



## **VIABILIDADE FINANCEIRA DA PRODUÇÃO DE FEIJÃO NO SISTEMA AUTOMATIZADO DE IRRIGAÇÃO**

**EDUARDO LUIZ DA SILVA; MARCO AURÉLIO MARQUES FERREIRA; LUIZ  
ANTONIO ABRANTES; THIAGO DE MELO TEIXEIRA DA COSTA;**

**UFV**

**VICOSA - MG - BRASIL**

**marcoaurelio@ufv.br**

**APRESENTAÇÃO ORAL**

**Economia e Gestão do Agronegócio**

## **VIABILIDADE FINANCEIRA DA PRODUÇÃO DE FEIJÃO NO SISTEMA AUTOMATIZADO DE IRRIGAÇÃO**

**Grupo de Pesquisa:** Economia e Gestão do Agronegócio

### **Resumo**

Esse trabalho teve como objetivo verificar a viabilidade financeira da implementação de um sistema automatizado de irrigação por miniaspersão na cultura do feijão. O trabalho toma como referência a teoria de análise financeira de investimentos, considerando a abordagem determinística e probabilística. Os dados relativos à produtividade do feijoeiro, ao sistema de irrigação por miniaspersão, bem como os coeficientes técnicos, os custos de produção e as receitas de venda foram baseados em experimentos e coletas de dados realizados por pesquisadores da UFRV. Diante dos resultados, pode-se concluir que tanto nos cenários

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural

determinístico e probabilístico, o projeto de irrigação por miniaspersão na cultura de feijão apresenta-se viável. O projeto é consideravelmente sensível às alterações nas variáveis de risco, a exemplo do preço dos fatores de produção e do custo de oportunidade do capital. Dentre esses fatores maior sensibilidade foi observada nas variações de preço do feijão.

**Palavras-chaves:** Investimento, Agronegócios, Risco, Feijão, Automação.

## **FINANCIAL VIABILITY OF THE BEAN PRODUCTION IN THE AUTOMATED IRRIGATION SYSTEM**

### **Abstract**

This study was conducted to verify the financial viability for implementation of an automated microsprinkler irrigation system in the bean crop. The theory of the financial investment analysis is taken as reference, by considering both deterministic and probabilistic approaches. The data concerning to productivity of the bean plant under the microsprinkler irrigation, as well as the technical coefficients, production costs and sales revenue were based on the experiments and data collection accomplished by the UFV researchers. According to the results, it is concluded that the microsprinkler irrigation project for bean crop is viable in both deterministic and probabilistic sceneries. The project is considerably sensible to alterations in the risky variables, such as the price of the production factors and the capital opportunity cost. A higher sensibility was observed in variations of the bean price.

**Keywords:** Investment, Agrobusiness, Risk, Bean, Automation.



## 1. INTRODUÇÃO

O feijão é um dos mais importantes componentes da dieta alimentar do brasileiro, por ser reconhecidamente uma excelente fonte protéica, além de possuir bom conteúdo de carboidratos, vitaminas, minerais, fibras e compostos fenólicos com ação antioxidante que podem reduzir a incidência de doenças (ABREU, 2005).

A média atual de consumo de feijão é de 12,7 kg/brasileiro/ano. Em 2004, cerca de 86,1% da produção mundial desta leguminosa ficou restrita a cinco países: Brasil, China, Índia, México e Myanmar.

O Brasil é o maior produtor mundial de feijão, sendo responsável por 23,6% da produção mundial, sendo o Estado de Minas Gerais o maior produtor nacional, com aproximadamente 15% de toda produção interna (EMBRAPA, 2007). Entretanto, a produção brasileira de feijão tem sido insuficiente para abastecer o mercado interno. Mesmo com o aumento de 48% na produtividade, obtido nos últimos 17 anos, a redução na área plantada – da ordem de 35% no mesmo período – provocou diminuição de 4% na produção brasileira de feijão (YOKOYAMA, 2003).

O baixo uso de tecnologia e a fragilidade agrônômica da lavoura, que não resiste bem à seca e ao excesso de chuva e ainda é facilmente acometida por pragas e doenças, provocavam frustrações frequentes de safra, que resultavam em disparadas de preços seguidas de superofertas na safra seguinte. Esse excesso deprimia os preços e desestimulava novamente os produtores. O comportamento cíclico da produção e a possibilidade de produção de feijão em todos os estados, em várias épocas do ano, começaram a despertar o interesse de um outro perfil de produtores, que entraram na atividade com um sistema produtivo mais tecnificado.

Atualmente, os produtores de feijão podem ser classificados em dois grupos: os pequenos, que ainda usam baixa tecnologia e têm sua renda associada às condições climáticas, concentrados na produção das águas (primeira safra); e um segundo grupo, que usa produção mais tecnificada, com alta produtividade, plantio irrigado por pivô-central, concentrado nas safras da seca e do inverno (segunda e terceira safra) (PESSÔA, 2007).

Dentre os sistemas de irrigação utilizados no cultivo do feijão, pode-se destacar o de aspersão convencional, que consiste na aplicação da água sobre a superfície do solo na forma de chuva artificial. Esse sistema é bastante utilizado devido à possibilidade de elevada



uniformidade de distribuição, adaptabilidade a diversas culturas e solos, fácil controle do volume de água aplicado e possibilidade de aplicação de fertilizantes e outros produtos por meio da água da irrigação.

A irrigação por aspersão surgiu como alternativa à de superfície, que usualmente tem baixa eficiência devido a problemas de escoamento superficial, visando o uso racional da água. Dentro desse cenário, é importante que novas tecnologias sejam avaliadas e difundidas, visando dar suporte à necessidade de uma agricultura cada vez mais competitiva.

Nos últimos anos, tem sido observado na agricultura irrigada um avanço da automação dos sistemas, embora poucos estudos tenham enfatizado a viabilidade financeira desses sistemas. Nessa direção, entende-se por automação qualquer sistema, apoiado em processadores, que substitua o trabalho humano e que vise a soluções rápidas e econômicas para atingir os complexos objetivos das indústrias, da agricultura e dos serviços.

A automação implica na implantação de sistemas interligados e assistidos por redes de comunicação, compreendendo Sistemas Supervisórios e Interfaces Homem-Máquina (IHM) que possam auxiliar os operadores no exercício de supervisão e análise dos problemas que porventura venham a ocorrer. A automação nos diversos setores produtivos decorre de necessidades tais como: maiores níveis de qualidade de conformação e de flexibilidade, menores custos de operação, menores perdas de materiais e menores custos de capital, maior controle das informações relativas ao processo, maior qualidade das informações e melhor planejamento e controle da produção (MORAES & CASTRUCCI, 2001).

O manejo adequado da irrigação constitui na escolha correta do método de aplicação de água e no estabelecimento de critérios para determinação da necessidade hídrica das culturas, resultando em níveis ótimos de produtividade (FOLEGATTI et al., 1999). Esse manejo adequado torna-se elemento competitivo diante do déficit hídrico, sendo este um dos fatores que mais afetam a produtividade agrícola no Brasil. Seus efeitos dependem da sua intensidade, duração, época de ocorrência e da interação com outros fatores que interferem no rendimento das culturas (CUNHA e BERGAMASCHI, 1999).

Os efeitos da deficiência de água são inicialmente manifestados quando a taxa de evapotranspiração é maior do que a de absorção de água pelas raízes e sua transmissão para as partes aéreas da planta. Reduções na produção de matéria seca, fechamento estomático,



aumento da temperatura da folha e alterações na fotossíntese ocorrem em déficit hídrico (MILLAR e GARDNER, 1972).

O déficit de água no período vegetativo reduz o crescimento das plantas, as quais podem se recuperar se a irrigação for reiniciada, mas não apresentarão a mesma produção daquelas irrigadas adequadamente durante todo o ciclo. Assim, o agricultor não deverá permitir a ocorrência de déficit hídrico em nenhuma das fases do ciclo vegetativo do feijoeiro (SILVEIRA E STONE, 2006).

Sabe-se que a utilização de um sistema de irrigação aumenta de forma expressiva a produtividade da lavoura, entretanto, em princípio não se pode afirmar que este aumento na produtividade traga consigo um aumento na lucratividade ou que a mesma seja viável para o produtor rural, tendo em vista que muitas vezes pode não haver um retorno financeiro satisfatório em termos do investimento executado. Assim, a realização da análise de viabilidade dará suporte técnico-financeiro para que o produtor diminua essa incerteza quanto ao retorno de seu investimento. Desta forma, pode-se evitar perdas e prejuízos desnecessários que muitas vezes podem ser facilmente diagnosticados nessa análise.

Neste contexto, para que a implementação do sistema seja viável, é necessário que se observe os benefícios líquidos com o uso da irrigação. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo verificar a viabilidade financeira da implementação de um sistema automatizado de irrigação por miniaspersão na cultura do feijão, com vista a subsidiar a decisão de adoção por parte dos pequenos produtores.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Aspectos econômicos da produção**

De acordo com Ferreira et al., (2005), o Brasil apresenta contrastes fantásticos na agricultura. Ao mesmo tempo em que se desponta como uma das maiores potências agrícolas mundiais é um país onde grande parte da população tem graves problemas de acessibilidade aos alimentos. O leque de produtores vai dos altamente tecnificados aos que fazem suas explorações de forma rudimentar para sua subsistência. Em algumas regiões onde são empregadas máquinas mais modernas na produção e no processamento de alimentos, falta mão-de-obra especializada.



A cultura do feijão-comum, um dos alimentos mais tradicionais na alimentação e culinária diária brasileira, com significativa importância social e econômica, tem sofrido uma impetuosa divulgação de eventuais problemas relacionados com a dificuldade do preparo, mudança dos hábitos alimentares da população urbanizada e flatulência após a ingestão do produto, justificando a redução de seu consumo na última década. O contraste se explica pelo decréscimo de 0,46% para 0,28% do Produto Interno Bruto Brasileiro (Ferreira et al., 2002) em 1994 e 2001, respectivamente, esta cultura embora possua propriedades básicas de alimentação da população, pobre ou rica, e seus sistemas de cultivos absorvam tanto mão-de-obra qualificada quanto menos qualificada.

A partir de meados da década de 1980 quando no Brasil a irrigação tornou-se prioridade das políticas públicas com a criação do Ministério da Irrigação, o cultivo do feijoeiro passou por um momento ímpar. Primeiramente, baseado na relação produção/área, acreditava-se que essa tecnologia iria ofertar mais feijão com menor custo. Muitas análises previram que isto poderia ser o fim da pequena exploração de feijão e que este seria o maior exemplo da passagem de um produto típico de agricultura de subsistência para a agricultura empresarial, com alto uso de tecnologia de inverno (FERREIRA *et. al.*, 2006).

Segundo o mesmo autor, os resultados deste sistema de cultivo, conhecido por feijão-de-inverno ou por terceira safra ou irrigada, tiveram e continuam tendo uma importância não só no abastecimento, reduzindo a sazonalidade, como também na melhoria da qualidade do produto, embora sua produção nunca tenha superado 15% do total do país.

Com relação ao perfil do produtor, pode-se dizer que, na categoria dos pequenos produtores, há um grupo – seja por limitações do clima na região, falta ou dificuldade de acesso de tecnologia, dificuldades de comercialização de outras culturas – cuja melhor alternativa econômica é a exploração de feijões. Existe ainda um grupo que abrange tanto os pequenos, quanto os grandes produtores, que são os intermitentes – aqueles que entram e saem da atividade, dependendo da perspectiva do mercado. Finalmente, há os produtores profissionais, cuja meta é vender o produto bem acima dos preços médios históricos, e os produtores profissionais e conscientes, que conduzem suas lavouras com tamanho e tecnologia proporcionais à sua capacidade de investimento.

Aos consumidores, não importa se o feijão é produzido por grande ou pequeno produtor; a eles interessa a qualidade, as condições e os cuidados no processo produtivo.



Hoje, a produção de feijão ambientalmente correta ainda ocorre em menor escala, mas já é digna de ser mencionada, não só pela sua propagação em franco crescimento, mas também como alerta, pois esse provavelmente será um item diferenciador para a escolha e valorização do produto pelo consumidor.

Trata-se de um mercado pulverizado com grande número de empresas empacotadoras, algumas com capacidade de estabelecer marcas comerciais com condições de atender fração significativa dos mercados dos grandes centros consumidores como São Paulo e Rio de Janeiro. Porém, por enquanto, não há condições para que o mercado se torne oligopolizado. As empresas tendem a regionalizar sua atuação, mas buscam matéria-prima em qualquer local do País que lhes ofereça condições de ofertar um produto final com preço competitivo e qualidade compatível com as exigências dos consumidores. Isto torna livre a comercialização do feijão (FERREIRA *et. al.*, 2006).

De acordo com Ferreira (2001), é no mercado atacadista que começa a variação de preço do feijão, embora nem toda ela seja repassada aos produtores e para o mercado varejista. No caso do produtor, a variação tem intensidade diferenciada para os estados. Por exemplo, considerando o mercado atacadista de São Paulo como referência, os produtores sofrem um impacto de 9,2% a cada variação de 10% no mercado atacadista. Levando-se em conta a mesma situação, os produtores gaúchos e mineiros, respectivamente, sofrem com a variação de 1,4% e 3,3%.

Embora a oferta de feijão seja contínua durante todos os meses do ano, há ainda dificuldade para se determinar, com precisão, a seqüência de safras no Brasil, ao longo do ano. Alguns meses de maior oferta (janeiro, maio e junho) e um período (de setembro a novembro), de menor oferta.

Os preços variam inversamente proporcional em relação à quantidade de produção. No período de 1990 a 2003, os preços médios anuais em Minas Gerais reagiram conforme a lei da oferta e procura, com exceção do ano de 1994, quando o mercado foi influenciado pelo Plano Real. A partir de 2001 a produção aumentou e os preços mantiveram-se estáveis, corroborando com a tese de que o brasileiro está consumindo mais feijão (FERREIRA *et. al.*, 2006).





## 2.2. Viabilidade financeira

Em função da dinâmica dos negócios, as técnicas de análises de investimentos têm sido usadas tanto para investimentos de porte, associados a longos horizontes de planejamento, como também para operações de curto prazo, como por exemplo, nas decisões rotineiras sobre compras a vista ou compras a prazo (SOUZA e CLEMENTE, 1997).

Na origem de um projeto de investimento existe, antes de tudo, uma idéia de investir. A decisão de investir é de natureza complexa, porque muitos fatores, inclusive de ordem pessoal, entram em cena.

A princípio a decisão de investir depende do retorno esperado, ou seja, quanto maior for o ganho futuro do investimento, mais atraente será para o investidor. Contudo, tem-se que nem todos investidores terão a mesma avaliação dos ganhos futuros, dessa forma haverá diferentes avaliações da mesma oportunidade de investimento.

Segundo Souza e Clemente (1997), a decisão de investir, também, passa por dois fatores que atuam em sentidos opostos: Os retornos esperados dos investimentos que atraem o investidor e o risco que o afasta. Quanto maior o risco de um determinado investimento, maior será o retorno esperado do mesmo. Temos que observar que quanto melhor for o nível de informação do tomador de decisão, menor será o nível de risco a que estará sujeito.

O planejamento aumenta a probabilidade de chance de sucesso em um negócio e, para isto, é imprescindível a elaboração de um projeto de viabilidade. Entretanto, não se pode esperar que os estudos, análises e avaliações relativas às decisões de capital eliminem o risco, isto é, a possibilidade de que os resultados previstos não se realizem. Em geral, pode-se melhorar substancialmente o nível de informação e as condições de risco para a tomada de decisão, mas sempre haverá risco.

O processo de elaboração de um projeto de viabilidade é, na verdade, a montagem de um conjunto ordenado de informações sistematizadas que permitem avaliar as vantagens e desvantagens econômicas da alocação de recursos (investimentos) na produção de determinados bens e/ou serviços. Assim, o projeto de viabilidade é um ferramental técnico, um modelo de simulação dos resultados esperados de um investimento em um determinado empreendimento econômico (RIBEIRO, 2000).

Segundo Woiler e Mathias (1994), as análises quantitativas referentes à decisão de investir são feitas a partir de projeções do projeto. De maneira simplificada, os critérios de





análise condensam todas as informações quantitativas disponíveis em um número, que comparando com o padrão pré-estabelecido, permitirá aceitar ou rejeitar o investimento em análise. Portanto, deve-se partir de um bom cenário, dispor de um bom modelo matemático, conhecer os indicadores de qualidade fornecidos pelo modelo de cálculo e saber interpretar os indicadores, estabelecendo critérios particulares de decisão (SILVA, 1995).

As técnicas de análise de investimento podem ser subdivididas em dois grandes grupos, quais sejam: técnicas que servem para selecionar projetos e técnicas que servem para gerar indicadores adicionais para os projetos já selecionados. Na primeira categoria estão os chamados Métodos Robustos de Análise de Alternativas de Investimentos, quais sejam: Método do Valor Presente Líquido (VPL); o Método do Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE). Na segunda categoria estão os chamados métodos classificatórios ou de corte, como, por exemplo, Método da Taxa de Retorno (TIR); Relação Benefício/Custo (RB/C); Método da Taxa de Retorno Contábil e Método do Período de Recuperação do Capital (Payback). A diferença básica entre as duas categorias de técnicas de análises de investimentos reside no fato de que, enquanto os métodos robustos sempre apresentam a mesma classificação para um elenco de projetos de investimentos, os métodos classificatórios ou de corte apresentam, não raramente, resultados contraditórios e, por essa razão, devem ser evitados no processo inicial de seleção de projetos (SOUZA e CLEMENTE, 1997).

Quando se decide aceitar ou rejeitar um projeto, usa-se como critério uma série de fatores mínimos aceitáveis comparados com os resultados encontrados na análise de viabilidade do projeto.

### **2.3. Risco e Incerteza nas Decisões de Investimento**

De acordo com Thiry-Cherques (2004), riscos são ocorrências negativas passíveis de incidirem sobre o projeto. Os riscos são dados pelo conjunto de efeitos e de externalidades negativas. Falhas na configuração também podem representar riscos para o projeto, por exemplo: a) admitir pouca margem de erro no cronograma ou no orçamento; b) erros e omissões nas especificações de recursos; c) definições de responsabilidades truncadas ou pouco claras; d) erros e omissões na especificação de efeitos e externalidades.

A principal fonte de risco nos projetos de investimento é o fato de que o volume de informação envolvido é muito grande e os valores são projetados no futuro. Em termos de



investimento diz-se que há risco quando existe a possibilidade de que ocorram variações no retorno associado à determinada alternativa (WOILER e MATHIAS, 1994).

De acordo com Gitman (2002), o risco deve ser considerado não apenas em relação ao período corrente de tempo, mas também como uma função crescente de tempo. Tem-se que a variabilidade dos retornos e, portanto, o risco relativo do ativo, aumenta com o passar do tempo. Geralmente, quanto mais duradoura for a vida do investimento em um ativo, maior será o risco, devido a variabilidade crescente dos retornos, resultante de erros de previsão cada vez maiores, para um futuro distante.

A distinção entre risco e incerteza está associada ao grau de conhecimento que se tem sobre o comportamento do evento. O termo *incerteza* tem sido utilizado quando não se conhece nada sobre o comportamento futuro do evento e o termo *risco* tem sido utilizado quando se conhece, pelo menos, a distribuição de probabilidade do comportamento futuro do evento (SOUZA e CLEMENTE, 1997).

A definição e distinção prática de risco e incerteza é algo relativamente difícil de ser mensurada, entretanto teoricamente tem-se segundo Abreu e Stephan (1982), que toma-se uma decisão em situação de risco quando cada ação pode implicar uma série de resultados possíveis, cada qual podendo ocorrer com uma probabilidade conhecida. Já a situação de incerteza é quando uma ação pode gerar vários resultados possíveis, mas cujas probabilidades são desconhecidas ou não podem ser determinadas a partir do estudo das frequências passadas. A partir do momento em que se admite que se pode atribuir probabilidades até para eventos de uma ocorrência só, a distinção entre risco e incerteza desaparece e pode-se falar indistintamente em risco ou incerteza.

A capacidade de previsão do futuro que se espera do dirigente de empresa está, sem dúvida, fundada num conhecimento ainda muito imperfeito do universo econômico. Entretanto, decisões de investimento são tomadas diariamente nessas condições e deverão sempre ser tomadas, sendo este o preço a pagar para manter a empresa no mercado. Para isso o dirigente de empresa deve, assumir riscos: o risco de fracasso do investimento é um deles. É este risco que o dirigente de empresa vai se esforçar em reduzir, tentando prever, quando não influenciar, a evolução futura dos elementos determinantes da rentabilidade de seu investimento (GALESNE et al., 1999).



## 2.4. Métodos para avaliação de risco de um projeto de investimento

A tentativa de estimar os valores (ingressos e desembolsos) para compor o fluxo de caixa representativo de um projeto de investimento resulta em valores determinísticos que não passam de aproximações ou médias de valores. Para evitar a fragilidade dessa abordagem é que se recorre a técnicas de análise que levem em conta a aleatoriedade dos elementos que compõem o fluxo de caixa de um projeto de investimento (SOUZA e CLEMENTE, 1997).

O cálculo de riscos é elemento essencial no processo de análise e avaliação. Todavia, como para outros elementos do projeto, na modelagem deve-se não só levantar os riscos como estar preparado para sustentar uma argumentação com os financiadores/promotores que possam vir a interessar-se pelo projeto (THIRY-CHERQUES, 2004).

Segundo Souza e Clemente (1997), a técnica de análise de sensibilidade tem sido utilizada para o caso em que poucos componentes do fluxo de caixa estejam sujeitos a um grau pequeno de aleatoriedade. É o caso de pequenas variações na taxa mínima de atratividade, no investimento inicial ou nos benefícios líquidos periódicos, ou no prazo do projeto. Esta técnica pode ser considerada bastante simples de ser aplicada. Para aplicá-la basta variar os parâmetros de entrada, um de cada vez, resolver o problema e ir anotando os resultados obtidos. Assim, ao invés de se ter um único resultado, ter-se-á um resumo dos resultados em função dos valores dos parâmetros do problema. Para cada taxa de desconto utilizada, haverá um valor presente líquido. O mesmo acontecerá para cada taxa de crescimento das vendas, duração dos projetos, etc.

Na análise de sensibilidade é estudado o efeito que a variação de um dado de entrada pode ocasionar nos resultados. Quando uma pequena variação num parâmetro altera drasticamente a rentabilidade de um projeto, diz-se que o projeto é muito sensível a este parâmetro e poderá ser interessante concentrar esforços para obter dados menos incertos. As planilhas eletrônicas são um dos melhores instrumentos para elaborar um estudo com análise de sensibilidade (CASAROTTO E HOPITTKKE, 1996).

Uma abordagem comportamental similar à análise de sensibilidade, mas de escopo mais amplo, é usada para avaliar o impacto de várias circunstâncias no retorno da empresa. Ao invés de isolar o efeito da mudança em uma única variável, a análise de cenário é usada para avaliar o impacto, no retornar da empresa, de mudanças simultâneas em inúmeras variáveis, tais como: entradas de caixa, saídas de caixa e custo de capital, resultante de



diferentes suposições acerca das condições econômicas e competitivas. Por exemplo, a empresa poderia avaliar tanto o impacto de um cenário de alta inflação (cenário1) e outro de baixa inflação (cenário2) no VPL de um projeto. Cada cenário afetará as entradas de caixa da empresa, as saídas de caixa e o custo de capital, resultando, desse modo, em diferentes níveis de VPL. O responsável pela tomada de decisões pode usar essa estimativa de VPL para avaliar grosseiramente o risco relacionado como nível de inflação. A ampla disponibilidade de planilhas em computadores tem aumentado bastante a facilidade e ampliado o uso da técnica de cenário, bem como da análise de sensibilidade (GITMAN, 2002).

A simulação é uma abordagem comportamental baseada em estatística. É usada em orçamento de capital para que se tenha em percepção do risco através da aplicação de distribuições probabilísticas pré-determinadas e números aleatórios para se estimar os resultados arriscados. Reunindo os vários componentes do fluxo de caixa em um modelo matemático e repetindo o processo várias vezes, o administrador financeiro pode obter a distribuição probabilística dos retornos de um projeto (GITMAN, 2002). Segundo Abreu e Stephan (1982), a idéia básica dos modelos de simulação é a de que resultados específicos que interessam ao analista (por exemplo, valores presentes líquidos) não podem ser observados diretamente, mas em contrapartida fenômenos ligados a eles podem. Na medida em que o valor presente líquido é o resultado de um conjunto de fatores distintos, em vez de tentar estabelecer diretamente o valor presente líquido e sua distribuição de probabilidade, é mais indicado concentrar-se nas distribuições de probabilidades dos fatores individuais que podem ser determinadas mais facilmente.

A simulação é uma arma poderosa, mas deve-se ter muito cuidado ao definir tipos e parâmetros de distribuição de cada variável, sob pena de obter resultados totalmente inúteis (CASAROTTO e HOPITKKE, 1996). O método de Monte Carlo é um método de simulação baseado na utilização de números aleatórios que são sorteados – daí o nome, já que o princípio é semelhante ao da roleta – para gerar resultados e as distribuições de probabilidades correspondentes (ABREU e STEPHAN, 1982).

Essa metodologia, incorporada a modelos de finanças, fornece como resultado aproximações para as distribuições de probabilidade dos parâmetros que estão sendo estudados. São realizadas diversas simulações onde, em cada uma delas, são gerados valores aleatórios para o conjunto de variáveis de entrada e parâmetros do modelo que estão sujeitos à



incerteza. Tais valores aleatórios gerados seguem distribuições de probabilidade específicas que devem ser identificadas ou estimadas previamente (COSTA e AZEVEDO, 1996).

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. Caracterização do estudo**

Este trabalho é classificado como pesquisa exploratória e descritiva, podendo ser compreendido, também, como pesquisa aplicada, à medida que propõe análises dos impactos em mudanças tecnológicas e gerenciais. Os dados relativos à produtividade do feijoeiro, ao sistema de irrigação por miniaspersão, bem como os coeficientes técnicos, os custos de produção e as receitas de venda foram baseados em experimentos e coletas de dados realizados por pesquisadores da UFV. O trabalho foi baseado em coeficientes técnicos, custos de produção e receitas para a microrregião de Viçosa – MG e região sul do estado de Minas Gerais.

#### **3.2. Procedimentos para análise de Viabilidade do projeto**

Para as devidas análises, os dados da pesquisa foram tabulados em planilha Excel e a análise de sensibilidade foi feita com o uso do software @RISK 4.5.

Foram estipuladas previsões acerca dos fluxos de caixa (Anexo 1) gerados pelo investimento inicial, conforme o horizonte de análise, que foi a vida útil do sistema de irrigação. O investimento inicial consiste dos valores a serem despendidos com a compra e montagem do sistema de irrigação, considerados na pesquisa como ativos fixos. No entanto, levou-se em conta a captação de capital para aquisição destes ativos via financiamento pelo BNDES. A taxa de juros é de 6,75% ao ano, já incluída a remuneração da instituição financeira credenciada de 3% ao ano. A periodicidade de pagamento do principal escolhida foi semestral, sendo de até 96 meses, incluída a carência de até 36 meses. As amortizações foram definidas com base no sistema de amortização constante. Durante o período de carência não houve pagamento de juros, sendo o saldo devedor reajustado e pago na mesma periodicidade do pagamento do principal.



As receitas foram estipuladas de forma anual, para o intervalo de tempo de dez anos, que é a vida útil do sistema de irrigação. Ao fim do período, foi considerado que não houve valores residuais dos equipamentos, ou seja, os equipamentos no final do horizonte de análise do investimento não possuem nenhum valor monetário.

Na elaboração dos fluxos de caixa, tomou-se por base o conceito de custo de oportunidade, representado pelos valores desprezados quando da aplicação dos valores dos fluxos de caixa em alguma oportunidade de investimento, no caso, um fundo de renda fixa.

A apuração dos tributos baseou-se no art. 25 da lei 8212/91, redação dada pela Lei 10.256/01, a qual estipula as contribuições previdenciárias sobre a comercialização agrícola da produção rural, devendo o produtor rural pagar um total de 2,3% sobre as receitas brutas, sendo 2% para a previdência, 0,1% para RAT e 0,2% para o Senar.

Após a obtenção do fluxo de caixa líquido de um projeto, dado pela diferença monetária entre entradas e saídas do fluxo de caixa, foram utilizados indicadores de viabilidade financeira para analisar a rentabilidade do projeto. No presente trabalho, os métodos de análise financeira aplicados foram: período de retorno do investimento (payback), o valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR), a relação custo benefício (RC/B) e análise de risco (sensibilidade). Estes indicadores são amplamente aceitos e utilizados por diversos autores para análises desta natureza, e são descritos a seguir.

A análise de sensibilidade é realizada a partir do método de Monte Carlo. São introduzidas no comando de simulação do software as variáveis que causam maior impacto sobre o retorno do investimento e são escolhidas a distribuição da frequência para cada *input variable* (normal, triangular, beta, binomial, uniforme, histograma e outras) com base em dados históricos ou de acordo com a experiência de técnicos. Escolhidas as *input variables*, suas distribuições e as variáveis indicadoras de viabilidade econômica (*output variables*), são simuladas interações aleatórias conjuntas do grupo de *input variables* pelo método de Monte Carlo ou Latin Hypercube, sendo concluído o poder de influência de cada *input variable* sobre o retorno econômico do projeto, que é indicado por uma *output variable*. Por meio das simulações, obtêm-se os indicadores de risco: sensibilidade, desvio-padrão ( $\sigma_k$ ), coeficiente de variação (CV), valores máximos e mínimos e a distribuição probabilística acumulada da *output variable* que mede o retorno sob condições de risco no projeto.





Neste trabalho, para as *input variables* – Preço do feijão, IPC, energia elétrica e custo de oportunidade - foi utilizada a distribuição triangular, visto que esta é indicada para quando não se conhece a série histórica da variável, embora se tenha o conhecimento e pressuposição de técnicos. Na distribuição triangular, o analista informa o nível mais provável (modal), máximo e mínimo da *input variable*. Um procedimento alternativo tem sido o ajuste das funções de distribuição de probabilidade com a utilização do Software Best Fit, não utilizado no trabalho em razão do baixo número de observações para grande parte das variáveis de risco. As simulações foram efetuadas pelo método de Monte Carlo, mediante 1.000 interações (que foi o suficiente para atingir a convergência das simulações, dando maior credibilidade aos resultados) aleatórias.. As *output variables* escolhidas para avaliar o risco foram o VPL, TIR e a RC/B.

Os fatores de riscos relacionados ao mercado, tidos como variáveis exógenas e usados para a obtenção dos resultados da pesquisa, foram: a) Variação anual do preço do feijão; b) índice de Preços ao Consumidor – IPC; c) variações quanto ao preço da energia elétrica nos últimos sete anos; d) custo de oportunidade anual do fundo de renda fixa.

A variação do preço do feijão foi utilizada como porcentagem de atualização monetária para as receitas geradas pela venda do feijão no horizonte de planejamento. Já o IPC foi utilizado como porcentagem de atualização monetária do preço dos insumos e dos custos das operações agrícolas. Quanto ao preço da energia elétrica as correções foram feitas conforme sua variação de preço ao longo do tempo. E por fim, a variação no fundo de renda fixa, *proxy* do custo de oportunidade do capital investido, foi utilizada como taxa de desconto para se determinar os valores presentes das entradas e saídas do fluxo de caixa.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Análise financeira do investimento: abordagem determinística

Desconsiderando-se a incerteza e os fatores de risco, as entradas de caixa foram estimadas, baseando-se na produtividade e preço do feijão. O preço do feijão foi estimado com pesquisa de mercado baseado na média do ano até os primeiros 9 meses de 2007, cujo valor é de R\$94,00. Já a produtividade foi baseada no experimento apresentado, cuja produtividade alcançada foi de 3.645 kg/ha ou 61 sacas/há, a tabela e curva de produtividade



podem ser observadas no anexo 2. O fluxo de caixa, contendo todas entradas e saídas livres de risco, pode ser observado no anexo 1.

O período de payback encontrado foi de um ano e quatro meses, o que equivale a quatro safras de feijão. Com isso, dependendo da exigência de retorno do investimento pelo produtor, a implantação poderá ser viável ou não. Se essa exigência for de menos de um ano e quatro meses, não será viável. Por outro lado, se a exigência for superior ao período mencionado o projeto será viável.

Com a utilização da taxa de desconto de 10,57% ao ano - referente ao retorno do capital aplicado no fundo de renda fixa, correspondente ao valor dos últimos 12 meses - o produtor recuperou o capital investido, incrementando seu valor de mercado em R\$37.933,77. Assim, como o VPL foi maior do que zero, o projeto também seria aceito por este critério.

Ainda livre de risco, observa-se que a Taxa Interna de Retorno encontrada no projeto foi de 83,80%. Como este valor é superior à taxa mínima de atratividade, que é 10,57%, tem-se que o projeto deveria ser aceito.

A relação custo/benefício do projeto foi de 1,44, evidenciando que o projeto é atrativo, tendo em vista que para cada R\$1,00 investido tem-se R\$1,44 de retorno atualizado.

#### 4.2. Análise financeira do investimento ajustada ao risco

A estatística descritiva das variáveis de entrada (inputs) e saída (outputs) é apresentada na Tabela 1, onde se destaca a média, os valores mínimos e máximos, o desvio-padrão e os coeficientes de assimetria e curtose de cada variável.

**Tabela 1:** Estatística descritiva das variáveis testadas na simulação de Monte Carlo.

Variável	Mínimo	Média	Maximo	Desvio- padrão	Assimetria	Curtose
VPL	-68.758,57	234.054,40	3.390.725,00	406.069,40	3,13	15,75
TIR	-0,048	1,091	1,883	0,404	-0,658	3,493
RC/B	0,600	3,523	27,905	4,150	2,744	11,922
Fundo RF	-0,002	0,008	0,013	0,004	0,000	2,331
Var. Feijão	-0,151	0,139	0,691	0,207	0,043	2,450
Var. Elet.	-0,027	0,131	0,213	0,059	0,004	2,456
Var. IPC	0,017	0,059	0,146	0,031	0,001	2,600

**Fonte:** Resultados da pesquisa

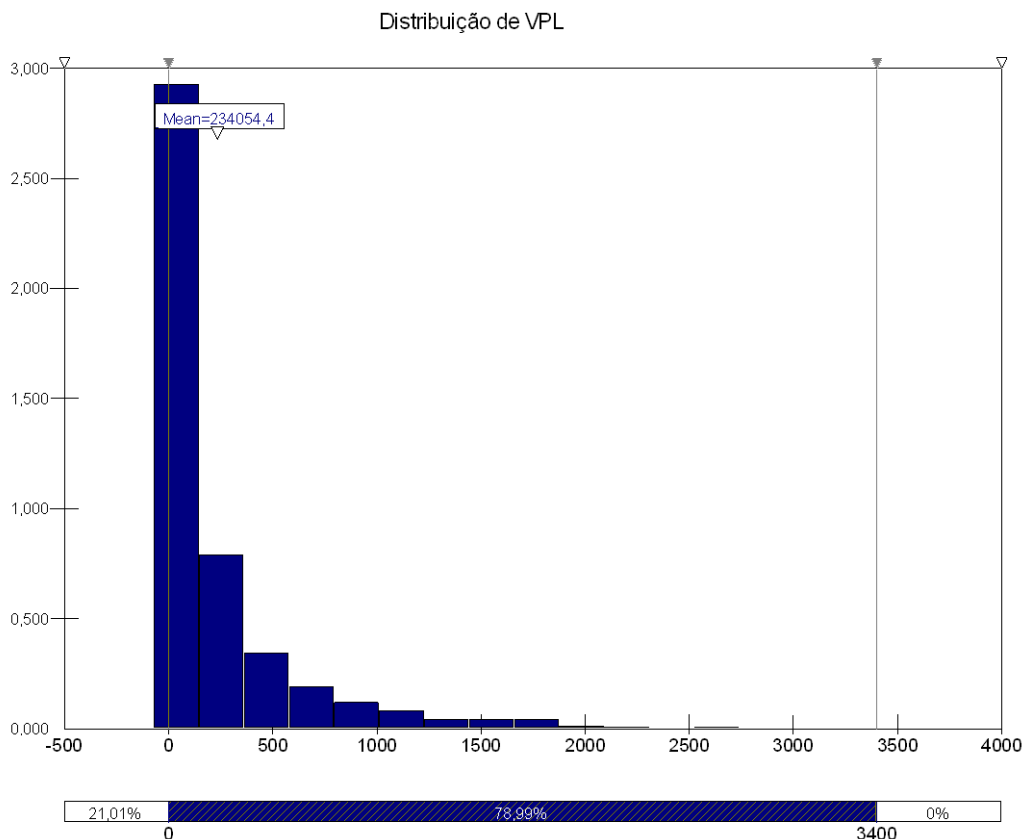


**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



Analisando os resultados da simulação de Monte Carlo e levando-se em consideração um ambiente incerto, observa-se que o projeto tem um VPL médio de, aproximadamente, R\$ 234.054,40. Portanto, pelo valor médio do VPL, opta-se pela aceitação do projeto. Entretanto, a avaliação sob condições de incerteza é relativa, tendo em vista que o desvio-padrão da variável foi de 406.069,40. Percebe-se uma dispersão considerável dos resultados, tendo como consequência desfavorável a ocorrência de valores de VPL negativos, sendo seu valor mínimo de -68.758,57. Entretanto, como pode ser observado na Figura 1, a probabilidade de ocorrência de VPL negativo é de apenas 21,01%. Outro fator interessante é que, como a assimetria tem valor 3,13 e este valor é positivo, há uma concentração de valores à direita da média e, com isso, o VPL tende a ser maior que a média. Além disso, o valor da curtose foi de 15,75, evidenciando que há uma tendência de concentração dos valores em torno da média, diminuindo assim o risco do projeto. Essa concentração pode ser observada na Figura 1, a qual mostra que a probabilidade de ocorrência de VPL entre 0 e a média é de 50%.

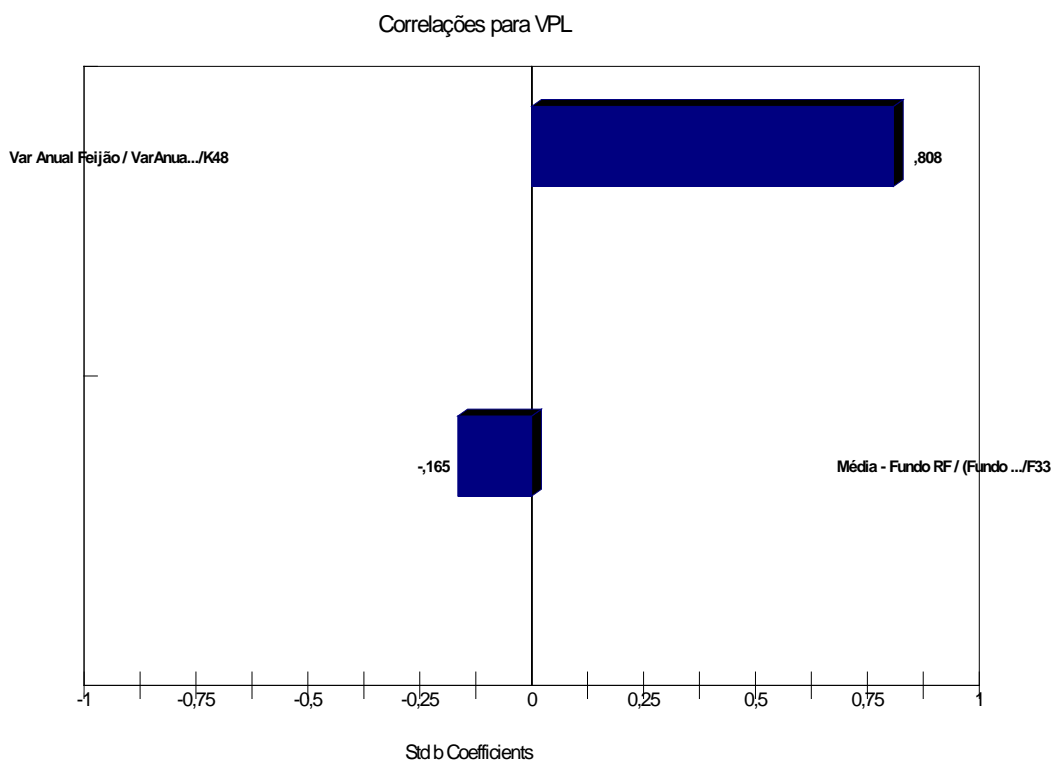


**Figura 1:** Probabilidade de ocorrência de VPL positivo.

**Fonte:** Resultados da pesquisa

Com o intuito de observar os impactos das variáveis de entrada (inputs) sobre as variáveis de saída (outputs) foi realizada uma análise pelo gráfico de tornado, em que a referência está na correlação dos dois vetores de variáveis.

O gráfico de tornado para o VPL (Figura 2) esboça de forma visual que a input que mais afeta essa variável é a variação anual do preço do feijão, cujo valor de correlação é de 0,808. Como o coeficiente é positivo, quanto maior o preço do feijão maior será o VPL, o que já era esperado.



**Figura 2:** Coeficientes de correlação do VPL

**Fonte:** Resultados da pesquisa

Levando-se em consideração que a TIR média do projeto é de 109,09%, chega-se à conclusão que esta taxa supera o custo de oportunidade, que é de 9,49%. A probabilidade de que a TIR seja maior que o custo de oportunidade é de 96,19%, sendo esta uma probabilidade muito alta, o que torna o projeto bastante atrativo. Há também, a probabilidade de



aproximadamente 52% de ocorrência de uma TIR maior que a média encontrada. Levando-se em conta, ainda, que os valores apresentam um agrupamento próximo à média, uma vez que o desvio-padrão de 0,404 é relativamente baixo e que a curtose é de 3,493, há uma redução no risco do investimento. Assim, segundo este índice, a opção pela aceitação do projeto é vantajosa.

Observa-se, pela Tabela 1, o valor médio da RC/B de 3,52, sendo maior que 1, o que mostra a viabilidade do projeto com base neste quesito. A probabilidade da RC/B ser superior a 1 é de 78,98%, tendo em vista que seu mínimo é de 0,6 e seu máximo é de 27,9, com um desvio padrão de 4,15, o que também evidencia a boa atratividade do projeto. Para este índice, a curtose, apresentou o valor de 11,92, mostrando um grande agrupamento dos dados em torno da média, assim como ocorrido para o VPL e a TIR. Sua assimetria, de 2,74, foi positiva, ocasionando uma concentração dos dados à esquerda da curva.

Por uma visão geral dos indicadores de viabilidade (VPL, TIR e RC/B), pode-se perceber que todos indicadores, apresentaram na média resultados positivos, ou seja, valores acima do mínimo exigido para que o projeto seja viável, mesmo que os seus valores mínimos nos resultados de simulação apresentem alguns valores abaixo do mínimo esperado, os valores médios se sobressaem. Fazendo assim, com que o projeto seja atrativo, segundo estes índices.

## 5. CONCLUSÕES

Diante dos resultados, pode-se concluir que o cenário determinístico apresenta viabilidade para o projeto de irrigação por miniaspersão na propriedade de feijão, na região em consideração. Essa conclusão tem como subsídio, principalmente, o baixo período de payback o que permitiria contemplar um período de carência em processos de financiamento; o indicador positivo de VPL e a TIR maior do que o custo de oportunidade e a RC/B acima de 1.

O resultado do projeto é consideravelmente sensível às alterações nas variáveis de entrada, as quais são afetadas por diversos fatores de risco. Dentre esses fatores, foram analisados o preço do feijão, o custo de oportunidade baseado no fundo de renda fixa, o IPC e a energia elétrica, sendo todos esses responsáveis por variações de rentabilidade do projeto.



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



Convém enfatizar que segundo a análise de sensibilidade em geral o projeto é mais sensível às variações no preço do feijão. Assim, em virtude das análises realizadas e, embora o risco seja visto, geralmente, como sendo determinado pela variabilidade ou dispersão dos resultados em torno de um valor esperado, deve-se considerá-lo não apenas em relação ao período corrente de tempo, mas também como função crescente ao longo do tempo. Contudo, mesmo no cenário de incertezas, baseado nas simulações propostas, o projeto apresentou-se atrativo e viável.

É importante enfatizar que o estudo foi conduzido em observância às características da cidade de Viçosa e região, podendo ser estendido à região sul do estado devido à proximidade de características relevantes. Portanto, deve-se evitar o equívoco de generalizar e extrapolar os resultados sem prévia avaliação. Contudo, as diretrizes aqui estabelecidas podem servir de modelo para análise em outros projetos e regiões.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. F.; RAMALHO, M. A. P. Cultivo do Feijão Irrigado na Região Noroeste de Minas Gerais. **Sistemas de Produção**, N°5 Versão eletrônica Dezembro/2005 <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoIrrigadoNoroesteMG/cultivares.htm>>. Acessado em: 01 mai. 2006

CASAROTTO, N. F.; KOPITKE, B. H. Análise de investimentos. 7 ed. São Paulo: Atlas, 1996.

COSTA, L.G.T.A.; AZEVEDO, M.C.L. **Análise Fundamentalista**. Rio de Janeiro: FGV/EPGE, 1996.

CUNHA, G.R.; BERGAMASCHI, H. Efeitos da disponibilidade hídrica sobre o rendimento das culturas. In: BERGAMASCHI, H. (Coord.). **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. 2. ed. Porto Alegre: Editora Universidade/UFRGS, 1999. cap. 6, p. 85-97.

EMBRAPA. **Agência de informação: Feijão**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia4/AG01/Abertura.html>> Acesso em: 07 mar. 2007.

FERREIRA, C. M. Comercialização de feijão no Brasil 1990-1999. Piracicaba, 2001. 145 p. Dissertação (mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.





FERREIRA, C. M.; PELOSO, M. J. Del.; FARIA L. C. de. Feijão na economia nacional. Santo Antônio e Goiás. Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 47p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 135).

FERREIRA, C. M.; SANTOS, M. L.; BRAGA, M. J.; DEL PELOSO, M. J. Aspectos econômicos. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J. de; BORÉM, A. (2ª Ed.). Feijão. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p. 19-40.

FOLEGATTI, M. V.; PAZ, V. P. S.; OLIVEIRA, A. S. Rendimento do feijoeiro irrigado submetido a diferentes lâminas de água com irrigação por sulco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 3, p. 281-285, 1999.

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

GITMAN, L.J. **Princípios de administração financeira**. Trad. Salim, J.J.; Douat, J.C. 7. ed. São Paulo: Harbra, 2002. 841 p.

MILLAR, R. A.; GARDNER, W. R. Effect of the soil plant potentials on the dry matter production of snap beans. **Agronomy Journal**. 64:559-62, 1972.

MORAES, C. C.; CASTRUCCI, P. L. **Engenharia de Automação Industrial**. São Paulo: LTC, 2001. 295p.

PESSÔA, A. S. M. **Feijão**. Disponível em: <<http://www.mre.gov.br/CDBBRASIL/ITAMARATY/WEB/port/economia/agric/producao/feijao/index.htm>> Acesso em: 08 mar. 2007

RIBEIRO, C.V.T. **Como fazer projetos de viabilidade econômica: Manual de elaboração**. Cuiabá: Edunic, 2000. 294 p.

SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F. Irrigação. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J. de; BORÉM, A. (2ª Ed.). Feijão. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p. 171-211.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações**. São Paulo: Atlas, 1997.

THIRY-CHERQUES, H.R. **Modelagem de projetos**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2004. 265 p.

VIEIRA, C. 1985. **Doenças e pragas do feijoeiro**. Viçosa: UFV, 231p.

WOILER, S.; MATHIAS, W.F. **Projetos: planejamento, elaboração e análise**. São Paulo: Atlas, 1986. 294 p.

YOKOYAMA, L. P. **Cultivo do feijoeiro comum**. EMBRAPA Arroz e feijão, 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/importancia.htm>> Acesso em: 08 mar. 2007.



## 7. ANEXOS

### Anexo 1: Fluxo de caixa independente do risco

SAÍDAS TOTAIS						
SISTEMA	ENERGIA	PARC.				
IRRIGAÇÃO	INSUMOS	ELÉTRICA	OPER. AGRÍC.	FINANC.	TRIBUTOS	DEPREC.
9.645,50						
	3.166,45	172,38	5.155,92		394,02	964,55
	3.359,61	194,47	5.502,93		413,50	964,55
	3.564,55	219,40	5.873,29		433,94	964,55
	3.781,99	247,52	6.268,57	3.109,05	455,39	964,55
	4.012,70	279,24	6.690,46	2.950,14	477,90	964,55
	4.257,48	315,03	7.140,75	2.791,23	501,52	964,55
	4.517,19	355,41	7.621,34	2.632,32	526,31	964,55
	4.792,75	400,96	8.134,27	2.473,41	552,32	964,55
	5.085,11	452,35	8.681,73		579,62	964,55
	5.395,31	510,33	9.266,03		608,27	964,55
<b>9.645,50</b>	<b>41.933,14</b>	<b>3.147,10</b>	<b>70.335,29</b>	<b>13.956,14</b>	<b>4.942,80</b>	<b>9.645,50</b>

ANOS	ENTRADAS	SALDOS		VALOR PRESENTE	
		ANUAL	ACUMULADO	ENTRADAS	SAÍDAS
0		-9.645,50	-9.645,50		9.645,50
1	17.131,50	8.242,72	-1.402,78	15.494,09	8.039,19
2	17.978,29	8.507,78	7.105,00	14.705,82	7.746,66
3	18.866,93	8.775,75	15.880,75	13.957,67	7.465,40
4	19.799,49	5.936,97	21.817,73	13.247,57	9.275,22
5	20.778,15	6.367,71	28.185,44	12.573,60	8.720,27
6	21.805,19	6.799,18	34.984,62	11.933,92	8.212,75
7	22.882,99	7.230,42	42.215,04	11.326,78	7.747,82
8	24.014,06	7.660,35	49.875,39	10.750,53	7.321,17
9	25.201,04	10.402,22	60.277,61	10.203,60	5.991,86
10	26.446,69	10.666,75	70.944,36	9.684,49	5.778,44
<b>Total</b>	<b>214.904,32</b>	<b>70.944,36</b>		<b>123.878,07</b>	<b>85.944,30</b>

Fonte: Resultados da pesquisa

### Anexo 2: Tabela e curva de produtividade do experimento

Tratamentos	Lâminas aplicadas (mm)	Produtividade(Kg/ha)
0%	10,5	1964
20%	53	2822
40%	95	3411
60%	137	3645
80%	179	3357
100%	221	2980
125%	274	3062

Fonte: Resultados da pesquisa