716	375	490	275	369	69	-21	86	-42	212	330	243	198	162	28	135	-70	-94	26	427	0,0679
633	360	545	278	412	122	-35	124	-4	207	360	232	188	118	27	123	-56	-118	1	397	0,0676
638	370	549	214	364	129	25	121	-45	246	319	234	218	151	24	120	-35	-121	19	373	0,0649
725	303	497	200	366	117	25	125	-45	212	325	278	192	157	32	157	-33	-129	21	391	0,0678
709	282	567	271	413	59	25	76	-42	207	356	272	185	121	23	123	-34	-91	19	374	0,0754
711	287	544	259	354	112	35	69	-2	232	326	244	202	142	55	113	-25	-108	21	344	0,0631
643	287	477	198	432	64	45	131	-1	252	336	247	195	124	34	171	-34	-97	1	409	0,0641
651	300	498	207	371	131	-23	135	-43	212	372	284	239	122	36	126	-60	-94	27	423	0,0683
649	364	492	267	418	56	24	72	-3	199	351	229	226	147	32	156	-60	-118	21	394	0,0703
708	296	557	266	341	112	27	126	-38	203	341	227	186	141	28	147	-60	-90	21	375	0,0656
717	300	483	272	356	121	29	77	-42	209	325	271	226	120	32	164	-58	-100	2	411	0,0690
645	362	491	268	412	70	39	126	1	236	317	225	214	106	62	126	-54	-116	19	363	0,0727
707	374	542	211	356	57	25	74	-4	228	338	255	210	109	62	120	-25	-80	-2	359	0,0669
640	362	480	215	361	116	34	83	2	242	354	237	228	117	60	153	-34	-127	-4	397	0,0600
653	302	497	270	378	125	-36	78	-56	215	344	248	240	167	35	139	-39	-99	24	430	0,0688
721	368	481	269	363	69	-26	72	8	236	352	261	179	112	59	152	-57	-94	1	387	0,0665
711	297	478	267	421	71	-22	79	-4	251	315	267	228	122	34	123	-32	-97	-3	408	0,0659
640	304	482	214	425	125	36	130	-45	247	371	239	194	157	34	155	-57	-119	-3	387	0,0609
648	286	492	208	432	62	30	88	-2	213	380	245	205	123	64	137	-37	-130	25	446	0,0685
649	303	480	271	412	68	31	119	-53	242	355	267	222	151	31	150	-34	-119	0	368	0,0712
647	358	547	272	410	114	-23	81	-1	198	297	258	209	114	29	152	-53	-82	19	369	0,0746
708	276	534	202	405	119	35	114	-5	236	330	256	170	139	53	111	-28	-81	18	323	0,0594
730	290	494	216	373	134	-28	87	-49	222	385	245	212	135	36	173	-36	-143	1	437	0,0701
645	295	561	187	412	115	33	130	-3	233	303	262	173	144	57	124	-33	-90	-7	375	0,0660
714	301	494	266	357	123	-15	84	-3	207	316	235	222	149	28	157	-35	-94	21	386	0,0646
622	382	483	211	422	69	24	84	-55	208	361	239	229	122	66	161	-30	-98	-3	417	0,0734
720	296	535	210	355	130	29	118	-4	228	339	248	214	137	28	111	-31	-85	-2	336	0,0636
722	285	490	219	348	63	28	126	-3	202	334	281	195	163	36	130	-34	-95	0	428	0,0730
707	362	467	262	418	62	34	120	-5	234	303	209	207	137	65	142	-56	-110	19	336	0,0679
647	374	545	211	412	121	-24	80	0	247	353	221	181	121	32	158	-56	-93	-6	390	0,0632
652	294	563	205	374	64	-15	138	-53	206	333	292	235	162	65	136	-34	-104	0	403	0,0702
720	358	547	198	412	56	-18	77	-5	196	353	224	223	149	66	123	-32	-83	-7	358	0,0651
640	292	561	265	354	65	-20	122	4	211	329	243	194	156	60	160	-35	-99	23	391	0,0705
710	356	466	208	410	112	31	69	-4	199	349	271	212	111	58	145	-33	-113	1	355	0,0576
643	283	488	276	384	66	-25	78	-44	266	402	252	212	135	40	181	-65	-137	0	478	0,0667
633	365	489	215	350	65	29	124	10	200	369	237	229	151	63	127	-30	-92	-1	382	0,0628
639	289	491	266	427	71	37	125	-49	198	337	250	242	128	27	172	-64	-105	21	411	0,0625
639	297	556	275	363	120	27	77	3	202	336	244	203	170	37	135	-66	-133	-2	433	0,0704
635	296	487	194	415	112	32	118	-4	239	344	263	213	111	58	145	-28	-88	-4	377	0,0716
644	373	486	275	352	61	-17	124	9	242	342	225	209	151	64	146	-32	-88	1	348	0,0651
648	291	561	270	360	119	24	132	-42	248	313	243	228	124	34	127	-61	-120	23	391	0,0638
635	285	491	217	435	115	-19	125	-41	255	327	280	188	127	62	135	-30	-100	-1	429	0,0696
730	284	545	263	364	68	25	83	-46	245	344	269	186	154	64	122	-54	-93	-1	362	0,0728
702	357	546	280	402	65	28	76	-50	189	340	262	177	136	59	115	-25	-83	0	336	0,0626
735	294	554	216	374	70	-18	69	-51	253	336	245	237	156	32	132	-59	-98	26	412	0,0591
731	285	494	213	370	75	-16	86	-43	214	336	257	246	129	72	143	-36	-108	26	439	0,0603

F_i^1																			TIR	
Ano																				
628	306	583	210	434	75	-23	128	-47	211	345	257	250	129	36	137	-63	-109	-1	429	0,0709
645	356	481	212	355	114	37	80	-3	237	344	262	220	146	61	121	-33	-90	1	368	0,0659
630	365	547	195	415	66	28	78	-40	196	360	275	195	120	72	130	-33	-96	22	388	0,0642
717	369	489	276	356	69	-16	71	-4	199	328	235	192	152	33	158	-30	-130	25	424	0,0642
628	287	555	282	417	69	47	125	-41	205	332	242	193	156	34	160	-66	-130	21	398	0,0748
722	357	536	274	406	61	35	129	-37	189	327	253	171	106	62	138	-54	-84	1	324	0,0633
736	289	479	214	374	72	-25	80	2	216	332	284	235	154	67	138	-38	-124	22	404	0,0703
719	293	546	279	360	114	29	124	-42	244	348	218	184	110	62	119	-54	-111	-1	373	0,0626
633	303	493	218	360	122	27	131	-48	256	336	247	197	163	38	134	-29	-99	-2	435	0,0653
639	297	556	210	420	123	30	79	4	199	326	241	191	118	69	133	-31	-93	21	382	0,0572
650	286	496	208	378	70	39	77	8	213	357	267	247	137	33	148	-67	-115	1	481	0,0660
624	370	481	207	351	55	38	74	1	245	358	238	236	162	62	159	-26	-128	20	386	0,0665
632	289	553	273	362	56	-19	127	9	244	309	240	193	121	67	160	-27	-96	21	401	0,0658
713	357	554	217	366	69	-15	133	-4	199	316	238	191	116	61	159	-36	-100	-2	383	0,0713
708	362	468	281	404	113	22	131	-41	195	305	224	215	111	65	148	-55	-109	0	368	0,0664
638	301	493	264	427	57	28	132	8	210	365	270	194	123	61	123	-57	-123	19	381	0,0740
708	362	539	261	410	59	25	114	-2	193	336	215	170	110	55	143	-50	-87	0	354	0,0637
650	384	550	215	363	72	-29	79	-41	249	321	278	194	161	33	160	-31	-96	1	403	0,0642
731	284	481	218	427	69	37	68	4	206	327	288	192	155	31	136	-36	-130	2	423	0,0655
710	362	476	214	432	64	-17	81	-47	202	326	231	227	123	62	165	-34	-97	23	412	0,0662
639	360	486	281	368	125	-19	127	-39	243	324	234	224	123	33	157	-61	-123	28	405	0,0656
631	374	561	205	368	120	-23	83	1	207	368	229	232	155	30	157	-65	-128	-2	411	0,0708
715	294	541	210	345	115	30	120	9	195	341	257	184	144	60	123	-57	-88	23	353	0,0646
632	378	492	213	416	127	-21	123	-3	209	322	242	197	124	33	163	-32	-122	23	396	0,0629
650	294	496	268	424	65	-16	141	-43	264	368	250	193	127	32	168	-61	-132	23	403	0,0668
725	287	572	211	360	53	24	122	-53	199	365	276	226	151	34	122	-59	-121	22	398	0,0651
634	362	484	270	440	114	-15	76	-41	209	363	238	184	153	37	159	-65	-121	22	413	0,0674
649	290	548	269	414	114	29	80	-39	208	306	225	227	147	70	155	-55	-116	25	369	0,0695
639	354	484	261	420	64	26	123	-5	204	343	264	187	142	34	124	-54	-94	18	378	0,0640
651	373	488	266	436	70	-19	84	-53	256	328	275	198	157	37	135	-61	-99	-5	399	0,0625
713	293	487	271	440	52	-18	75	5	257	333	280	196	122	34	137	-68	-105	-2	410	0,0713
717	364	554	260	350	115	-30	71	-40	242	349	260	221	112	24	147	-56	-110	20	344	0,0738
722	373	544	194	357	114	38	119	-40	189	328	257	204	109	56	139	-53	-106	19	350	0,0751
714	355	534	192	348	114	41	74	-4	193	328	256	211	133	31	142	-30	-82	17	346	0,0695
629	355	486	210	428	119	32	122	6	243	314	220	177	110	56	126	-32	-86	20	379	0,0708
707	366	475	265	411	113	-23	119	5	245	304	256	177	140	26	122	-30	-111	-4	351	0,0712
732	379	486	190	424	113	25	81	4	198	339	226	214	111	26	145	-59	-113	22	371	0,0665
648	298	485	209	422	127	-24	135	1	248	368	237	192	153	28	164	-64	-117	-2	408	0,0642
718	371	489	211	372	62	28	123	-49	214	321	286	198	122	62	134	-63	-125	20	418	0,0669
628	369	494	266	431	69	-16	126	0	198	360	273	186	157	29	131	-33	-126	-2	374	0,0593
630	296	485	218	436	132	-23	71	-58	218	387	254	245	165	35	136	-34	-110	-5	435	0,0644
720	287	482	206	367	116	43	82	-47	211	322	287	229	161	72	124	-36	-129	27	392	0,0594
633	305	497	211	373	128	-16	83	11	259	337	250	248	130	68	142	-68	-138	29	432	0,0694
706	354	486	213	425	67	31	81	-44	245	345	262	214	115	33	122	-30	-93	-1	386	0,0643
727	300	494	213	362	56	29	125	-51	199	369	245	230	117	65	166	-30	-124	2	422	0,0646
635	296	476	203	362	60	31	129	10	213	371	281	233	160	35	131	-27	-125	23	416	0,0704
644	357	547	212	421	112	25	119	-43	235	307	223	186	116	58	148	-34	-110	20	372	0,0644
641	374	485	267	417	128	24	75	-49	248	332	240	198	119	35	128	-66	-126	23	419	0,0596
623	308	502	277	377	72	-34	128	-42	222	382	255	206	163	36	182	-64	-142	32	431	0,0665
638	372	546	205	363	55	24	137	-49	247	319	235	228	148	34	127	-30	-89	22	382	0,0680
719	281	556	197	422	61	-16	127	-56	193	352	272	217	121	64	128	-29	-89	22	371	0,0609

F_i^1																			TIR	
Ano																				
716	295	498	282	360	120	-29	79	-42	256	335	239	196	130	33	142	-38	-105	-2	450	0,0712
619	379	545	202	423	60	30	77	5	200	338	257	209	141	31	120	-33	-86	24	373	0,0591
646	283	488	216	367	72	-28	130	-5	221	388	253	247	130	66	145	-34	-136	27	437	0,0604
647	304	499	285	364	74	-25	138	-42	216	335	290	241	125	74	139	-70	-104	-2	425	0,0614
632	288	561	205	424	120	-31	76	-48	218	341	292	205	123	72	167	-69	-105	-1	445	0,0655
635	370	481	212	357	70	-22	139	-1	211	322	286	236	150	61	134	-34	-100	23	384	0,0715
712	358	542	268	355	61	-19	117	5	236	303	253	176	147	56	122	-30	-110	-4	367	0,0689
633	370	544	202	416	112	33	118	-43	204	352	225	220	112	33	150	-31	-94	-2	362	0,0686
707	294	545	267	347	115	-33	121	-48	190	352	265	219	146	25	157	-29	-114	1	385	0,0659
636	290	476	280	426	122	-23	82	0	246	364	233	194	150	31	158	-35	-119	21	384	0,0636
712	302	489	278	372	116	-23	81	-5	252	330	245	229	165	34	138	-67	-130	-3	399	0,0596
640	288	501	209	372	132	-32	134	-45	222	391	294	202	168	38	142	-70	-133	25	434	0,0693
726	375	560	262	408	57	-20	77	-2	200	348	227	181	147	28	123	-55	-84	0	358	0,0670
621	297	545	210	423	126	-20	123	-57	244	357	230	232	148	35	122	-58	-90	24	400	0,0649
642	362	485	264	359	70	-24	123	-3	257	363	237	198	159	36	159	-37	-128	-1	392	0,0698
707	285	550	196	406	50	-19	136	-2	203	348	231	219	143	64	123	-33	-90	24	377	0,0658
635	367	473	212	365	58	38	129	-52	255	314	278	187	154	66	163	-57	-98	20	408	0,0593
649	290	573	204	363	65	-19	129	-6	222	399	252	242	124	27	171	-71	-133	0	434	0,0714
721	360	476	262	408	128	-17	118	2	232	307	226	183	109	31	144	-33	-90	-2	350	0,0710
721	375	485	207	417	54	23	124	9	199	346	227	214	109	32	120	-26	-89	18	350	0,0707
729	360	538	273	351	67	23	118	-45	196	309	228	217	151	32	146	-55	-90	-4	371	0,0669
710	304	550	280	356	123	31	82	-51	209	353	267	185	116	29	124	-56	-96	0	399	0,0682
730	363	492	202	419	60	29	125	-39	253	312	225	221	146	31	124	-58	-91	2	368	0,0630
625	283	563	216	426	117	-24	131	-57	207	332	279	199	162	36	164	-65	-100	-8	428	0,0608
650	297	492	210	362	125	26	80	-6	219	383	255	209	166	32	136	-38	-131	-3	448	0,0664
649	367	489	206	433	120	-21	81	-5	196	366	273	230	119	60	164	-58	-123	-7	379	0,0774
721	296	551	256	344	109	22	117	2	224	324	242	161	133	53	136	-49	-78	21	328	0,0688
632	363	546	205	410	68	29	131	0	204	309	268	217	116	34	150	-61	-86	-5	384	0,0716
709	378	555	199	358	69	25	122	-37	238	304	225	217	149	25	150	-33	-112	1	368	0,0629
733	304	496	272	434	66	-24	67	-41	217	328	237	232	129	75	163	-66	-133	21	404	0,0704
629	371	553	277	360	115	38	119	-47	200	308	227	218	144	29	124	-34	-90	0	373	0,0625
635	295	564	211	358	130	29	67	-52	214	380	239	203	165	64	131	-31	-98	-2	411	0,0696
705	357	547	200	360	70	-15	68	-41	249	358	259	216	149	34	147	-63	-89	24	379	0,0653
718	293	492	203	366	55	33	85	-44	247	362	275	230	122	67	158	-60	-120	20	412	0,0678
731	358	481	274	347	115	-25	127	4	194	310	232	230	116	58	151	-55	-119	19	366	0,0625
728	375	486	204	376	66	-29	126	5	212	369	235	200	119	71	136	-68	-103	1	406	0,0699
634	289	554	272	352	122	-14	71	6	244	354	260	222	142	26	147	-32	-92	-1	359	0,0712
640	383	563	211	359	113	36	72	-3	235	341	264	213	107	33	122	-60	-86	-1	373	0,0759
714	370	531	268	401	59	36	115	-36	185	323	243	199	134	26	141	-30	-102	18	320	0,0713
640	357	549	277	427	61	28	132	-3	194	301	225	210	110	60	153	-54	-118	-3	369	0,0654
628	289	483	273	415	116	33	124	8	208	362	231	193	158	65	126	-64	-122	-4	391	0,0645
711	358	493	265	421	126	-28	69	-57	257	324	243	237	125	27	133	-58	-122	-1	391	0,0670
723	363	554	199	366	131	-23	121	-45	245	313	233	180	153	30	128	-34	-120	21	375	0,0708
647	354	549	213	341	121	37	73	3	236	352	229	220	148	24	147	-60	-114	21	372	0,0722
646	288	477	266	410	128	27	132	-47	240	343	225	206	138	61	120	-22	-86	-1	364	0,0692
719	376	562	207	421	72	-16	78	3	187	345	232	184	147	32	127	-54	-90	21	361	0,0705
725	358	546	276	357	65	-19	124	-3	244	340	258	184	110	30	117	-55	-117	20	354	0,0734
714	286	537	194	402	111	25	118	-46	233	338	248	211	139	53	112	-30	-108	24	353	0,0706
707	370	539	210	405	113	27	125	-5	194	308	227	177	110	29	121	-31	-112	27	371	0,0633
647	287	554	211	419	63	24	131	-54	264	324	242	200	129	70	162	-61	-99	-5	405	0,0629
647	370	550	212	427	67	-21	131	-42	200	327	280	198	129	30	137	-61	-103	2	434	0,0642

F_i^1																			TIR	
Ano																				
650	284	550	216	359	127	30	77	-45	206	366	280	198	152	69	170	-64	-102	-5	400	0,0681
641	358	490	194	415	119	33	122	-6	202	353	226	178	151	27	151	-35	-95	-1	391	0,0620
631	297	497	209	424	60	28	74	9	212	330	241	247	157	31	167	-32	-105	-7	443	0,0711
644	284	558	264	424	70	26	72	8	236	340	260	182	143	58	149	-28	-113	-4	344	0,0625
633	303	489	270	426	66	-21	131	-45	217	327	246	232	122	76	138	-27	-126	21	434	0,0653
710	300	486	278	423	65	-22	123	4	206	326	272	186	154	27	127	-35	-120	20	384	0,0747
633	362	542	258	398	52	26	114	-2	233	328	248	174	108	63	140	-50	-77	19	346	0,0639
644	295	485	204	427	126	27	82	-41	205	331	239	239	161	31	165	-35	-98	1	427	0,0672
631	368	554	208	349	70	24	69	-46	245	320	274	221	151	60	120	-30	-92	23	395	0,0720
714	298	487	206	402	112	35	68	11	233	338	255	210	139	63	117	-27	-83	-7	343	0,0658
715	371	496	272	370	133	-31	82	-40	251	314	271	193	154	35	128	-62	-122	1	383	0,0713
734	283	475	199	408	112	-17	123	4	234	341	256	219	113	59	121	-29	-88	-1	368	0,0614
628	297	558	195	436	73	37	81	6	212	332	252	198	131	70	141	-69	-131	24	441	0,0668
642	364	473	286	418	121	-28	75	-49	247	319	267	228	152	35	155	-62	-124	19	376	0,0674
619	366	550	262	416	69	-28	123	7	203	316	266	188	112	69	121	-28	-91	0	376	0,0698
636	296	546	266	421	55	-25	127	-3	235	344	262	187	106	57	148	-27	-90	19	355	0,0697
647	290	547	273	355	114	32	132	7	241	302	258	176	151	57	122	-29	-114	0	355	0,0653
726	361	494	200	418	61	-24	134	-53	246	321	235	227	114	70	132	-64	-120	20	415	0,0717
711	292	549	261	351	110	35	120	-43	196	336	253	214	113	57	121	-31	-110	18	363	0,0728
710	355	477	263	409	113	-17	77	2	234	302	219	205	137	56	146	-52	-81	25	336	0,0674
646	295	545	213	353	114	35	126	10	246	314	265	223	122	32	128	-31	-117	1	395	0,0676
650	277	475	266	349	135	30	122	8	204	351	275	218	119	60	128	-26	-117	20	371	0,0666
707	297	557	262	415	117	32	68	-52	206	317	240	225	114	33	156	-57	-120	20	378	0,0683
719	377	481	281	364	70	35	82	-44	206	353	232	218	119	34	119	-34	-86	19	368	0,0682
707	302	482	213	418	68	28	130	-41	240	360	236	228	114	35	154	-57	-94	0	389	0,0628
716	283	488	205	375	121	-19	132	7	255	332	246	201	164	34	137	-62	-104	-4	407	0,0682
644	367	549	213	366	125	-25	120	5	199	357	269	230	148	33	123	-59	-116	-3	369	0,0629
721	278	563	204	356	72	-16	125	-42	211	376	282	203	118	37	164	-63	-104	21	409	0,0694
629	302	549	261	414	113	-21	122	-1	198	344	232	185	114	64	150	-32	-114	24	381	0,0627
709	288	497	215	422	116	-17	79	-3	255	324	238	202	163	27	136	-66	-100	22	406	0,0640
621	290	563	205	432	136	-32	137	-5	196	331	246	201	156	35	134	-32	-124	1	424	0,0658
646	299	494	207	431	114	28	125	-2	205	359	277	196	122	31	128	-31	-97	0	381	0,0706
720	368	488	205	348	113	-16	82	1	238	311	260	211	117	65	148	-53	-87	19	375	0,0673
649	380	559	203	361	60	29	121	-39	200	322	266	225	146	59	156	-27	-124	-5	373	0,0691
628	368	480	265	407	113	-28	121	-44	252	357	268	217	115	28	117	-32	-119	20	381	0,0712
720	369	549	212	409	64	-17	80	-3	246	303	261	171	143	30	144	-58	-81	26	348	0,0620
648	278	568	217	375	51	-15	68	-52	256	383	244	239	126	63	169	-36	-99	24	408	0,0603
653	293	569	195	374	119	-28	79	-56	259	395	294	199	131	68	141	-62	-132	-2	425	0,0614
714	294	484	212	435	53	-15	126	-6	216	340	251	239	126	30	140	-64	-107	25	421	0,0664
645	372	479	203	368	68	26	126	-4	251	354	233	189	116	34	156	-32	-97	21	406	0,0666
650	370	545	215	413	115	28	73	-52	242	324	225	223	121	68	130	-36	-121	2	378	0,0700
708	369	477	264	356	112	-15	119	-39	201	352	224	212	142	30	151	-56	-92	23	376	0,0709
630	356	564	267	349	111	-16	123	0	235	345	264	178	117	63	123	-56	-110	24	349	0,0737
715	366	544	189	414	62	34	122	2	232	296	209	212	104	24	145	-52	-83	24	353	0,0751
709	289	550	207	397	114	24	123	-1	231	330	250	204	110	29	142	-52	-85	-4	348	0,0654
628	304	486	271	355	120	25	82	6	253	359	274	190	122	32	127	-34	-98	26	388	0,0726
646	362	545	260	358	63	30	116	-39	232	344	254	176	147	55	116	-30	-87	0	365	0,0702
631	371	544	261	429	66	23	81	-47	241	345	222	212	146	61	122	-58	-88	0	353	0,0719
645	288	540	269	421	110	41	129	-43	237	337	225	177	114	31	142	-30	-83	-1	368	0,0625
638	295	499	272	354	73	24	82	-5	215	385	282	235	122	66	135	-65	-127	25	411	0,0671
711	280	547	270	361	71	-22	74	2	242	363	228	233	153	31	128	-59	-96	0	396	0,0673

F_i^1																				TIR
Ano																				
723	289	544	203	349	120	-35	66	-40	201	353	276	233	148	34	152	-34	-93	23	401	0,0657
724	301	549	195	430	73	24	81	-45	204	318	238	194	151	69	156	-27	-126	22	381	0,0612
730	304	483	211	423	119	-16	77	-60	216	383	246	236	120	64	130	-63	-131	25	415	0,0641
714	305	498	265	420	62	-24	133	-50	199	332	277	192	160	35	166	-67	-125	0	422	0,0696
731	299	552	273	341	71	-23	125	-43	244	352	220	219	116	34	148	-63	-93	26	385	0,0632
715	277	552	204	425	130	-37	81	-44	255	334	278	194	123	65	130	-36	-132	1	399	0,0620
649	302	560	202	363	125	-29	76	-3	257	380	283	204	127	35	170	-61	-137	-3	415	0,0654
640	302	477	209	438	123	37	122	1	210	329	239	189	117	69	156	-34	-128	1	416	0,0776
716	359	536	257	398	113	34	76	-2	184	318	236	170	104	54	134	-22	-100	19	331	0,0626
626	371	492	220	420	73	-19	125	-43	207	371	283	199	161	27	164	-68	-125	22	408	0,0694
707	300	489	260	429	54	29	66	7	188	346	264	218	117	32	123	-33	-88	23	382	0,0707
710	377	548	202	345	128	30	69	2	201	344	258	185	114	29	146	-57	-114	20	377	0,0670
624	286	550	278	423	115	37	123	-5	203	320	238	192	118	31	128	-30	-119	-1	404	0,0681
715	294	479	262	410	115	23	120	-49	254	314	223	216	115	33	119	-32	-93	23	371	0,0649
708	299	557	270	372	56	28	85	-52	209	324	281	195	151	64	157	-59	-123	-2	395	0,0682
647	300	563	214	433	123	-24	128	13	204	317	272	223	112	31	118	-55	-94	20	368	0,0705
713	355	543	210	361	127	-16	119	2	186	350	229	223	111	26	149	-28	-113	-6	376	0,0684
631	286	563	201	413	128	-16	121	-43	238	351	269	228	114	57	156	-28	-114	-3	362	0,0641
640	361	548	269	370	71	-28	85	9	213	321	276	196	155	61	129	-33	-128	-2	400	0,0644
714	287	549	198	362	59	28	134	5	207	377	239	197	160	32	160	-67	-123	0	397	0,0631
651	298	490	266	359	122	25	137	5	212	332	282	239	121	30	137	-67	-128	0	403	0,0612
714	283	499	210	374	66	-19	88	-50	261	337	295	207	164	29	171	-32	-130	-3	450	0,0638
643	302	487	282	365	68	-35	77	-4	250	328	277	231	123	69	162	-29	-126	23	420	0,0718
714	277	558	270	413	71	-14	128	8	192	302	252	207	114	28	146	-30	-85	18	345	0,0697
706	383	545	261	351	57	30	122	-40	237	343	220	222	116	24	154	-59	-117	0	359	0,0636
709	377	491	195	367	121	-29	85	-40	210	371	280	198	162	31	128	-38	-98	-5	399	0,0720
729	354	544	261	348	65	29	79	3	191	335	252	172	140	55	142	-32	-112	-1	361	0,0679
713	283	486	270	427	67	-31	128	-4	200	354	267	181	151	34	152	-33	-118	-4	391	0,0696
642	357	479	268	408	63	23	129	1	199	344	270	184	112	35	147	-32	-112	19	377	0,0678
729	361	482	194	413	72	23	80	0	191	360	233	190	150	34	160	-57	-91	0	390	0,0732
713	352	546	205	411	116	-32	129	-1	196	292	223	213	112	55	141	-30	-86	1	358	0,0671
711	359	484	212	411	115	-30	76	-50	244	362	266	225	147	61	129	-58	-124	-2	375	0,0694
707	367	542	282	351	118	-16	118	4	199	313	262	181	118	26	116	-62	-115	24	379	0,0728
615	360	557	277	422	59	29	120	-46	187	303	253	216	138	30	142	-28	-83	25	337	0,0708
726	366	488	212	410	111	-16	79	-5	238	347	220	214	108	68	121	-52	-112	18	371	0,0711
718	297	546	261	405	125	25	77	-37	191	300	227	210	141	63	147	-58	-88	-2	369	0,0662
642	301	492	282	367	116	-22	121	-43	200	324	273	228	157	62	159	-31	-124	26	385	0,0646
720	284	488	274	356	65	-27	85	10	248	328	285	193	124	65	133	-60	-97	24	416	0,0702
719	357	489	260	362	118	-23	131	4	200	313	224	219	147	61	153	-59	-112	-6	357	0,0634
646	289	485	292	358	60	47	129	-51	210	368	281	189	120	67	166	-62	-102	24	399	0,0711
705	298	540	261	357	62	23	79	-1	198	348	258	184	143	62	151	-54	-91	22	370	0,0733
720	292	481	262	413	117	33	119	3	227	338	217	206	139	31	117	-29	-105	-6	338	0,0748
704	356	540	268	402	126	36	72	-2	187	285	246	203	135	26	112	-29	-82	-1	328	0,0650
715	290	496	283	369	68	27	75	-46	250	313	272	188	157	66	133	-29	-121	-5	413	0,0680
710	287	479	206	412	117	26	81	-49	252	360	271	227	115	35	125	-63	-95	22	394	0,0669
638	360	488	279	358	72	35	129	11	242	311	234	224	154	30	131	-62	-117	21	377	0,0728
734	360	476	258	346	122	26	132	-3	239	335	253	174	138	30	118	-53	-107	-1	338	0,0677
630	367	476	212	364	62	41	125	10	247	318	277	217	148	28	127	-31	-118	23	391	0,0633
633	361	559	209	372	122	-21	82	-48	205	321	289	240	129	66	163	-31	-130	-7	400	0,0660
635	303	546	263	353	56	36	69	-6	246	361	238	231	122	25	160	-32	-123	24	406	0,0694
715	363	547	204	418	69	32	120	-44	200	346	232	187	113	60	125	-34	-117	-4	380	0,0673

F_i^1																				TIR
Ano																				
650	367	482	201	411	56	26	140	-1	198	353	274	226	121	71	125	-56	-118	19	372	0,0664
732	362	546	280	360	54	-25	129	-54	207	359	228	223	114	34	131	-61	-125	22	401	0,0756
721	361	547	259	412	119	-24	121	4	231	294	244	168	101	27	143	-53	-80	-4	322	0,0675
647	367	466	279	432	72	27	73	-39	240	356	234	219	146	25	152	-59	-118	26	370	0,0626
712	290	473	201	376	124	-18	127	-52	252	330	284	193	161	34	167	-66	-101	-5	432	0,0706
710	366	484	268	413	125	-22	123	-43	199	345	224	179	152	60	123	-30	-110	2	347	0,0649
621	290	490	279	355	61	40	126	-3	252	322	285	233	124	35	131	-60	-100	21	413	0,0683
647	361	479	264	359	121	-18	119	-45	249	306	263	177	153	59	158	-29	-121	23	391	0,0650
651	368	484	211	366	132	30	129	-51	260	320	238	198	121	33	166	-31	-100	1	387	0,0748
644	365	539	205	344	125	33	121	0	191	334	251	210	134	30	135	-28	-83	19	345	0,0720
647	377	469	271	419	111	24	63	-4	188	345	226	181	114	62	144	-22	-86	19	367	0,0707
629	369	546	208	408	70	-33	130	5	192	344	257	212	141	64	116	-28	-88	-1	373	0,0677
635	361	566	200	360	68	32	121	-4	253	309	224	184	153	61	127	-29	-123	24	392	0,0667
624	295	491	265	415	123	-20	130	-1	244	321	239	189	148	67	155	-32	-118	-5	382	0,0641
644	365	553	197	362	122	-32	139	-53	208	369	233	239	121	36	159	-36	-97	-6	393	0,0674
721	357	483	214	411	119	-32	78	2	253	313	236	220	152	35	151	-57	-120	1	376	0,0650
635	363	556	218	371	65	-15	122	-41	253	361	282	236	112	28	133	-25	-122	-4	387	0,0675
719	303	490	273	346	130	-26	123	9	240	310	236	186	147	59	130	-64	-94	20	376	0,0694
640	356	547	260	422	120	29	120	0	198	314	228	181	115	34	147	-61	-118	19	363	0,0598
647	368	494	216	371	74	-19	84	-2	210	383	254	207	134	38	172	-35	-136	22	432	0,0649
644	371	548	267	367	67	-23	131	0	202	370	238	198	123	66	134	-58	-123	1	392	0,0684
640	359	476	210	424	128	37	121	-47	203	347	263	220	118	57	150	-56	-119	-6	389	0,0672
725	299	549	205	419	123	-15	120	-2	243	315	226	185	122	60	154	-64	-124	-4	377	0,0554
631	296	500	224	380	67	-18	92	-44	271	363	267	253	142	28	183	-74	-144	-5	504	0,0672
716	280	549	273	422	65	-17	82	-45	208	313	268	233	114	68	155	-25	-121	-1	376	0,0688
727	301	485	261	364	65	-21	128	3	238	350	263	187	113	61	127	-55	-87	23	383	0,0658
628	365	488	214	422	64	-32	123	12	252	315	235	229	151	36	155	-30	-119	20	387	0,0636
634	304	568	213	433	64	-34	74	-2	209	370	283	195	123	64	135	-36	-129	20	424	0,0669
648	301	555	203	415	113	-18	82	9	246	310	274	220	148	31	161	-65	-122	-2	404	0,0671
648	357	544	204	362	126	28	123	9	205	315	222	190	148	61	128	-59	-118	21	400	0,0577
635	282	496	278	361	127	-24	81	2	221	352	264	215	132	33	182	-66	-106	1	447	0,0651
710	299	494	274	362	127	-20	122	1	211	368	242	188	124	32	125	-60	-120	24	412	0,0660
637	302	552	209	367	57	40	123	-3	205	356	279	234	121	30	130	-34	-98	23	382	0,0667
714	361	491	198	355	57	43	121	-2	208	319	274	192	122	34	163	-33	-96	-4	399	0,0667
636	371	552	199	415	113	-21	79	-40	200	358	273	193	151	33	128	-35	-90	20	382	0,0707
713	274	548	266	355	122	-16	136	9	240	300	222	211	111	64	151	-53	-110	19	352	0,0667
717	299	549	203	368	66	-25	72	-4	255	357	267	193	155	65	154	-56	-121	20	379	0,0746
714	294	481	257	399	109	37	128	4	224	333	248	206	140	31	142	-53	-107	0	328	0,0628
645	302	566	195	359	138	36	128	-47	205	324	244	203	159	37	133	-60	-104	21	430	0,0662
650	287	565	269	417	135	-24	73	-45	211	315	274	228	123	66	131	-31	-127	-2	402	0,0709
721	367	551	264	347	62	24	71	-49	232	355	257	214	115	59	119	-52	-113	20	352	0,0654
739	366	480	211	415	51	-34	73	5	248	365	284	197	121	32	125	-67	-128	22	408	0,0716
708	354	536	268	412	55	25	67	-45	194	349	264	181	144	26	122	-32	-86	21	348	0,0719
721	359	462	268	408	123	-23	79	-5	231	338	224	182	108	64	146	-31	-86	2	345	0,0587
725	287	500	208	447	67	-18	85	-51	225	352	262	212	177	32	144	-65	-108	-8	441	0,0681
735	371	476	283	416	52	24	78	7	240	314	230	186	120	30	123	-26	-116	2	370	0,0663
644	293	487	205	424	120	-26	127	-41	257	322	269	228	155	69	158	-34	-123	-4	385	0,0657
726	289	489	207	360	68	-20	83	6	210	363	285	228	121	28	162	-31	-91	20	410	0,0641
647	278	559	282	362	59	24	75	-5	211	328	278	201	163	62	128	-59	-103	25	400	0,0625
650	301	550	210	376	51	31	125	-44	212	337	240	192	129	67	168	-30	-102	21	431	0,0675
725	356	492	214	411	113	-21	130	7	198	318	235	189	147	26	127	-56	-92	21	375	0,0651

F_i^1																				TIR
Ano																				
712	366	485	272	367	70	-21	80	-5	202	324	282	197	125	61	157	-59	-122	28	392	0,0592
722	287	491	209	370	64	-18	140	0	217	334	292	211	134	40	135	-68	-103	-4	463	0,0626
629	360	567	204	420	71	-20	83	-45	204	327	246	233	128	73	171	-38	-129	-5	435	0,0650
716	296	497	267	361	56	-35	129	-54	199	366	278	231	153	28	159	-34	-93	2	392	0,0737
708	357	544	201	406	111	-15	78	-3	232	334	214	203	139	32	142	-30	-86	17	331	0,0686
707	356	548	212	355	51	24	128	-40	236	312	267	187	116	64	124	-28	-91	19	367	0,0701
733	295	472	271	363	112	26	119	7	188	310	229	211	145	58	125	-33	-111	19	374	0,0697
646	366	556	274	361	126	23	77	-42	201	347	259	215	118	31	118	-27	-114	21	359	0,0651
650	288	556	212	369	72	-18	79	-1	211	373	243	225	158	61	159	-35	-125	26	413	0,0744
708	363	535	275	407	112	-17	120	-52	225	338	246	202	101	30	110	-55	-104	19	350	0,0705
710	288	538	210	361	118	44	130	-48	202	345	267	180	148	34	150	-27	-111	1	373	0,0703
714	377	547	263	408	119	36	74	-42	202	300	218	177	114	59	117	-56	-111	20	377	0,0705
711	360	553	199	405	71	27	119	-55	235	310	229	211	141	58	153	-60	-118	-5	371	0,0669
735	301	482	273	356	121	31	66	-1	208	321	274	186	120	60	165	-60	-119	22	374	0,0735
638	296	545	282	407	64	38	125	-38	233	336	257	174	142	60	141	-52	-86	-4	357	0,0563
718	299	499	205	370	62	-24	77	-43	227	354	265	252	137	34	149	-72	-116	25	495	0,0687
705	296	484	269	415	125	24	119	-40	199	317	265	188	151	29	121	-27	-113	19	365	0,0666
725	358	555	212	414	71	-20	76	-39	209	354	275	190	117	64	131	-57	-118	24	375	0,0702
644	272	554	264	347	127	-27	122	-4	241	347	219	218	147	66	153	-53	-115	19	373	0,0651
720	291	478	275	368	127	-29	136	-49	205	326	242	227	122	61	134	-61	-96	25	412	0,0642
633	290	495	203	423	72	25	85	-1	257	367	236	231	158	31	130	-30	-131	23	418	0,0679
710	356	484	261	351	126	-14	123	-46	201	350	266	190	155	31	153	-56	-94	-2	369	0,0748
718	358	482	275	353	117	-22	114	-5	230	337	212	205	141	52	138	-28	-107	1	344	0,0622
629	282	555	219	375	71	-16	88	-4	262	378	290	246	126	31	136	-65	-126	24	414	0,0705
730	367	547	212	338	118	23	82	-1	193	346	225	214	144	33	146	-60	-89	-5	351	0,0674
716	302	493	281	362	114	30	81	-51	246	314	233	223	117	66	127	-35	-126	22	399	0,0749
717	359	543	205	418	119	-19	125	-41	190	337	246	209	105	58	138	-57	-84	23	324	0,0707
712	356	558	274	356	70	-19	80	-40	234	342	258	212	117	57	152	-59	-114	-1	370	0,0681
720	292	551	261	410	132	-28	76	-2	247	306	230	189	153	33	127	-57	-117	0	390	0,0704
713	354	486	267	415	67	43	78	-49	191	346	256	185	154	27	153	-32	-117	22	355	0,0642
647	290	550	268	424	58	30	83	-42	209	325	283	198	124	30	169	-28	-124	20	400	0,0705
644	298	538	262	407	111	37	117	-3	201	309	258	184	114	59	147	-29	-89	-4	351	0,0698
713	358	540	274	428	66	37	78	8	192	312	225	186	111	31	125	-30	-117	-1	379	0,0740
716	300	540	277	398	109	23	79	2	229	329	212	170	136	56	110	-32	-86	-2	349	0,0753
707	360	543	189	410	117	31	79	11	233	329	212	166	103	61	137	-31	-107	20	342	0,0675
649	382	550	262	417	66	38	83	3	197	352	230	190	122	31	126	-61	-116	21	370	0,0631
650	373	562	194	422	68	25	123	-51	214	322	246	194	117	33	135	-65	-102	27	428	0,0700
717	360	541	276	406	58	-17	118	-3	188	310	260	174	114	59	124	-29	-120	0	378	0,0664
638	385	484	210	352	72	36	125	-5	205	360	228	233	115	68	158	-32	-98	0	380	0,0626
650	297	482	217	370	126	-15	86	-1	200	380	284	204	157	36	139	-31	-130	27	436	0,0698
709	360	489	205	413	111	26	131	-53	203	346	230	222	114	33	148	-57	-93	-2	378	0,0643
636	365	493	213	364	122	-17	123	-44	198	324	246	233	158	73	162	-58	-100	25	397	0,0666
646	367	562	270	355	67	-22	124	-42	251	354	234	195	151	63	129	-62	-120	20	373	0,0716
638	353	545	282	357	115	38	62	2	246	302	260	214	144	31	116	-52	-109	1	369	0,0668
717	364	492	195	359	63	-15	139	2	247	319	279	229	114	61	128	-57	-97	-2	377	0,0665
708	284	550	276	350	72	-28	130	-54	194	324	280	227	151	31	123	-30	-98	24	403	0,0682
720	367	552	212	419	59	35	125	-42	207	318	231	219	112	35	127	-55	-116	19	370	0,0720
704	300	481	266	341	111	33	79	-3	230	346	256	179	146	58	144	-57	-89	25	364	0,0643
648	371	557	218	425	59	-18	83	-43	201	324	277	192	161	35	164	-36	-98	1	395	0,0699
705	283	541	265	409	122	23	125	-47	238	310	230	186	143	56	122	-55	-117	-7	381	0,0665
728	304	492	264	355	117	30	81	-44	209	365	236	223	116	65	128	-59	-123	22	405	0,0668

F_i^1																				TIR
Ano																				
721	372	555	197	414	71	-17	84	-40	243	310	235	183	147	69	156	-60	-123	-4	403	0,0698
647	289	567	275	420	71	33	72	5	245	301	259	215	150	34	124	-58	-90	-6	360	0,0683
709	357	472	272	357	50	-26	73	-43	241	352	268	227	146	62	150	-28	-95	-1	371	0,0589
730	286	494	216	374	56	-26	127	-4	224	345	294	210	128	31	137	-63	-110	29	439	0,0701
706	371	488	265	355	63	31	122	-39	198	356	229	216	149	26	125	-30	-93	-2	378	0,0624
640	305	486	268	363	70	-26	141	-58	218	328	283	233	126	69	139	-32	-105	24	439	0,0615
653	303	557	218	374	68	47	74	-56	217	387	290	195	161	68	136	-67	-128	0	417	0,0661
716	283	477	191	429	115	24	84	8	210	366	239	232	149	34	129	-56	-123	24	385	0,0615
724	364	498	212	434	63	-25	129	-58	204	330	285	193	160	29	131	-72	-99	-5	417	0,0672
717	301	553	196	351	72	43	69	-4	201	358	279	225	121	61	128	-63	-94	22	378	0,0638
714	305	487	215	354	53	27	126	-40	256	369	277	237	128	29	164	-61	-123	-1	399	0,0663
650	374	563	216	414	59	-19	130	-45	247	320	239	183	149	62	126	-29	-125	22	379	0,0705
719	369	487	265	355	111	27	120	-2	233	304	229	179	112	33	122	-27	-86	-5	372	0,0737
710	354	535	271	399	115	37	78	-3	196	300	247	168	135	22	146	-57	-87	17	331	0,0671
631	289	493	203	419	126	-18	138	-47	241	318	274	224	148	60	130	-28	-118	27	403	0,0677
708	280	543	203	419	62	-17	126	-44	256	362	267	219	116	65	128	-31	-119	-3	372	0,0733
704	296	551	276	401	113	-26	114	8	196	340	218	206	136	25	140	-51	-85	1	352	0,0786
702	357	527	259	401	116	-14	73	5	222	322	243	197	137	22	134	-29	-79	-2	321	0,0689
646	383	543	264	415	60	24	73	-43	240	347	233	218	108	27	157	-58	-87	-2	365	0,0741
702	363	537	263	399	110	-28	122	-44	232	328	219	209	105	53	115	-54	-83	17	349	0,0666
630	366	477	264	425	67	33	85	-45	195	324	240	221	149	62	154	-62	-96	21	404	0,0652
716	360	483	266	362	60	-17	129	1	206	328	275	226	121	31	131	-59	-122	26	393	0,0699
632	360	540	206	358	122	-21	129	-4	236	346	273	183	115	58	149	-32	-118	0	381	0,0733
719	296	544	258	401	111	-27	75	5	231	293	255	203	137	63	114	-31	-108	17	359	0,0658
640	292	559	265	368	117	-26	85	-4	253	367	237	192	115	67	157	-63	-119	25	385	0,0693
648	294	551	270	356	68	41	118	-46	246	357	260	186	119	59	155	-56	-93	1	380	0,0630
635	374	492	269	371	65	-22	76	-55	254	376	244	235	116	32	167	-66	-104	27	429	0,0655
644	367	492	207	369	121	32	77	-48	245	370	240	189	160	71	128	-35	-99	2	383	0,0730
721	353	483	202	411	70	29	68	-1	230	298	257	207	143	59	149	-32	-108	21	355	0,0716
640	364	541	274	408	118	-18	118	-3	193	308	258	219	113	55	116	-61	-90	18	341	0,0660
634	373	494	274	420	124	-26	75	5	211	318	238	191	149	72	129	-57	-120	28	385	0,0697
645	368	544	273	350	52	30	80	-4	235	350	267	187	113	27	151	-26	-90	0	361	0,0661
632	277	552	282	357	68	24	128	0	204	320	269	233	123	35	124	-32	-96	29	385	0,0636
712	298	479	268	355	70	27	133	9	215	332	240	197	122	33	162	-34	-129	-1	425	0,0624
731	285	487	214	439	129	29	82	-43	208	370	243	203	158	35	136	-64	-131	-2	406	0,0671
706	288	545	203	424	118	-30	127	-45	191	364	228	232	152	34	128	-31	-95	1	375	0,0680
713	295	567	262	366	116	-22	73	-3	251	350	231	219	121	28	127	-56	-118	27	368	0,0698
707	355	550	265	351	123	31	70	-39	235	313	227	222	112	56	124	-55	-93	0	359	0,0684
629	377	482	215	359	71	-22	121	4	244	352	235	220	149	58	156	-29	-94	0	388	0,0676
728	289	556	212	356	127	-14	76	6	196	359	233	192	146	33	153	-56	-93	23	394	0,0673
717	298	487	289	357	113	-17	73	1	204	356	227	222	122	67	124	-28	-94	-3	401	0,0730
719	360	551	265	418	123	-28	121	-2	183	291	257	180	139	28	118	-55	-106	20	332	0,0637
649	282	559	207	425	120	25	143	-59	202	328	236	197	153	31	136	-63	-101	20	422	0,0660
720	302	558	202	366	53	-23	72	13	248	368	281	223	151	61	128	-62	-125	-1	379	0,0637
647	301	561	215	368	72	37	80	-3	247	321	243	200	160	36	135	-25	-101	21	400	0,0636
719	376	480	206	358	64	25	72	-40	204	372	242	198	126	73	165	-27	-103	2	403	0,0691
730	297	551	214	356	114	25	79	-4	204	312	269	228	143	61	150	-58	-113	-3	357	0,0696
643	366	469	269	420	128	26	82	-3	240	311	232	175	146	33	152	-64	-93	1	381	0,0689
723	364	558	205	364	119	-20	79	-39	252	353	218	183	114	59	121	-32	-92	-6	390	0,0651
626	382	472	203	427	58	-24	127	6	205	368	242	235	155	72	132	-65	-100	1	391	0,0640
731	379	486	215	358	66	-27	83	7	254	324	235	194	153	32	135	-62	-98	24	424	0,0617

F_i^1																			TIR	
Ano																				
717	302	496	213	377	71	-18	82	-1	215	324	245	238	123	30	175	-38	-104	25	441	0,0663
712	301	495	267	436	69	38	74	-44	201	362	276	193	122	60	154	-57	-123	-4	383	0,0763
717	361	474	260	399	114	36	117	-39	220	294	244	198	137	54	113	-55	-82	19	334	0,0756
729	356	547	261	402	108	23	71	8	192	287	248	207	104	54	111	-28	-103	17	321	0,0678
642	275	491	209	429	123	-20	124	-40	244	358	268	185	147	63	150	-26	-95	21	369	0,0642
637	279	554	271	418	57	41	73	-44	202	331	281	199	159	31	135	-31	-98	21	398	0,0669
629	358	565	215	424	56	-19	70	-4	208	354	225	221	149	58	153	-26	-124	0	401	0,0591
727	290	497	220	364	59	-21	139	-57	212	344	298	209	164	34	180	-67	-138	22	438	0,0632
652	294	570	278	432	70	-18	79	-50	206	370	240	234	164	27	163	-59	-135	-9	407	0,0609
714	294	496	285	424	73	-20	78	-48	215	383	243	204	132	27	167	-61	-133	22	419	0,0644
724	291	496	218	419	136	24	74	6	251	329	239	194	124	29	130	-66	-125	-2	422	0,0683
719	303	567	197	356	122	-29	74	-54	200	350	271	218	150	61	151	-56	-93	20	388	0,0653
635	295	555	265	367	65	-18	127	6	258	326	241	231	151	29	131	-35	-121	-4	411	0,0714
733	296	478	266	403	58	-20	120	-3	239	352	225	177	142	33	143	-32	-83	19	368	0,0696
706	369	550	264	352	65	34	65	-54	238	309	269	186	118	63	125	-54	-90	20	380	0,0633
640	370	482	265	367	118	-21	70	-5	252	330	242	196	127	31	165	-27	-96	1	405	0,0676
706	298	545	209	364	69	29	126	-53	243	365	236	192	157	66	125	-57	-93	-5	392	0,0665
639	301	486	273	425	131	-36	76	-5	256	362	273	190	158	29	128	-57	-118	-1	402	0,0692
705	365	470	277	419	120	37	79	-40	201	346	232	184	109	58	122	-26	-92	-5	355	0,0684
643	365	491	197	431	117	30	81	7	202	350	232	181	155	59	153	-30	-114	-3	366	0,0636
637	277	495	197	431	123	-21	86	4	261	325	246	237	125	67	137	-31	-103	-2	425	0,0667
710	363	546	278	357	65	-16	70	-40	245	354	230	190	152	34	157	-34	-123	-5	379	0,0717
708	366	480	261	414	67	28	74	0	192	346	264	175	146	30	122	-30	-112	18	364	0,0682
717	372	548	214	347	114	-25	67	-45	243	348	270	187	119	60	120	-27	-87	0	370	0,0630
737	368	483	278	360	62	-22	83	9	217	324	246	203	166	33	166	-63	-133	-6	405	0,0672
708	360	491	267	364	63	-22	78	-40	246	353	274	222	120	61	124	-60	-87	-3	396	0,0731
707	277	534	258	358	113	28	130	5	233	336	251	177	141	27	119	-27	-111	2	357	0,0632
637	374	499	200	435	123	29	75	-5	210	330	243	230	123	62	136	-59	-133	0	406	0,0593
638	301	498	205	381	71	-18	83	-3	271	385	304	207	164	30	142	-66	-138	0	459	0,0603
717	297	503	220	378	71	-18	82	-48	268	346	256	240	127	31	169	-37	-137	-3	455	0,0602
650	293	503	271	364	66	-20	82	-46	264	343	257	252	167	71	139	-64	-102	0	426	0,0684
720	299	541	199	411	114	30	80	13	201	354	221	188	152	33	125	-33	-121	25	363	0,0637
637	300	496	268	373	122	27	71	-44	252	326	240	230	155	67	160	-62	-127	-1	427	0,0667
645	370	494	208	364	66	46	130	-4	250	368	239	221	115	31	130	-61	-125	24	405	0,0639
714	287	560	202	361	62	31	137	-2	209	325	242	230	123	66	130	-61	-102	0	402	0,0666
709	376	483	214	427	67	-17	83	5	249	323	276	188	118	35	156	-31	-121	-3	378	0,0735
647	288	543	264	405	64	31	122	-3	227	329	256	212	135	54	118	-59	-87	18	351	0,0609
642	365	481	204	425	75	-30	86	-44	261	343	286	203	171	26	142	-35	-104	-7	424	0,0694
647	289	476	261	414	122	27	62	-44	235	350	266	215	152	60	153	-62	-90	-3	383	0,0645
641	304	493	271	373	115	-15	131	-48	205	371	282	188	153	33	160	-58	-101	0	416	0,0680
644	381	546	271	433	53	-19	121	-41	207	309	236	218	120	67	153	-35	-117	-4	370	0,0639
652	296	497	199	354	68	43	130	-59	209	326	282	236	160	68	164	-31	-101	0	422	0,0664
720	363	491	276	352	60	-21	69	0	209	322	269	190	124	62	154	-60	-92	24	402	0,0672
708	300	490	214	422	114	30	77	-4	203	309	229	225	122	59	154	-35	-120	20	396	0,0678
720	302	554	209	426	56	23	83	-41	199	358	268	191	154	33	158	-58	-92	-1	373	0,0674
715	366	484	195	366	121	-34	134	-43	248	308	270	225	152	29	126	-28	-97	0	376	0,0689
710	359	558	272	351	56	40	81	-57	203	353	229	215	153	32	151	-56	-114	19	360	0,0725
643	355	483	261	419	119	33	126	-37	236	294	224	209	106	60	144	-31	-110	23	358	0,0725
704	298	545	261	404	110	37	118	-1	233	301	215	181	140	30	116	-54	-85	21	341	0,0725
720	299	538	269	346	125	26	121	-48	234	295	224	209	142	57	143	-59	-85	18	342	0,0738
707	365	537	266	353	110	33	77	-1	186	292	247	209	112	57	138	-27	-104	1	354	0,0688

F_i^1																				TIR
Ano																				
714	380	482	265	410	114	-15	81	-4	193	310	231	229	118	26	119	-30	-114	20	385	0,0650
711	303	487	217	415	68	-17	124	-3	198	321	283	227	163	30	130	-61	-99	22	394	0,0636
721	295	480	267	370	64	-18	79	7	213	366	285	200	164	37	126	-36	-131	22	402	0,0693
713	374	553	214	350	124	-25	68	2	202	345	232	180	143	60	149	-60	-91	0	380	0,0671
711	284	486	269	430	69	-25	129	6	199	354	227	224	110	63	126	-27	-93	-4	377	0,0640
643	363	493	211	363	59	-18	130	6	261	330	277	193	163	70	133	-26	-131	-5	399	0,0667
631	362	560	216	369	113	-15	79	-50	248	315	279	226	147	30	155	-35	-94	0	379	0,0703
625	373	541	272	409	60	-17	80	0	198	345	230	182	143	68	146	-29	-88	-4	380	0,0704
724	357	487	265	418	59	37	82	-52	232	309	227	216	148	28	147	-54	-110	20	373	0,0651
623	302	546	217	423	66	27	73	1	252	329	272	194	114	66	159	-35	-127	1	410	0,0751
720	369	480	208	401	113	25	117	1	225	294	217	207	142	28	137	-52	-80	19	341	0,0567
647	294	559	211	385	129	-23	83	-50	225	398	257	210	168	37	148	-67	-147	-3	453	0,0737
708	379	543	256	400	116	29	117	-1	192	295	212	172	110	54	109	-30	-80	0	333	0,0727
707	359	535	208	351	109	35	133	-41	232	338	218	214	142	54	140	-53	-108	0	341	0,0690
633	283	553	269	349	124	27	132	8	204	312	269	184	145	66	126	-59	-91	-5	385	0,0738
707	375	540	260	409	62	-28	126	-3	233	339	251	168	112	28	145	-53	-107	1	350	0,0643
708	284	492	281	357	130	-24	123	-56	253	327	283	195	162	33	134	-61	-124	-4	421	0,0626
714	306	493	266	356	63	27	74	-43	208	330	283	238	126	36	138	-36	-98	25	408	0,0645
634	301	560	278	362	115	34	82	-41	212	322	237	229	124	34	136	-34	-124	30	422	0,0709
619	359	545	262	410	65	28	76	-2	200	344	226	216	115	57	146	-33	-90	-1	372	0,0665
719	358	487	206	369	66	35	122	-49	248	317	229	191	154	70	155	-66	-95	-2	400	0,0611
717	279	499	272	369	75	-17	81	-55	215	377	297	207	162	34	172	-62	-131	1	423	0,0688
644	293	487	268	413	119	28	76	-42	237	349	222	225	153	67	122	-56	-93	19	384	0,0607
718	285	503	211	377	56	-15	87	2	202	340	296	203	132	27	176	-38	-102	28	426	0,0718
725	294	545	266	359	111	31	122	3	235	338	214	172	139	58	117	-53	-108	-1	347	0,0653
644	279	552	263	416	135	-27	85	-45	253	327	236	233	121	65	125	-65	-97	21	392	0,0651
732	369	494	197	419	115	-29	79	-41	211	365	235	189	126	61	132	-33	-121	20	393	0,0729
707	370	486	209	405	63	28	120	10	233	331	250	212	102	59	120	-56	-88	-3	355	0,0703
709	285	473	268	408	115	-19	67	4	245	310	266	179	141	57	151	-31	-86	21	354	0,0710
708	365	481	200	408	112	36	81	4	186	343	265	209	140	28	143	-54	-112	2	368	0,0681
715	297	555	275	358	68	28	121	-3	195	318	226	226	118	64	127	-26	-115	-3	369	0,0671
717	361	482	268	413	119	-27	132	-44	195	312	232	185	119	59	129	-65	-95	21	401	0,0695
705	292	562	275	355	71	-23	129	14	189	347	261	188	119	23	124	-30	-92	20	385	0,0632
710	282	552	286	356	117	-23	76	-52	258	324	246	198	124	66	130	-69	-92	22	404	0,0672
708	299	484	284	363	115	-19	131	2	244	361	234	181	121	67	155	-63	-121	-2	370	0,0611
648	302	494	216	370	118	-28	133	-45	214	339	288	236	118	37	169	-62	-98	24	443	0,0617
727	304	482	205	354	70	-26	84	6	220	332	284	242	131	67	168	-67	-107	25	412	0,0612
651	292	487	219	372	129	-19	83	3	213	336	292	240	166	66	137	-61	-137	25	421	0,0614
649	293	483	290	364	61	27	127	-50	218	378	249	206	164	67	137	-63	-129	27	414	0,0637
627	359	498	218	371	119	-34	83	3	211	329	286	194	162	37	163	-37	-95	21	400	0,0746
642	361	537	266	410	117	35	120	12	225	294	218	170	138	27	140	-32	-108	-1	343	0,0656
645	382	473	211	370	128	-18	78	-5	245	314	276	191	151	70	123	-33	-124	22	413	0,0631
630	358	553	284	371	69	26	78	-46	212	370	246	201	126	62	139	-64	-133	30	403	0,0645
718	384	491	211	360	117	-17	129	-53	252	319	237	197	127	30	130	-34	-101	20	395	0,0619
652	300	484	274	377	116	-17	130	-53	210	380	247	203	160	63	169	-64	-134	-3	418	0,0655
722	291	495	272	363	121	-28	132	-39	244	318	237	226	158	65	129	-59	-120	0	387	0,0585
645	303	498	217	361	70	-19	87	-57	260	352	295	259	166	37	173	-65	-113	1	443	0,0705
711	279	548	272	407	60	-17	82	-39	238	345	228	221	146	58	147	-33	-87	-6	354	0,0614
643	305	568	287	378	117	-27	83	-53	253	339	249	195	131	34	140	-69	-100	1	441	0,0609
627	361	501	213	433	75	-18	67	-44	255	343	249	206	170	66	139	-63	-106	-5	445	0,0697
639	357	557	267	410	127	-19	68	-2	203	344	264	184	116	62	125	-60	-114	26	360	0,0672

F_i^1																			TIR	
Ano																				
649	376	481	262	360	122	44	71	-57	240	355	268	188	146	35	155	-63	-95	-1	379	0,0668
647	288	568	214	358	123	-21	77	0	242	360	272	190	149	67	131	-60	-94	2	401	0,0596
642	367	486	278	362	66	-19	131	-47	207	382	300	212	130	31	142	-73	-141	2	457	0,0640
652	369	498	211	373	131	34	86	-52	214	375	234	231	120	25	164	-65	-129	22	421	0,0722
716	284	472	259	408	59	34	79	4	244	338	221	211	148	55	143	-32	-89	17	341	0,0722
627	289	559	268	419	110	30	122	-43	189	343	263	171	147	55	142	-31	-107	20	340	0,0643
708	288	496	216	422	60	-15	86	-51	256	327	284	229	126	35	159	-33	-101	1	424	0,0768
715	351	540	201	400	49	35	118	3	221	319	207	198	129	58	133	-24	-80	24	315	0,0689
719	284	542	260	409	55	-23	69	4	239	358	232	221	152	58	121	-59	-118	0	391	0,0625
648	363	495	213	423	73	30	75	-54	210	370	238	203	124	69	166	-29	-135	-2	435	0,0721
637	286	552	212	402	113	24	125	9	233	340	219	211	112	54	115	-30	-87	20	367	0,0694
729	290	541	196	412	112	28	77	-3	242	307	270	187	144	60	119	-64	-112	24	356	0,0663
645	280	552	280	367	65	33	130	-40	194	318	269	193	151	72	156	-61	-96	-1	407	0,0647
648	298	471	285	370	124	-22	83	5	251	327	245	229	124	35	160	-30	-102	-6	418	0,0664
644	296	486	214	429	63	42	121	-1	200	320	273	224	151	62	158	-28	-123	-2	384	0,0714
633	284	542	267	411	56	43	117	-38	195	347	268	218	148	24	153	-33	-91	0	370	0,0682
644	359	570	272	349	114	-18	82	-41	243	360	266	225	113	30	123	-33	-114	-1	369	0,0764
716	356	530	253	414	108	29	119	0	184	286	246	171	139	29	135	-48	-105	19	335	0,0646
646	366	496	286	422	50	35	74	-41	249	329	244	189	116	33	164	-35	-102	-4	397	0,0692
714	299	558	265	415	128	33	76	-51	189	304	270	184	115	59	122	-59	-89	21	361	0,0688
718	286	486	266	353	116	27	130	8	202	346	262	186	119	65	150	-55	-114	-1	363	0,0644
634	288	487	208	418	73	40	137	-54	212	320	282	233	157	34	133	-37	-100	23	425	0,0729
703	362	557	196	407	126	28	124	-4	231	299	223	180	111	30	118	-54	-85	23	339	0,0660
632	371	480	202	366	67	34	126	-52	252	361	271	223	118	33	157	-33	-97	22	382	0,0662
644	292	566	209	428	55	30	125	-47	202	362	276	194	151	68	128	-33	-118	-2	385	0,0699
637	302	553	276	409	71	-18	117	-42	200	343	269	216	148	34	147	-31	-112	20	376	0,0583
643	304	557	221	367	60	-23	72	-2	267	341	307	203	124	68	136	-64	-141	29	444	0,0711
724	361	487	212	412	126	34	75	-1	245	310	257	182	111	29	119	-33	-86	-2	351	0,0658
645	293	570	207	369	62	39	134	-49	211	358	235	237	122	69	163	-34	-98	-3	387	0,0678
717	370	493	205	364	128	-30	128	-3	197	313	270	220	111	31	152	-34	-115	28	369	0,0650
650	288	570	272	371	135	-17	79	4	201	315	241	227	156	34	130	-33	-123	20	393	0,0616
739	362	488	271	361	62	-21	74	3	215	338	248	201	132	28	167	-63	-132	-1	442	0,0583
640	301	492	203	375	52	-25	130	-54	218	348	301	258	169	39	139	-31	-110	23	446	0,0651
644	381	556	207	358	64	28	83	0	203	361	280	198	112	32	130	-59	-99	20	413	0,0677
719	300	484	281	357	64	-27	76	0	243	316	270	188	150	63	151	-34	-97	19	391	0,0694
724	362	471	199	361	114	-24	137	-2	239	347	230	220	119	58	126	-30	-118	-4	385	0,0646
714	304	469	210	373	119	-28	84	8	203	372	242	235	120	65	166	-36	-92	-2	389	0,0668
714	356	544	207	352	73	32	128	6	206	314	226	222	118	32	160	-56	-118	23	376	0,0648
627	361	559	265	418	63	-23	85	-41	205	364	236	189	160	68	128	-35	-128	0	413	0,0674
719	300	483	200	362	126	38	120	-2	195	355	269	228	121	23	154	-59	-93	0	376	0,0648
639	289	572	276	364	128	-33	126	-46	254	325	241	231	123	35	164	-66	-123	1	413	0,0663
636	356	548	282	353	69	33	128	-40	206	314	278	194	149	29	123	-31	-118	20	383	0,0733
635	364	537	208	421	125	25	116	-43	227	299	250	212	113	63	140	-28	-81	1	331	0,0654
730	285	496	215	370	130	-35	122	-55	207	329	274	231	125	35	156	-36	-99	25	409	0,0604
640	296	556	218	427	64	-30	126	10	210	339	242	205	132	70	139	-68	-109	-1	449	0,0692
642	294	547	266	421	114	24	127	2	240	314	260	183	143	30	117	-57	-112	-2	361	0,0614
632	301	502	211	423	121	-15	128	9	212	376	243	192	123	63	169	-66	-128	-4	422	0,0701
716	374	485	269	354	69	29	130	-49	186	302	269	179	150	62	151	-29	-111	24	355	0,0651
643	302	555	213	372	50	33	130	-5	211	362	228	197	165	65	133	-32	-122	22	391	0,0614
720	300	492	274	360	67	-23	82	-51	261	380	292	239	121	37	142	-64	-131	1	417	0,0682
624	300	482	273	415	69	23	134	-39	245	349	268	181	117	60	152	-34	-117	22	391	0,0712

F_i^1																				TIR
Ano																				
633	354	479	275	410	68	43	118	-2	197	348	223	218	113	63	119	-53	-88	23	373	0,0691
705	355	489	199	408	115	31	74	-3	247	348	232	218	118	24	155	-61	-93	-6	359	0,0730
713	371	544	211	410	117	-18	77	-47	193	336	263	176	147	57	141	-53	-86	24	338	0,0654
729	302	490	281	365	68	-23	85	-48	257	363	274	230	118	36	133	-36	-120	-4	415	0,0699
620	362	550	280	432	68	-19	67	10	242	314	228	217	147	63	124	-31	-114	1	352	0,0737
712	358	547	270	402	69	29	115	-3	193	300	248	206	112	58	118	-52	-110	-4	350	0,0687
738	285	546	284	421	72	-16	64	-5	199	358	234	217	119	61	126	-56	-94	1	360	0,0611
649	361	556	211	369	62	-33	68	-54	257	338	248	207	171	67	173	-67	-140	28	443	0,0697
640	296	556	273	418	112	-31	121	9	240	307	267	212	112	25	122	-56	-87	18	358	0,0661
649	302	567	211	417	132	-35	84	-2	202	362	241	190	149	31	162	-26	-127	24	380	0,0704
631	360	549	213	352	127	-20	125	3	195	345	229	215	143	25	146	-31	-92	19	379	0,0664
712	360	475	270	354	68	41	134	4	206	320	232	191	120	61	163	-58	-118	-6	383	0,0679
622	358	471	266	359	67	29	125	-4	241	317	267	220	119	66	124	-29	-92	20	369	0,0724
723	291	481	258	411	113	25	117	-2	231	292	220	209	139	32	120	-28	-83	1	364	0,0718
708	363	537	189	404	111	24	122	7	196	294	225	173	138	31	145	-60	-82	24	365	0,0687
732	379	553	266	418	52	-24	79	-53	204	314	231	215	113	67	126	-28	-94	0	366	0,0645
714	302	497	273	362	127	26	124	-50	208	329	234	193	155	30	127	-59	-96	1	419	0,0707
632	369	548	265	356	117	31	126	-38	196	339	261	184	144	61	118	-56	-110	20	352	0,0671
631	362	490	283	356	73	-25	123	2	208	322	268	191	119	70	130	-26	-88	22	403	0,0668
709	299	493	207	412	57	36	131	9	203	362	232	221	115	65	122	-57	-124	20	402	0,0738
717	299	548	206	409	60	23	119	-3	229	293	220	205	139	54	140	-27	-87	18	351	0,0700
636	293	550	208	428	117	38	75	-41	244	354	221	213	147	25	154	-54	-92	22	376	0,0664
709	291	546	271	355	114	26	71	-54	251	316	234	184	150	32	157	-63	-98	22	401	0,0625
653	367	480	275	375	69	-17	80	-51	213	372	242	203	158	64	132	-34	-101	24	409	0,0710
714	370	485	263	361	114	-20	72	-3	243	309	226	216	107	58	149	-33	-86	-4	373	0,0720
711	375	543	269	350	68	-17	117	-4	234	290	225	217	138	56	142	-54	-110	1	361	0,0618
628	363	475	209	368	65	40	75	-2	259	339	247	234	158	71	136	-61	-130	-4	444	0,0645
642	367	559	215	359	72	-15	79	10	247	322	244	195	125	36	161	-27	-122	26	419	0,0740
706	353	552	264	403	116	22	78	-37	233	301	260	172	134	54	114	-50	-110	20	329	0,0689
713	358	545	187	420	63	-26	78	-43	236	349	265	182	155	57	157	-55	-117	24	366	0,0747
702	358	532	258	404	112	33	113	-3	191	334	246	174	111	31	116	-57	-84	-2	344	0,0721
647	369	544	265	409	69	-28	119	-3	194	345	251	182	107	55	150	-31	-109	20	361	0,0702
711	377	539	212	363	67	31	117	-41	202	345	229	184	151	64	149	-54	-89	2	355	0,0659
738	280	487	271	354	122	-20	126	-57	249	321	240	191	156	35	157	-33	-89	-3	388	0,0650
708	290	482	214	416	73	-27	130	-59	260	328	276	189	120	73	158	-34	-99	1	416	0,0704
717	298	538	207	409	119	-18	121	-4	200	353	259	181	116	60	121	-26	-92	-1	355	0,0657
646	295	489	268	370	128	-25	73	-45	252	361	280	233	122	25	162	-28	-99	0	407	0,0672
715	374	479	214	349	121	34	127	4	207	313	236	193	153	35	128	-56	-88	0	377	0,0686
650	356	543	267	409	61	-16	75	-3	242	351	233	224	111	57	121	-32	-121	-3	386	0,0681
649	379	471	271	424	116	-31	79	-43	204	356	227	183	151	58	155	-29	-94	23	365	0,0679
634	372	550	214	411	62	-20	131	-4	191	313	276	189	158	63	157	-62	-117	1	396	0,0680
647	371	472	270	422	71	36	77	-43	198	357	274	222	119	58	122	-33	-118	0	393	0,0668
708	369	549	210	368	134	-33	135	1	248	314	235	183	112	30	125	-60	-94	2	378	0,0736
719	365	477	195	405	68	36	129	-5	193	336	250	176	145	64	146	-30	-106	17	335	0,0671
726	286	489	272	368	71	-26	73	0	242	361	272	223	119	64	129	-60	-124	27	403	0,0617
642	305	487	217	431	122	27	84	-51	258	377	244	200	126	36	138	-36	-129	-6	443	0,0701
719	292	539	266	414	115	-15	80	3	198	348	217	186	117	32	148	-53	-92	20	380	0,0622
721	286	490	218	366	61	-19	85	-50	258	329	290	242	122	71	137	-37	-98	27	415	0,0673
713	303	548	277	356	67	-29	83	2	247	319	236	187	148	31	153	-30	-89	1	394	0,0685
632	378	478	213	421	113	28	83	7	205	350	269	220	150	33	125	-62	-118	23	368	0,0648
718	357	550	285	365	53	-35	79	3	211	327	237	190	153	32	163	-60	-124	-5	415	0,0627

F_i^1																				TIR
Ano																				
633	286	490	217	367	62	37	144	-44	258	321	249	241	128	65	163	-64	-99	25	435	0,0618
646	287	487	275	422	75	-20	125	-50	254	334	290	196	125	27	138	-31	-101	-3	440	0,0720
729	285	484	269	410	114	23	127	-3	229	342	219	178	145	30	111	-53	-88	18	345	0,0658
625	304	550	211	369	66	32	122	-2	244	357	233	192	151	64	122	-63	-97	21	413	0,0680
739	380	489	265	358	56	-18	83	-4	242	315	273	220	121	66	119	-60	-124	-2	396	0,0715
631	354	487	260	346	115	25	121	-40	231	347	263	210	144	60	143	-58	-113	24	365	0,0765
643	353	542	273	342	124	-17	117	6	220	331	246	202	106	52	113	-23	-76	24	335	0,0689
720	293	475	210	408	116	-29	70	5	247	352	264	219	119	65	123	-33	-89	-6	386	0,0623
651	294	558	280	433	74	-22	86	-48	254	336	284	204	122	38	129	-38	-135	-1	413	0,0620
653	293	552	220	423	119	-18	81	-41	267	326	284	192	127	36	130	-34	-133	23	414	0,0634
708	304	495	272	425	57	-16	72	0	215	335	244	236	128	63	165	-68	-125	0	404	0,0661
711	298	492	286	364	123	27	131	-44	207	317	240	237	116	60	125	-57	-119	22	379	0,0635
641	375	488	283	372	58	-18	83	-6	204	379	278	199	154	35	172	-61	-126	0	405	0,0637
710	303	557	218	361	116	34	82	-49	251	367	246	196	155	29	136	-64	-128	-4	399	0,0633
634	360	565	266	371	52	29	81	-5	259	323	234	195	129	71	135	-64	-128	1	405	0,0659
634	366	568	213	367	69	-32	74	1	244	317	238	225	152	61	155	-31	-94	-1	388	0,0706
711	356	489	205	352	115	33	125	-38	239	310	227	214	115	65	148	-29	-116	21	370	0,0705
639	368	486	263	360	124	36	76	2	192	348	260	212	141	58	147	-59	-113	20	353	0,0694
638	371	491	283	412	127	-17	119	5	200	313	263	180	142	26	151	-60	-115	27	356	0,0689
726	361	484	202	420	116	43	125	-40	195	306	229	185	110	59	126	-28	-115	19	390	0,0618
713	295	566	219	369	73	-20	128	-44	215	374	253	246	128	36	140	-65	-129	0	417	0,0659
716	284	490	290	364	114	-29	69	0	252	322	240	192	153	60	123	-27	-129	21	412	0,0628
651	294	550	196	375	74	37	81	1	205	374	291	196	123	36	130	-33	-130	28	435	0,0641
736	299	549	193	432	64	-34	83	-4	207	330	280	201	158	30	129	-62	-101	24	401	0,0627
635	293	569	272	440	70	-15	127	-41	205	330	245	193	119	72	134	-61	-99	-5	432	0,0682
708	300	545	269	353	114	24	126	-57	244	310	266	217	148	33	122	-55	-119	-2	368	0,0610
639	369	495	270	377	63	-34	82	-50	211	339	288	238	171	30	134	-69	-108	24	445	0,0706
726	293	540	273	409	56	-17	122	-3	195	344	224	171	148	58	148	-55	-89	-3	375	0,0743
701	353	532	266	404	117	25	77	-39	226	297	249	177	141	28	117	-31	-79	21	331	0,0735
730	365	483	204	405	116	39	130	-54	232	330	249	213	104	54	139	-54	-106	1	332	0,0624
637	364	575	201	367	61	33	83	-41	214	373	249	201	158	65	133	-61	-127	-2	432	0,0616
724	303	499	279	361	116	-23	77	-42	267	336	253	205	121	32	141	-37	-136	-4	442	0,0683
633	361	569	205	362	119	-26	126	-48	202	356	273	189	114	60	158	-55	-94	21	390	0,0655
638	285	551	266	351	68	31	84	-2	254	325	275	197	153	71	133	-62	-98	1	391	0,0690
627	293	555	212	426	130	31	134	-38	241	354	268	185	120	23	120	-34	-90	-3	361	0,0672
648	298	562	211	367	50	-19	131	-6	242	354	271	230	152	28	155	-28	-125	20	373	0,0642
618	363	550	201	373	65	-27	131	-6	202	332	287	190	118	61	166	-35	-96	20	400	0,0667
706	289	554	209	412	59	-26	129	-54	251	320	270	191	151	68	153	-27	-120	-3	381	0,0672
714	283	477	202	421	133	27	121	-41	241	322	238	191	149	60	126	-31	-117	-2	401	0,0729
708	293	558	259	356	122	42	73	2	228	341	219	180	140	57	120	-30	-110	21	337	0,0657
638	376	559	191	435	53	-21	84	2	251	314	238	234	125	27	155	-35	-123	27	383	0,0678
711	288	492	205	347	128	25	127	-4	198	350	264	222	156	29	156	-32	-119	-2	373	0,0660
711	371	552	210	365	58	26	73	-45	243	323	232	196	157	59	161	-59	-95	-9	384	0,0735
703	368	477	261	422	113	-19	122	-44	190	337	217	204	136	32	143	-24	-80	-2	357	0,0665
712	303	490	277	366	65	28	131	-2	206	312	279	223	119	35	123	-59	-98	1	403	0,0686
733	279	544	261	413	61	33	127	-49	245	311	222	230	117	30	119	-28	-117	-2	385	0,0661
630	373	548	197	367	68	-19	136	-42	255	323	241	230	155	59	131	-30	-93	1	384	0,0602
642	303	503	215	363	73	35	78	12	264	345	255	207	162	35	144	-66	-131	23	452	0,0640
652	303	484	279	428	58	-21	125	4	209	369	285	198	125	68	135	-59	-128	-1	400	0,0650
635	293	496	271	425	54	35	72	-2	211	321	279	227	124	62	157	-36	-124	25	390	0,0732
714	365	545	209	355	121	-21	126	-38	237	299	257	215	136	56	118	-52	-84	-4	360	0,0722

F_i^1																				TIR
Ano																				
717	363	484	272	410	68	32	126	-4	236	339	220	177	108	32	142	-56	-108	18	339	0,0772
705	366	537	265	401	117	36	60	-38	223	323	213	196	107	55	132	-56	-78	22	329	0,0675
628	359	545	210	426	62	24	72	8	202	358	265	218	147	31	158	-62	-125	-8	397	0,0610
714	280	493	203	434	59	33	81	-44	217	338	244	204	163	74	141	-38	-105	1	422	0,0653
632	287	485	263	425	136	-26	130	-54	200	327	232	233	153	36	162	-32	-92	2	414	0,0622
636	296	571	268	374	68	-36	129	3	205	374	240	198	119	63	167	-60	-128	-7	435	0,0736
707	369	541	266	353	68	28	74	-37	239	334	258	177	107	29	141	-30	-85	25	352	0,0642
717	369	489	208	355	73	30	140	-42	199	325	275	195	121	36	136	-35	-99	23	399	0,0696
712	376	468	206	421	62	-16	125	1	241	345	264	182	110	59	148	-54	-113	-2	381	0,0594
640	285	495	220	363	126	-33	127	-42	214	339	252	252	131	38	179	-30	-101	-4	464	0,0684
629	288	483	262	430	125	27	132	-49	252	352	230	216	149	29	123	-63	-90	24	362	0,0697
717	290	556	263	350	124	-21	75	3	193	359	260	182	146	60	150	-55	-92	-4	358	0,0695
710	368	548	213	363	71	33	124	-41	238	355	232	182	118	33	116	-64	-90	21	384	0,0759
715	360	548	260	333	110	37	117	-48	228	329	241	173	105	54	136	-56	-81	17	338	0,0683
710	286	550	198	417	67	31	84	-41	206	349	265	225	151	35	156	-30	-114	0	369	0,0640
631	359	478	204	427	129	39	79	-4	207	332	240	231	158	61	136	-66	-124	-4	400	0,0698
718	295	487	262	416	70	-31	136	0	197	344	231	216	148	24	146	-63	-83	23	378	0,0660
644	379	492	263	358	68	27	85	-41	207	323	272	195	153	33	155	-31	-94	21	406	0,0734
712	294	558	263	356	68	29	64	12	237	297	250	212	136	59	113	-27	-86	17	352	0,0655
649	286	555	205	433	124	29	132	-49	212	318	275	188	156	24	127	-58	-100	23	386	0,0733
720	356	535	266	336	125	31	125	-37	194	331	248	173	107	58	140	-57	-105	17	352	0,0610
650	302	499	271	448	64	43	83	-53	206	343	240	242	127	69	134	-65	-101	-7	419	0,0737
640	378	473	256	403	109	33	121	-5	228	336	218	206	135	28	113	-29	-104	20	355	0,0734
728	365	475	202	401	68	29	127	5	233	342	219	203	137	22	117	-27	-84	19	335	0,0686
639	373	489	269	360	131	36	72	-2	206	306	234	216	152	61	156	-55	-120	-1	392	0,0603
651	288	494	273	366	68	-37	73	-48	222	379	289	253	126	69	139	-36	-134	31	450	0,0715
644	374	539	269	404	67	31	126	-5	236	308	257	173	109	64	122	-58	-112	1	365	0,0720
725	290	477	259	354	127	-17	121	-4	244	297	259	209	148	54	147	-23	-116	21	342	0,0638
735	288	557	212	365	72	-22	124	-42	213	330	247	233	120	29	160	-32	-96	22	399	0,0675
633	299	554	196	418	123	29	76	-41	243	353	266	182	152	32	152	-58	-116	19	401	0,0675
636	362	548	190	412	62	-24	123	-4	205	316	237	220	147	61	161	-64	-95	26	396	0,0675
635	361	557	191	416	120	35	130	-42	205	351	266	184	112	30	121	-57	-94	20	373	0,0638
651	296	498	283	353	71	37	124	4	202	334	242	230	153	29	133	-59	-95	25	403	0,0681
735	363	467	206	361	119	43	122	-5	201	311	272	178	145	31	123	-33	-116	0	392	0,0687
641	359	491	213	408	115	39	75	2	188	362	267	183	155	29	154	-57	-94	0	384	0,0656
626	384	475	213	368	64	31	136	7	244	322	239	233	156	36	128	-33	-95	-6	389	0,0682
650	298	544	211	351	129	-20	121	10	245	352	226	217	149	62	149	-27	-117	-2	366	0,0664
648	294	544	266	364	116	-16	77	-58	198	360	276	193	149	67	157	-30	-93	23	381	0,0725
717	362	562	208	411	128	35	74	-39	236	305	262	178	113	27	118	-54	-108	19	362	0,0683
715	295	483	283	417	68	-18	128	-5	243	349	229	221	106	32	122	-30	-93	0	368	0,0731
707	298	550	203	406	120	32	122	-4	192	331	256	171	137	32	141	-55	-81	1	355	0,0709
629	367	543	277	360	70	-18	123	1	189	344	268	211	148	67	114	-58	-113	23	369	0,0616
654	305	557	278	360	66	-31	86	14	215	382	249	202	121	66	138	-35	-130	-3	420	0,0685
710	366	491	211	353	133	-17	67	-3	251	355	266	227	115	28	155	-34	-119	-8	367	0,0620
634	276	558	272	363	62	-27	133	-4	211	382	291	233	124	37	139	-70	-106	-4	409	0,0665
714	372	492	269	420	67	28	80	-44	209	317	236	184	115	28	154	-56	-95	20	404	0,0730
718	371	538	206	404	113	-14	117	-38	230	298	249	169	109	64	149	-56	-86	21	355	0,0755
711	352	532	254	399	120	23	70	-37	224	288	244	169	142	60	137	-31	-85	19	323	0,0643
648	289	490	215	361	126	-16	124	0	211	331	288	227	163	32	135	-34	-122	23	423	0,0636
637	290	551	269	438	60	-26	83	-44	204	329	291	231	118	62	130	-35	-100	1	426	0,0673
709	357	490	266	368	67	-23	122	-42	206	321	267	223	116	66	126	-30	-93	1	398	0,0670

F_i^1																				TIR
Ano																				
717	287	555	203	427	64	-23	123	-39	253	322	270	183	150	60	130	-58	-121	30	379	0,0680
718	295	542	269	411	70	-27	132	-41	200	315	266	179	145	60	128	-25	-118	22	372	0,0641
647	281	571	215	368	64	-21	127	-4	211	371	283	199	124	64	129	-33	-102	21	400	0,0605
716	280	487	219	426	75	-26	77	-45	215	379	290	199	127	38	170	-68	-105	30	428	0,0626
731	291	564	204	367	66	27	137	-53	209	323	244	202	160	32	137	-65	-100	1	437	0,0704
704	283	546	261	349	126	23	76	-3	195	345	257	214	113	57	145	-60	-85	18	349	0,0680
718	359	555	198	412	116	-22	131	-48	205	313	265	190	156	24	126	-59	-118	22	371	0,0651
651	283	496	217	419	71	32	84	-45	202	322	278	226	155	61	161	-36	-99	22	415	0,0679
732	369	544	285	360	70	-14	76	-4	244	312	235	189	110	61	155	-56	-117	-4	367	0,0665
729	294	553	199	363	125	30	76	-46	208	356	238	225	118	28	159	-29	-90	-2	379	0,0631
651	302	500	200	431	60	41	78	2	208	328	278	195	127	62	163	-62	-100	23	427	0,0691
716	383	482	209	358	64	-32	125	8	239	314	269	186	151	29	122	-28	-90	24	384	0,0693
708	297	568	212	413	59	-16	76	-40	250	312	259	227	114	68	155	-56	-93	23	379	0,0695
710	300	547	212	419	113	-23	83	10	237	315	218	187	114	65	149	-28	-116	21	381	0,0656
630	365	567	203	421	58	-16	83	-56	260	323	272	192	122	60	157	-32	-98	21	382	0,0690
640	359	467	261	342	65	28	120	-39	247	349	264	188	144	63	152	-32	-91	1	385	0,0656
719	292	554	209	361	129	-19	81	-43	243	365	228	225	123	34	159	-57	-100	26	383	0,0668
641	360	491	198	432	65	-29	129	-2	251	364	276	224	117	28	127	-33	-123	0	398	0,0671
644	360	560	207	411	115	-19	83	-2	205	321	237	184	147	66	152	-56	-96	-1	396	0,0677
648	387	486	268	421	66	26	83	-5	195	352	269	189	146	35	151	-56	-116	-4	373	0,0732
639	299	542	256	407	114	34	115	-3	236	331	217	211	136	58	109	-32	-106	-5	355	0,0661
720	298	487	193	346	62	28	80	-2	247	360	272	228	161	61	129	-34	-123	21	381	0,0777
724	354	529	263	398	110	27	63	4	226	280	245	197	131	54	132	-47	-103	18	310	0,0709
638	360	551	204	357	122	-18	117	-38	237	342	266	211	114	57	146	-32	-89	19	348	0,0704
729	357	485	195	411	125	28	79	-1	189	341	261	185	144	28	150	-56	-114	26	352	0,0718
624	368	548	278	413	63	27	122	-54	230	296	266	173	146	28	120	-30	-90	18	369	0,0648
633	367	473	212	416	120	-15	130	-2	249	320	279	199	120	35	134	-62	-98	-5	413	0,0685
713	367	544	206	361	125	27	81	-43	242	316	226	215	119	25	128	-30	-122	23	390	0,0754
715	366	479	206	415	117	38	74	-4	230	294	215	205	137	61	140	-28	-80	18	317	0,0708
704	377	541	206	353	67	40	127	3	194	342	223	179	142	56	153	-27	-116	1	351	0,0656
735	286	486	269	433	134	-17	74	-47	208	372	235	196	117	35	163	-59	-90	1	383	0,0758
713	289	551	255	400	117	31	71	10	221	323	244	210	109	56	110	-50	-84	21	316	0,0701
712	291	552	211	342	57	30	126	3	236	349	257	216	141	60	125	-58	-114	-4	382	0,0652
714	361	559	274	362	54	24	123	-47	211	325	237	229	113	36	131	-63	-120	1	389	0,0693
720	367	476	193	412	113	-19	125	-57	244	314	270	215	111	59	155	-29	-116	-4	364	0,0689
618	362	542	212	424	123	-19	122	-1	239	311	226	219	145	60	117	-56	-116	-1	386	0,0732
626	375	475	282	352	114	26	122	2	228	343	222	175	138	32	141	-31	-81	18	356	0,0654
725	294	491	200	422	120	-27	126	-2	250	324	230	196	123	31	164	-31	-126	-9	412	0,0704
632	355	488	267	420	69	-22	128	2	238	341	259	184	113	60	123	-29	-114	22	377	0,0649
651	359	562	265	370	131	-33	67	-42	211	330	279	188	125	34	158	-64	-99	27	395	0,0678
646	287	557	205	360	70	32	132	8	194	352	273	189	152	62	122	-29	-87	25	368	0,0639
718	289	498	285	369	116	30	124	-43	213	321	236	234	153	33	130	-68	-124	0	401	0,0600
648	303	494	196	371	67	-17	141	7	217	340	254	210	163	31	178	-31	-110	0	453	0,0666
640	300	558	212	358	70	37	129	-1	206	355	275	222	115	27	161	-31	-121	1	400	0,0693
711	287	548	212	418	112	-21	126	-39	198	353	220	222	117	61	149	-32	-115	23	363	0,0641
648	303	554	214	426	56	24	127	1	206	368	236	194	156	34	134	-61	-132	-1	427	0,0651
635	357	485	208	417	135	34	84	-55	209	370	240	230	122	64	157	-65	-96	-2	386	0,0634
716	293	567	196	357	125	33	78	-55	264	332	248	199	120	34	135	-63	-101	30	406	0,0719
711	296	544	263	345	66	31	118	-1	239	336	219	180	141	57	143	-53	-83	1	362	0,0704
646	358	483	273	357	126	30	117	1	200	346	227	185	147	59	123	-33	-111	25	356	0,0673
646	304	545	269	414	72	31	79	-56	208	363	234	224	122	59	160	-34	-95	0	370	0,0689

F_i^1																				TIR
Ano																				
630	292	542	264	365	123	35	81	-3	205	348	263	185	150	58	127	-63	-90	20	382	0,0593
652	293	500	289	357	119	-21	137	-6	220	347	247	212	129	37	140	-67	-136	24	439	0,0724
645	371	546	267	355	114	-32	120	12	243	339	224	211	105	27	117	-31	-85	25	343	0,0663
717	284	479	201	364	60	-17	128	9	255	363	276	222	152	35	132	-30	-119	-8	409	0,0631
635	365	498	213	375	67	38	76	-44	215	368	289	201	127	37	166	-34	-131	26	426	0,0706
623	367	558	208	413	115	-16	79	-40	241	342	262	215	142	30	146	-54	-91	1	371	0,0612
716	299	475	269	428	69	-19	87	-3	208	331	246	238	125	28	171	-28	-135	-6	417	0,0721
643	353	485	275	359	110	27	117	-1	242	306	261	175	145	59	141	-32	-114	24	341	0,0663
648	302	490	279	351	119	25	122	-5	245	320	241	221	123	29	124	-32	-94	0	405	0,0751
707	292	546	268	399	62	26	125	8	238	295	209	201	132	56	140	-52	-78	17	324	0,0689
628	372	487	204	360	116	-17	79	8	237	311	265	220	150	57	152	-31	-91	24	382	0,0714
639	301	537	260	410	112	28	116	4	194	309	220	213	146	25	152	-54	-88	19	369	0,0690
628	362	563	267	410	60	26	75	-1	198	358	266	222	118	23	125	-56	-115	21	363	0,0686
708	287	491	270	431	70	27	134	-4	203	311	232	190	146	30	152	-34	-116	22	367	0,0627
630	370	492	204	375	72	24	68	2	251	338	289	204	127	27	166	-60	-127	28	433	0,0688
708	378	485	205	358	61	26	130	9	243	310	261	188	113	24	152	-32	-88	-1	386	0,0740
710	367	471	266	404	115	25	72	7	227	328	220	174	136	31	142	-50	-86	1	352	0,0696
720	295	484	279	361	129	30	67	-39	250	347	271	214	144	34	118	-54	-119	24	359	0,0733
716	294	543	261	416	66	-21	79	-4	235	333	222	176	140	60	140	-29	-87	19	353	0,0698
707	354	476	278	408	67	-23	77	-45	241	355	263	183	142	57	118	-34	-111	23	376	0,0648
713	301	484	196	422	57	26	136	-42	208	314	241	193	156	65	165	-64	-100	21	422	0,0625
637	293	486	197	376	67	-17	130	-1	250	334	280	234	124	69	168	-35	-132	22	431	0,0658
634	303	482	276	416	122	27	74	-52	207	358	273	195	162	61	133	-60	-97	-4	405	0,0643
639	283	554	279	350	118	-24	125	-42	212	328	276	230	124	66	160	-58	-125	0	417	0,0616
651	304	491	209	424	119	-26	131	-44	209	328	253	242	166	37	142	-66	-97	-1	442	0,0618
648	364	489	205	361	74	-18	79	-1	259	378	249	236	129	31	134	-67	-103	31	437	0,0668
717	292	547	284	361	61	25	123	-39	201	316	238	193	117	65	130	-33	-88	-1	404	0,0624
718	298	567	214	368	127	-15	77	5	214	331	248	194	127	36	135	-62	-129	26	436	0,0708
713	280	553	284	422	67	-25	130	-38	201	300	261	220	147	30	150	-30	-116	20	346	0,0688
631	368	490	193	418	68	-25	123	10	241	349	262	179	120	69	155	-56	-93	28	383	0,0678
711	355	484	209	363	59	32	81	3	205	351	272	178	151	35	153	-33	-89	22	371	0,0723
717	297	539	260	350	133	33	70	-5	193	300	253	208	148	55	141	-28	-108	18	342	0,0669
640	368	554	207	433	129	-20	81	-49	252	311	236	189	154	34	126	-58	-96	26	397	0,0590
625	288	502	271	379	65	-21	76	-45	214	385	261	246	166	68	143	-63	-108	27	437	0,0621
734	295	487	201	372	129	-19	76	-46	264	332	295	198	129	66	134	-66	-133	22	444	0,0700
705	355	544	273	360	121	32	65	7	192	304	259	184	116	33	125	-28	-86	-1	357	0,0624
649	366	498	211	369	62	35	71	-59	214	335	235	241	163	68	166	-36	-129	23	434	0,0640
642	299	557	210	370	124	-24	124	7	257	331	238	200	126	30	160	-58	-128	29	419	0,0656
649	301	549	200	368	69	30	84	8	261	360	273	231	151	29	129	-61	-128	27	385	0,0649
740	287	473	264	364	70	-15	129	-53	200	377	275	229	120	72	158	-58	-124	-6	413	0,0629
644	303	494	196	419	66	-15	130	7	256	373	278	195	122	28	136	-29	-125	26	409	0,0727
640	288	536	258	350	126	37	126	-3	234	296	223	214	140	60	146	-32	-108	22	359	0,0568
639	307	487	277	379	57	-38	88	-49	226	393	301	219	137	32	187	-76	-143	32	459	0,0625
636	367	491	216	364	126	38	138	-56	215	371	249	202	121	27	164	-61	-128	-2	434	0,0665
632	283	552	266	362	60	24	128	9	209	308	280	222	112	59	129	-56	-96	22	407	0,0729
710	359	534	256	403	118	-14	74	0	186	298	256	177	141	30	145	-29	-88	-2	356	0,0634
651	371	487	205	364	116	-17	136	-43	211	378	243	231	128	62	134	-64	-98	-7	425	0,0637
722	360	495	202	370	130	-15	138	-50	211	332	239	199	123	65	163	-66	-128	23	400	0,0685
706	292	470	262	411	67	32	125	-41	246	358	224	222	119	61	152	-57	-120	20	364	0,0633
627	304	497	203	432	125	-21	127	10	209	329	242	230	124	33	162	-33	-132	21	425	0,0701
647	357	541	263	414	53	29	77	-2	235	302	231	215	113	63	116	-56	-88	24	379	0,0630

F_i^1																				TIR
Ano																				
646	301	496	219	441	64	-17	85	6	252	334	246	194	156	66	131	-33	-102	-1	431	0,0590
642	281	503	279	381	121	-23	80	1	260	341	251	206	126	25	178	-36	-134	-5	437	0,0664
645	364	567	270	431	72	-22	81	-50	204	322	237	193	157	34	162	-56	-97	23	380	0,0682
623	281	550	211	424	65	-22	136	-49	238	351	231	227	119	65	159	-28	-89	29	393	0,0661
632	372	490	192	367	121	31	124	-45	211	359	269	195	151	66	128	-58	-96	1	405	0,0688
649	295	544	286	412	124	31	78	-1	205	349	229	189	120	32	126	-57	-89	28	366	0,0655
645	365	546	203	358	114	31	71	-45	251	325	277	197	155	37	132	-29	-125	21	384	0,0610
651	302	499	214	433	60	-32	87	-48	256	381	251	237	166	68	142	-62	-107	-4	422	0,0627
727	302	551	219	421	74	-19	134	-44	209	337	249	238	125	29	132	-64	-128	-6	429	0,0675
711	363	490	215	429	113	-33	124	8	239	315	237	186	119	59	124	-35	-120	-6	375	0,0603
646	289	483	211	364	122	28	128	-59	204	340	256	210	162	72	176	-40	-107	-1	429	0,0672
707	359	468	194	411	65	35	125	-50	204	354	266	184	148	66	126	-31	-93	-2	378	0,0692
713	363	462	201	361	56	30	130	-4	250	308	221	218	152	35	155	-30	-88	19	362	0,0734
717	297	545	278	343	117	-15	115	6	231	330	221	204	109	61	144	-55	-87	-1	353	0,0622
624	290	494	192	424	136	28	85	-44	215	382	239	234	128	66	170	-62	-129	0	440	0,0647
639	368	487	281	435	73	-32	136	-40	205	318	281	199	156	35	161	-59	-122	1	391	0,0627
647	359	492	219	422	59	-17	71	-50	255	374	241	242	125	31	139	-28	-100	21	411	0,0754
701	357	482	256	402	115	24	116	6	193	329	216	205	105	57	138	-30	-106	24	324	0,0592
714	361	504	219	368	54	-34	88	-5	262	349	253	211	127	36	146	-69	-134	-3	466	0,0731
635	374	485	265	407	119	32	115	-42	230	336	255	204	104	58	118	-52	-85	0	356	0,0697
706	355	488	269	360	122	-19	74	-1	195	350	259	185	111	61	151	-55	-94	19	378	0,0629
725	359	485	216	363	68	-28	68	4	258	331	246	196	122	68	135	-30	-125	24	430	0,0729
639	369	548	264	343	110	-17	75	3	234	337	214	211	139	31	146	-24	-85	21	356	0,0696
648	282	542	282	356	123	33	126	-51	235	344	264	181	109	34	154	-32	-119	22	380	0,0668
712	378	485	205	364	65	26	76	-1	255	314	232	194	149	69	126	-33	-96	19	375	0,0729
638	296	539	264	406	70	31	123	-3	239	297	217	212	139	56	144	-30	-81	-3	359	0,0665
642	287	475	278	436	50	37	122	-46	244	312	274	226	120	64	159	-56	-118	0	408	0,0629
651	296	568	275	365	67	-16	128	-47	251	337	248	200	158	37	137	-69	-103	1	431	0,0697
722	293	474	204	359	131	-29	123	2	235	349	261	213	110	57	151	-27	-113	21	378	0,0741
713	354	478	260	420	110	-22	126	0	229	300	214	212	135	31	116	-28	-106	22	352	0,0776
708	354	550	260	340	122	35	115	2	227	288	202	197	105	57	131	-25	-79	0	326	0,0695
705	369	554	201	410	66	-17	128	-55	239	308	226	185	143	24	148	-31	-90	19	381	0,0724
723	358	481	270	408	70	36	65	2	240	336	216	216	144	31	117	-58	-107	26	340	0,0690
711	358	481	209	416	63	23	70	6	193	350	270	217	114	24	150	-58	-92	23	386	0,0793
704	350	546	252	399	113	32	111	-1	225	316	206	166	126	51	104	-26	-76	-2	318	0,0638
642	380	559	202	370	70	-17	130	-41	252	376	231	236	126	61	133	-62	-129	2	395	0,0650
649	385	481	216	369	72	24	77	5	249	323	272	196	126	35	133	-32	-98	22	411	0,0691