

# **MODELO DE ANÁLISE DE RISCO ECONÔMICO APLICADO AO PLANEJAMENTO DE PROJETOS DE IRRIGAÇÃO PARA CULTURA DO CAFEEIRO<sup>1</sup>**

**J. L. M. de SOUZA<sup>2</sup>, J. A. FRIZZONE<sup>3</sup>, E. S. GERVÁSIO<sup>4</sup>, A. MACCARI JR.<sup>5</sup>**

Escrito para apresentação no XXX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA 2001  
Mabu Hotel & Resort, Foz do Iguaçu – Paraná, 31 de julho a 03 de agosto de 2001

**RESUMO:** O presente trabalho consistiu no desenvolvimento e avaliação de um modelo de simulação voltado à análise de risco econômico, servindo de auxílio na tomada de decisão quanto ao planejamento e gerenciamento de projetos de irrigação para cultura do cafeiro. O modelo, denominado *MORETTI*, foi desenvolvido na linguagem de programação *Visual Basic* aplicada ao *Excel* (linguagem de *Macro*), e o processo de simulação baseou-se no método de “Monte Carlo”. As análises de avaliação e aplicação foram feitas com os dados levantados em duas propriedades que irrigam o cafeiro no estado de Minas Gerais. O modelo possibilita simular o balanço hídrico climatológico decencial, as despesas com energia elétrica e água para proceder as irrigações, e as análises de risco econômico para a cafeicultura irrigada.

**PALAVRAS-CHAVE:** risco, simulação, “Monte Carlo”

## **ECONOMIC RISK ANALYSIS MODEL FOR COFFEE IRRIGATION PROJECT DESIGN**

**SUMMARY:** This study presents an economic risk model to help decision makers on planning process of coffee irrigation projects. The model, called *MORETTI*, was built in *Excel* sheet using *Visual Basic Macro* and the simulation process used *Monte Carlo* method. The model showed good efficiency in planning and economic risk determination. The model was evaluated using data from two farms with irrigated coffee. The methods used to determine reference evapotranspiration (*ET<sub>0</sub>*), soil water balance, energy and water cost showed good results.

**KEYWORDS:** risk, simulation, “Monte Carlo”

**INTRODUÇÃO:** A irrigação é uma técnica antiga e que a muito tempo vem sendo útil para se aumentar a produtividade das culturas em geral. O uso da irrigação diminui o risco dos agricultores no que se refere às produções a serem alcançadas, no entanto, não impede que ocorram riscos financeiros. O desenvolvimento tecnológico da agricultura nos últimos tempos, tem feito com que o risco econômico da atividade agrícola possa ser decomposto em dois componentes: variabilidade de produção e variabilidade de preços (FILHO & GONZAGA, 1991). A irrigação pode ajudar muito os agricultores, porém, os riscos da adoção de uma agricultura irrigada devem ser criteriosamente estudados e analisados, objetivando sempre, que os rendimentos sejam maiores que os custos. Assim, estudos que auxiliem técnicos e agricultores nas tomadas de decisões quanto a cafeicultura irrigada, tornam-se a cada dia mais necessários (SOUZA, 2001). Nesse sentido, destaca-se a importância e aplicabilidade dos modelos de simulação voltados às decisões no planejamento e gerenciamento dos projetos de irrigação. A utilização da técnica permite representar alternativas propostas para solucionar

<sup>1</sup> Parte da tese de doutorado do primeiro autor, apresentada à USP/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/DER

<sup>2</sup> Engº Agrícola, Doutorando em Irrigação e Drenagem/ESALQ/USP – Bolsista da CAPES; Prof. Assistente/DS/SCA/UFPR – Curitiba-PR  
Cx. P. 2959 – CEP. 80035-050 – e-mail: moretti@agrarias.ufpr.br

<sup>3</sup> Professor Associado DER/ESALQ/USP – Bolsista do CNPq – e-mail: frizzone@carpa.ciagri.usp.br

<sup>4</sup> Doutorando em Irrigação e Drenagem/ESALQ/USP – Bolsista da CAPES – e-mail: esgervas@carpa.ciagri.usp.br

<sup>5</sup> Prof. Assistente/DS/SCA/UFPR – NAAGRI – UFPR – Cx. P. 2959 – CEP. 80001-970, Curitiba-PR – e-mail: maccari@agrarias.ufpr.br

um dado problema e, ou, simular condições reais, com a vantagem de apresentar, ainda, baixo custo, rapidez na obtenção dos resultados e necessitar de uma série menor de dados (BARTH et al., 1987). O presente trabalho foi desenvolvido com os seguinte objetivo: desenvolver um modelo de simulação voltado à análise de risco econômico, que auxilie na tomada de decisão quanto ao planejamento e gerenciamento dos projetos de irrigação com a cultura do cafeeiro e de outras culturas perenes com características semelhantes.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O modelo foi desenvolvido na linguagem de programação *Visual Basic* aplicada ao *Microsoft Excel 97* (linguagem de *Macro*). No desenvolvimento do modelo, procurou-se realizar uma estrutura que não servisse apenas a finalidade de analisar economicamente a cafeicultura irrigada. Assim, a estrutura modular proposta possibilita a realização de toda uma análise de risco econômico da cafeicultura irrigada (análise completa), ou apenas uma parte dela. O modelo desenvolvido para fazer a análise de risco econômico aplicado ao planejamento da irrigação do cafeeiro, foi denominado “*MORETTI*”. O modelo de balanço hídrico utilizado baseou-se no processo de cálculo recomendado por THORNTHWAITE e MATHER (1955), porém com algumas adaptações. O balanço hídrico realizado considera um período de dez dias (decêndios), pode ser simulado ou não, as irrigações são consideradas, e uma das equações de armazenamento da água no solo é ajustada à fração de água disponível (SOUZA, 2001). Para a definição das condições de aplicação das tarifas de energia elétrica, considerou-se as regulamentações feitas pelo DNAEE (1997), e os critérios e expressões de cálculo demonstrados pelo CODI (1994). Para quantificar as despesas pelo uso da água no meio rural adotou-se uma tarifação seguindo o que é feito para a energia elétrica, e o faturamento pela utilização da água foi realizado considerando uma tarifa fiscal mínima (demanda), mais uma tarifa pelo consumo. A estimativa da produtividade e dos preços alcançados pelo café beneficiado em cada *i*-ésimo ano de vida útil da lavoura cafeeira, dado as incertezas climáticas e econômicas que podem ocorrem, passaram por uma série de ajustes e simplificações. A estimativa das produtividades baseia-se na função de produção de STEWART et al. (1976) modificado, conforme as considerações de PICINI (1998). As estimativas do preço do café beneficiado passam por um processo de simulação, baseando-se na série histórica de preços da região. O cálculo do custo de produção da cultura do cafeeiro irrigado é realizado considerando toda a sua vida útil. Para tornar comparáveis receitas recebidas e despesas efetuadas em diferentes momentos ao longo da vida útil da cultura, todos os valores são referidos ao início do período de implantação, considerando sempre os preços em dólar e juros compostos. Os critérios, bem como os itens considerados na composição dos cálculos estão dispostos em SOUZA (2001). Os critérios utilizados no modelo para realização da avaliação econômica da cafeicultura irrigada foram o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR), conforme FRIZZONE (1999) e FRIZZONE e SILVEIRA (2000), além algumas relações que permitem uma análise simplificada da empresa, consideradas conforme REIS et al. (1999). O modelo realiza as simulações baseando-se nas distribuições de probabilidade normal, triangular e uniforme, e as análises para verificar se existe ajuste entre os dados com distribuição de probabilidade desconhecida e às três distribuições de probabilidade já citadas, são feitas com o teste de Kolmogorov-Smirnov a 5 % de probabilidade. Podem passar pelo processo de simulação a evapotranspiração de referência (*ETo*), todos indicadores econômicos (valor/unidade, valor residual, vida útil e manutenção) que participam do custo de produção, e os preços alcançados pelo café no mercado. Para todos os itens simulados, com exceção dos preços do café no mercado, existe no modelo, comandos que permitem fazer a opção de simular ou não, e o usuário pode escolher, também, o tipo de distribuição de probabilidade associada ao item variável. As análises de avaliação e aplicação do modelo foram feitas com os dados levantados em duas propriedades que irrigam o cafeeiro: Faria e Macaubas. A propriedade Faria situa-se na cidade de Lavras-MG, região Sul de Minas, e possui um sistema de irrigação por gotejamento de 13,5ha. A propriedade Macaubas situa-se na cidade de Araguari-MG, região do Triângulo Mineiro, e possui um sistema de irrigação pivô central de 98,4ha. Três pacotes tecnológicos (40, 60 e 80sc/ha), seis manejos anuais de irrigação e a ocorrência de eventualidades na vida útil da cultura, foram analisados.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os diversos “arquivos de utilização” desenvolvidos no modelo foram organizados em quatro grupos de arquivos, denominados de informativos, índices e preços, trabalho e análise de risco econômico. Os arquivos “Informativos” contém: um breve comentário sobre o que é possível realizar em cada módulo dos arquivos de utilização; um esquema com a hierarquia de todos os arquivos, módulos e formulários do modelo; as principais informações referentes a cultura do cafeiro arábica e robusta, possuindo em seu interior dados de aptidão climática, zoneamento agroclimático para Minas Gerais (temperatura e precipitação), características dos solos tidos como adequados, endereços e telefones de entidades importantes ligadas ao processo produtivo do café; e endereços de contato para adquirir, informar, fazer críticas e sugestões ao modelo. Os arquivos “Índices e preços” contém: os principais índices necessários à realização da atualização de preços, como o dólar comercial e paralelo, inflação americana, índices (IGP-M, IGP-DI, UFIR, INPC) e salário mínimo; tabelas de séries de preços do café pagos aos produtores do estado de São Paulo e Paraná, nas regiões do Cerrado, Sul de Minas e Mogiana, cotado na bolsa de Nova York, apresentados pela COOPARAISO, e os preços cotados para o café em uma série de 90 anos obtida a partir de dados do DNC, IBC e FEBEC. Os arquivos de “Trabalho” permitem a entrada dos dados e o cálculo de uma série de informações para a agricultura irrigada, e são compostos pelos módulos: identificação e especificação dos cenários, balanço hídrico climatológico decendial, fonte de energia, parâmetros dos itens do custo de produção e análise estatística dos dados amostrados. O arquivo “Análise de risco econômico” é constituído pelo módulo “Custo de produção com análise de risco”, e de forma geral, engloba e utiliza as rotinas de cálculo de todos os módulos existentes no modelo. O equacionamento proposto para simular a evapotranspiração de referência ( $ETo$ ), o armazenamento de água no solo, as despesas com água e energia, os benefícios e a produção, foram verificados e analisados conforme se encontra disposto em SOUZA (2001). As opções disponíveis, bem como os mecanismos de ajustes existentes possibilitam a escolha das melhores alternativas e a composição de cenários para serem analisados. Com algumas modificações nas séries de preços e na função de produção, o modelo poderá ser adaptado futuramente para analisar economicamente outras culturas perenes de comportamento semelhante ao cafeiro. É importante observar, que a confiabilidade nos resultados emitidos por qualquer modelo voltado a caracterização de um determinado sistema, depende não somente de como a sua estrutura matemática e lógica foi concebida, mas também dos dados necessários a sua execução. Para realização do *MORETTI* uma série de simplificações foram realizadas, no entanto, procurou-se sempre fazer estas simplificações dentro das melhores alternativas disponíveis na literatura, ou após algum tipo de experimentação que mostrasse um resultado satisfatório. O modelo também necessita de uma série de dados que nem sempre poderão ser encontrados com facilidade e confiabilidade em algumas regiões. Na realização do trabalho, procurou-se, dentro do possível, construir os “formulários ajuda” contendo as principais informações necessárias às entradas de dados no modelo. Nesse sentido, verificou-se que as diversas associações de cafeicultores espalhadas pelo país, pesquisadores e extensionistas precisam se organizar. A atividade de gado de leite, por exemplo, já se encontra com boletins que trazem um excelente nível de informação aos técnicos e produtores. As informações de preços e índices do boletim “Nata do Leite”, com pouquíssimos ajustes, serviriam plenamente a modelos similares ao *MORETTI*, voltados para a atividade de gado de leite. É importante ressaltar, também, que a coleta e divulgação de coeficientes técnicos com a implementação e difusão da *Internet* é algo que ainda tem muito a crescer e contribuir na área de planejamento agrícola no Brasil. De maneira geral, as análises de risco econômico da cafeicultura irrigada, realizadas para as propriedades Faria e Macaubas mostraram que: não é viável economicamente produzir café no pacote tecnológico de 40sc/ha na propriedade Faria; na propriedade Macaubas, o mesmo pacote tecnológico mostrou-se viável economicamente somente no manejo de irrigação suplementar durante todo o ano, os demais manejos analisados, apresentam risco de um valor presente líquido negativo; os pacotes tecnológicos de 60sc/ha e 80sc/ha mostraram-se economicamente viáveis para as duas propriedades adotando-se ou não a irrigação; o manejo de irrigação suplementar durante todo ano, sempre mostrou-se a melhor alternativa econômica; a ocorrência de eventualidades, não comprometeram a viabilidade dos dois projeto de irrigação, quando conduzidos no pacote tecnológico de 60sc/ha e manejo de irrigação suplementar durante todo o ano, apenas reduziram a lucratividade; a eventualidade considerando o atraso de dois anos no início da produção da lavoura cafeeira, foi a mais prejudicial dentre as

eventualidades analisadas. Em relação ao custo total de produção da cafeicultura irrigada nas duas propriedades, verificou-se nos anos de vida útil da cultura que: os serviços e os materiais foram os itens mais significativos no custo total, ficando entre 40,7% a 60,4% para os serviços, e 15,3% a 34,3% para os materiais; as despesas com energia elétrica e água são pequenas, considerando-se a irrigação suplementar durante todo o ano, as despesas nunca foram maiores que 3,8% para a propriedade Faria, e 5,0% para a propriedade Macaubas; os custos médios com o sistema de irrigação ficaram entre 10,3% a 29,7% para a propriedade Faria, e 7,0% a 19,4% para a propriedade Macaubas.

**CONCLUSÃO:** De acordo com as análises de avaliação e aplicação, o modelo desenvolvido mostrou-se eficiente para realizar os cálculos voltados ao planejamento e determinação do risco econômico da cafeicultura irrigada. A estrutura modular proposta possibilita a solução de problemas freqüentes na agricultura irrigada, e o acompanhamento de grande parte do processo de cálculo das análises de simulação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARTH, F.T.; POMPEU, C.T.; FILL, H.D. et al. **Modelos para gerenciamento de recursos hídricos.** São Paulo: Nobel/ABRH, 1987. 525p.
- CODI - COMITÊ DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. 2.ed. **Tarifas horo-sazonais: manual de orientação ao consumidor.** Rio de Janeiro: CODI, 1994. 28p
- DNAEE - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. Portaria Nº 466 de 12 de novembro de 1997. **Condições gerais de fornecimento de energia elétrica.** ??????: CEMIG, 1997. 40p.
- FILHO, J.P.; GONZAGA, M.L. Análise de custos de lavouras irrigadas. In: **Curso de agricultura irrigada.** Piracicaba: ESALQ/Depto. de Agricultura, 1991. p.27-57.
- FRIZZONE, J.A. **Planejamento da irrigação: uma abordagem às decisões de investimento.** Piracicaba: ESALQ / Depto. Engenharia Rural, 1999. 110p.
- FRIZZONE, J.A.; SILVEIRA, S. de F. R. Análise econômica de projetos hidroagrícolas. In: SILVA, D.D. da; PRUSKI, F.F. (Ed.) **Gestão de recursos hídricos – aspectos legais, econômicos e sociais.** Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 2000. cap. 5, p.449-617.
- PICINI, A.G. Desenvolvimento e testes de modelos agrometeorológicos para a estimativa de produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) a partir do monitoramento da disponibilidade hídrica do solo. Piracicaba, 1998. 132p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".
- REIS, R.P.; TAKAKI, H.R.C.; REIS, A.J. dos et al. **Como calcular o custo de produção.** Lavras: BIOEX-Café / CNPq, 1999. 15p. (Informativo Técnico do Café, Nº 3)
- SCOT CONSULTORIA – A Nata do Leite, o informativo de mercado da pecuária leiteira. Bebedouro:Scot Consultoria. e-mail: [socctconsultoria@mdbrazil.com.br](mailto:socctconsultoria@mdbrazil.com.br)
- SOUZA, J.L.M. de Modelo de análise de risco econômico aplicado ao planejamento de projetos de irrigação para cultura do cafeeiro. Piracicaba, 2001. 253p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. (Trabalho em fase de correção, com período de conclusão previsto para abril de 2001).
- STEWART, J.I.; HAGAN, R.M.; PRUITT, W.O. Production functions and predicted irrigation programmes for principal crops as required for water resources planning and increased water use efficiency: final report. Washington: U.S. Department of Interior, 1976. 80p.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATTER, J.R. **The water balance.** Centerton, The Laboratory of Climatology, 1955, 104p. (Publications in Climatology, v.8, n.1)