

VIABILIDADE FINANCEIRA DA PRODUÇÃO DE FEIJÃO EM SISTEMA AUTOMATIZADO DE IRRIGAÇÃO POR MINIASPERSÃO

Financial viability of bean production in the automated irrigation system by minispinkling

RESUMO

Objetivou-se, neste trabalho, 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-se 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 de um centro de pesquisa do estado de Minas Gerais. De acordo com os resultados, conclui-se que nos cenários determinístico e probabilístico, o projeto de irrigação por miniaspersão na cultura de feijão apresenta-se viável para os dados de produtividade baseados em experimento, enquanto para os dados de produtividade média dos produtores de MG, o projeto não se mostrou 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.

Eduardo Luis da Silva
Técnico Administrativo da Universidade Federal de Viçosa
elsilva@ufv.br

Marco Aurélio Marques Ferreira
Professor do Departamento de Administração e Contabilidade da Universidade Federal de Viçosa
marcoaurelio@ufv.br

Doraliza Auxiliadora Abranches Monteiro
Mestre em Administração
doraliza_monteiro@yahoo.com.br

Recebido em: 22/6/09. Aprovado em: 23/2/11
Avaliado pelo sistema blind review
Avaliador Científico: Ricardo Pereira Reis

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 research center of the state of Minas Gerais. 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.

Palavras-chave: Investimento, agronegócios, risco, feijão, automação.

Key words: Investment, agribusiness, risk, bean, automation.

1 INTRODUÇÃO

O feijão-comum 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 e RAMALHO, 2006).

Em 2004, cerca de 86,1% da produção mundial dessa leguminosa ficou restrita a cinco países: Brasil, China, Índia,

México e Myanmar. Em 2005, a média de consumo de feijão foi de 16,6 kg/brasileiro/ano (WANDER, 2007).

O Brasil é o maior produtor mundial de feijão, sendo responsável por 23,6% da produção, sendo o estado de Minas Gerais o segundo maior produtor nacional, com aproximadamente 15% de toda produção interna (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - 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 (35% no mesmo período) provocou diminuição de 4% em sua produção (YOKOYAMA, 2007).

Tanto o excesso quanto a falta de água são fatores que afetam, de maneira marcante, o rendimento das lavouras irrigadas e, conseqüentemente, o retorno econômico desse sistema de produção (SAAD & LIBARDI, 1994).

O baixo uso de tecnologia e a fragilidade agrônômica da lavoura, que não resiste bem à seca e ao excesso de chuva, além de ser facilmente acometida por pragas e doenças, provocavam frequentes frustrações relativas à safra, resultando em disparada de preço, seguida de superofertas na safra seguinte. Esse excesso deprimia os preços e desestimulava novamente os produtores. O comportamento ciclotômico da produção e a possibilidade de produção de feijão em todos os estados, em várias épocas do ano, despertaram o interesse de um outro perfil de produtores, que entraram na atividade com um sistema produtivo mais tecnificado.

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 adota produção mais tecnificada, com alta produtividade, plantio irrigado por pivô-central, concentrado nas safras da seca e do inverno (segunda e terceira safras) (PESSÓA, 2007).

Dentre os sistemas de irrigação utilizados no cultivo do feijão, destaca-se a 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 de irrigação.

Nos últimos anos, um avanço da automação dos sistemas tem sido observado na agricultura irrigada, embora poucos estudos tenham enfatizado a viabilidade financeira desses sistemas. A automação implica na implantação de sistemas interligados e assistidos por redes de comunicação, compreendendo Sistemas Supervisórios e Interfaces Homem-Máquina (IHM), que sejam úteis aos 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 operacionais, 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). Nesse cenário, é importante que novas tecnologias sejam avaliadas e difundidas, visando dar suporte à necessidade de uma agricultura cada vez mais competitiva.

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

Inicialmente, os efeitos da deficiência de água se manifestam 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 quando há déficit hídrico (MILLAR e GARDNER, 1972).

Sabe-se que a utilização de um sistema de irrigação aumenta expressivamente a produtividade da lavoura. Entretanto, em princípio, não se pode afirmar que esse aumento na produtividade traga consigo um aumento na lucratividade ou que a mesma seja viável para o produtor rural, tendo em vista a possibilidade de não haver um retorno financeiro satisfatório em termos do investimento executado. Portanto, a realização da análise de viabilidade proporcionará suporte técnico-financeiro para que o produtor diminua a incerteza quanto ao retorno do investimento. Dessa 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 observem os benefícios líquidos com o uso da irrigação. Objetivou-se, no presente trabalho, verificar a viabilidade financeira da implementação de um sistema automatizado de irrigação por miniaspersão na cultura do feijão, com vistas 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. (2006), o Brasil apresenta contrastes fantásticos na agricultura, pois, ao mesmo tempo em que 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 abrange desde os altamente tecnificados até aqueles cujas explorações são realizadas de forma rudimentar, visando a sua subsistência. Em algumas regiões, onde máquinas mais modernas são empregadas na produção e no processamento de alimentos, falta mão de obra especializada.

A cultura do feijão-comum tem sofrido uma impetuosa ocorrência de eventuais problemas relacionados à 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. Segundo Ferreira et al. (2002), o contraste se explica em razão do decréscimo de 0,46% para 0,28% do Produto Interno Bruto Brasileiro em 1994 e 2001, respectivamente.

Esta cultura é de extrema importância, pois, além de possuir propriedades básicas de alimentação para a população, pobre ou rica, seus sistemas de cultivos absorvem tanto mão de obra qualificada quanto menos qualificada.

A partir de meados da década de 1980, quando a irrigação tornou-se prioridade das políticas públicas brasileiras 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 levaria à oferta de mais feijão com menor custo. Muitas análises levaram à previsão de que isso poderia ser o fim da pequena exploração de feijão, sendo que esse 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 esses autores, os resultados deste sistema de cultivo, conhecido como feijão-de-inverno ou como 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 à tecnologia, dificuldades de comercialização de outras culturas – cuja melhor alternativa econômica é a produção de feijão. 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, bem como 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.

Trata-se de um mercado pulverizado, com grande número de empresas empacotadoras, algumas com capacidade de estabelecer marcas comerciais com condições de atender à fração significativa dos mercados dos grandes centros consumidores como São Paulo e Rio de Janeiro. 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. Isso torna livre a comercialização do feijão (FERREIRA et al., 2006).

A variação dos preços é inversamente proporcional 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, exceto no 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 análise de investimento têm sido usadas tanto para investimentos de porte, associados a longos horizontes de planejamento, como para operações de curto prazo como, por exemplo, nas decisões rotineiras sobre compras à vista ou compras a prazo (SOUZA; CLEMENTE, 1997).

Na origem de um projeto de investimento existe, antes de tudo, uma idéia de investir. A decisão de investir é 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 e, 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. Ocorre 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 isso, 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. 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 comparado com o padrão preestabelecido, permitirá aceitar ou rejeitar o investimento em análise. As técnicas de análise de investimento podem ser subdivididas em dois grandes grupos: 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) e Método do Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE). Na segunda categoria, estão os chamados métodos classificatórios ou de corte, como: 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 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, razão pela qual devem ser evitados no processo inicial de seleção de projetos (SOUZA; 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 incidir 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) cometer erros e omissões nas especificações de recursos; c) apresentar definições de responsabilidades truncadas ou pouco claras; d) cometer erros e omissões na especificação de efeitos e externalidades.

A principal fonte de risco nos projetos de investimento é o fato de o volume de informação envolvida ser muito grande e os valores serem projetados no futuro. Em termos de investimento, diz-se que há risco quando existe a possibilidade de ocorrerem variações no retorno associado a determinada alternativa (WOILER; MATHIAS, 1994).

De acordo com Gitman (2002), quanto mais duradoura for a vida do investimento em um ativo, maior será o risco, devido à 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, enquanto o termo *risco* tem sido utilizado quando se conhece, pelo menos, a distribuição de probabilidade do comportamento futuro do evento (SOUZA; CLEMENTE, 1997).

A capacidade de previsão do futuro que se espera do dirigente de empresa está, sem dúvida, fundamentada em um 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, dentre os quais o risco de fracasso do investimento. 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 (GASLESNE 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, recorre-se a técnicas de análise que levem em conta a aleatoriedade dos elementos, que compõem o fluxo de caixa de um projeto de investimento (SOUZA; CLEMENTE, 1997).

O cálculo de riscos é elemento essencial no processo de análise e avaliação. Todavia, na modelagem, como para outros elementos do projeto, 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. Essa 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 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.

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 retorno da empresa, de mudanças simultâneas em inúmeras variáveis, como: entradas de caixa, saídas de

caixa e custo de capital, resultantes de diferentes suposições acerca das condições econômicas e competitivas. Por exemplo, a empresa poderia avaliar tanto o impacto de um cenário de alta inflação (cenário 1) e outro de baixa inflação (cenário 2) no VPL de um projeto. Cada cenário afetará as entradas de caixa da empresa, as saídas de caixa e o custo de capital, resultando, assim, em diferentes níveis de VPL. O responsável pela tomada de decisões pode usar esta estimativa de VPL para avaliar, grosseiramente, o risco relacionado com o 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 uma percepção do risco através da aplicação de distribuições probabilísticas predeterminadas e números aleatórios para estimativa de 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 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.

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; STEPHAN, 1982).

Esta 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, sendo que, em cada uma delas são gerados valores aleatórios para o conjunto de variáveis de entrada e parâmetros do modelo que estão sujeitos à incerteza. Esses valores aleatórios seguem distribuições de probabilidade

específicas, que devem ser identificadas ou estimadas previamente (COSTA e AZEVEDO, 1996).

3 METODOLOGIA

3.1. Caracterização do estudo

O estudo classifica-se 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 de um centro de pesquisa do estado de Minas Gerais em 2007. 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

Foram estipuladas previsões quanto aos fluxos de caixa, para os resultados obtidos em experimento (Anexo 1) e para os resultados baseados na produtividade média da terceira época na safra de 2007 no estado de Minas Gerais segundo dados da CONAB (Anexo 3), gerados pelo investimento inicial, conforme o horizonte de análise, que foi a vida útil do sistema de irrigação. O sistema constituiu-se, basicamente, da temporização para o acionamento das válvulas solenóides¹. Foi desenvolvido um quadro de comando onde juntamente a um controlador programável instalou-se a proteção elétrica para os circuitos elétricos da motobomba e dos equipamentos periféricos. A programação da temporização é efetuada por meio de chaves de contatos NA (normalmente aberto) em que o operador atua determinando a sequência de acionamento temporizado das válvulas solenóides, de acordo com a irrigação a ser feita.

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 desses ativos via financiamento pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (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 escolhida de pagamento do principal 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, no final do horizonte de análise do investimento, os equipamentos 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 Riscos Ambientais de Trabalho (RAT) e 0,2% para o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (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 seguintes métodos de análise financeira foram aplicados: período de retorno do investimento (*payback*), valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR), relação custo benefício (RC/B) e análise de risco (sensibilidade). Amplamente aceitos e utilizados por diversos autores para análises dessa natureza, esses indicadores são descritos a seguir.

A análise de sensibilidade é realizada a partir do método de Monte Carlo. No comando de simulação do software, são introduzidas 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

¹O sistema possui componentes de baixo custo, com motobomba de diafragma (Anauger 900, 450 W, 220 V), tubos e conexões de PVC soldável de 25 e 32 mm para as linhas principal, de derivação e lateral, miniaspersores Naan 501-U com bocal de 1,8 mm e válvulas solenóides de uso doméstico (marca Transoni, 110 V, faixa de pressão de operação entre 50 e 750 kPa), cuja perda de carga é de 10 kPa.

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*), interações aleatórias conjuntas do grupo de *input variables*, são simuladas 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 (σ), 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 essa é indicada 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, o qual não foi utilizado no presente 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 aleatórias (que foi o suficiente para atingir a convergência das simulações, dando maior credibilidade aos resultados). As *output variables* escolhidas para avaliar o risco foram o VPL, TIR e a RC/B.

Os fatores de risco relacionados ao mercado, considerados variáveis exógenas e usados para 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. 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 a variação de preço dessa energia ao longo do tempo. Finalmente, a variação no fundo de renda fixa, *proxy* do custo de oportunidade do capital investido, foi utilizada como taxa de desconto para determinar os valores presentes das entradas e saídas do fluxo de caixa.

Para as devidas análises, os dados da pesquisa foram tabulados em planilha Excel e a análise de sensibilidade foi realizada, utilizando-se o software @RISK 4.5.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise financeira do investimento: abordagem determinística

Desconsiderando 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 em pesquisa de mercado, baseando-se na média do ano até os primeiros 9 meses de 2007, cujo valor era de R\$94,00, por saca de 60 kg. A produtividade baseada no presente experimento, foi de 3.645 kg/ha ou 61 sacas/ha, sendo que tabela e curva de produtividade podem ser observadas no Anexo 2. O fluxo de caixa, contendo todas entradas e saídas livres de risco baseadas na produtividade do experimento, é apresentado no Anexo 1. Enquanto o fluxo de caixa baseado na produtividade média do estado de Minas Gerais na terceira época em 2007, segundo a CONAB, foi de 2.390 kg/ha ou 40 sacas/ha é apresentado no Anexo 3.

O período de *payback* encontrado, para os dados do experimento, foi de um ano e quatro meses, o que equivale a quatro safras de feijão. Assim, dependendo da exigência de retorno do investimento pelo produtor, a implantação poderá ser viável ou não. Se essa exigência corresponder a 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 na hipótese apresentada no experimento, enquanto na hipótese da média dos produtores de MG, não houve a recuperação do capital, tendo esse um decréscimo de R\$3.737,35.

Assim, como o VPL foi maior do que zero para os dados experimentais, o projeto também seria aceito por este critério, enquanto para os dados da CONAB o VPL foi negativo, tornando o projeto não viável. Tal fato evidencia a necessidade de identificação de fatores de produtividade regionais, antes de se optar pela adoção tecnológica.

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

dos produtores de MG, apresentou uma TIR negativa de -3,38%, sendo esta inferior à TMA, inviabilizando a adoção, nas condições médias do Estado.

A relação custo/benefício do projeto com dados do experimento 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. Esse mesmo índice para os dados da CONAB, apresentou RC/B de R\$ 0,96, comprovando a não atratividade do projeto, por desagregar valor.

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, em que destaca a média, os valores mínimos e máximos, o desvio-padrão e os coeficientes de assimetria e curtose de cada variável.

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 R\$ 234.054,40, aproximadamente. 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 R\$406.069,40. Percebe-se dispersão considerável dos resultados, tendo como consequência desfavorável a ocorrência de valores de VPL negativos, sendo seu valor mínimo de - R\$68.758,57. Entretanto, como se observa 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 esse 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 15,75, evidenciando uma tendência de concentração dos valores em torno da média, diminuindo, assim, o risco do projeto. Essa concentração pode ser observada na Figura 1, em que a probabilidade de

ocorrência de VPL é de 78,89%, considerando-se a amplitude entre 0 e o maior valor observado.

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, visualmente, 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 for o preço do feijão, maior será o VPL, o que já era esperado.

Levando-se em consideração que a TIR média do projeto é de 109,09%, chega-se à conclusão que essa 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 essa 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 esse índice, a opção pela aceitação do projeto é vantajosa.

Na Tabela 1, observa-se que o valor médio da RC/B é 3,52. Portanto, sendo maior que 1, demonstra viabilidade do projeto com base nesse 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 esse índice, a curtose apresentou o valor de 11,92, o que demonstra grande agrupamento dos dados em torno da média, assim como ocorre para o VPL e a TIR. Sua assimetria, de 2,74, foi positiva, ocasionando uma concentração dos dados à esquerda da curva.

TABELA 1 – Estatística descritiva das variáveis testadas na simulação de Monte Carlo

Variável	Mínimo	Média	Máximo	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

* As variáveis estão em proporções unitárias. Para taxa percentual, multiplicar por 100

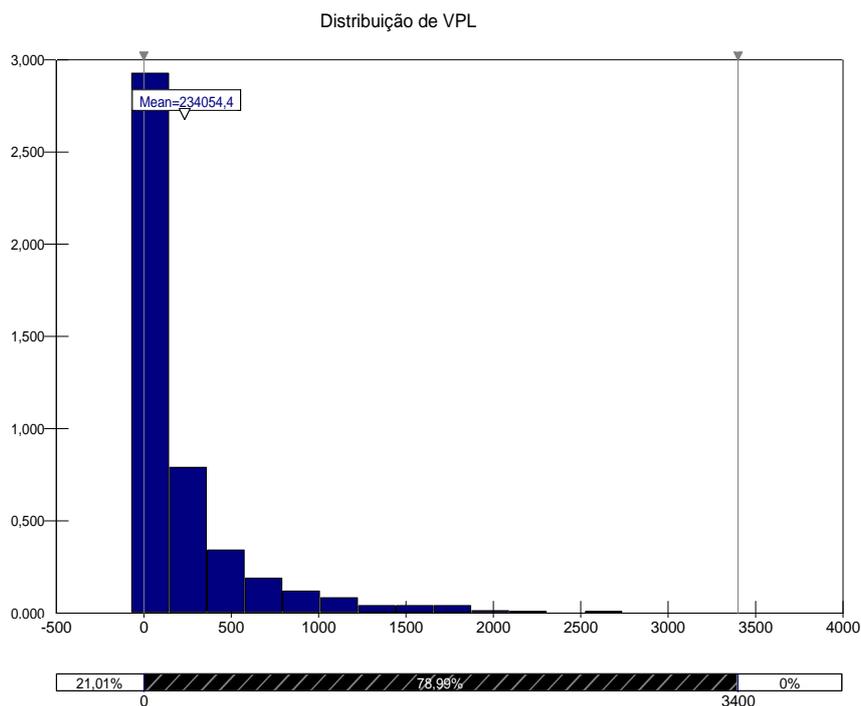


FIGURA 1 – Probabilidade de ocorrência de VPL positivo
Fonte: Resultados da pesquisa

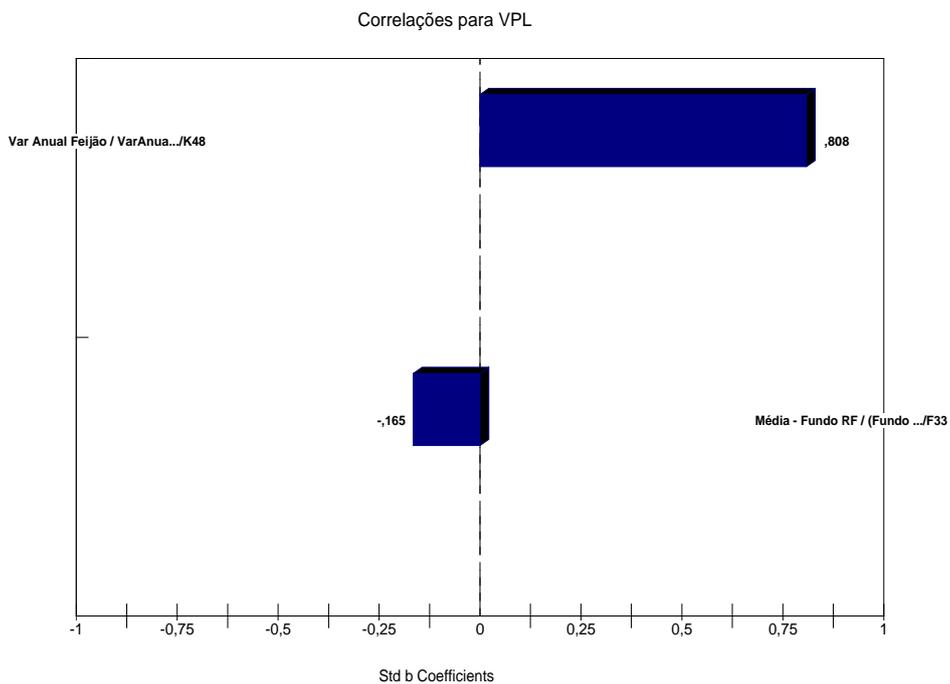


FIGURA 2 – Coeficientes de correlação do VPL
Fonte: Resultados da pesquisa

Numa visão geral dos indicadores de viabilidade (VPL, TIR e RC/B), percebe-se que todos apresentaram na média resultados positivos, ou seja, valores acima do mínimo exigido para que o projeto seja viável. Embora alguns de seus valores mínimos nos resultados de simulação estejam abaixo do esperado, os valores médios se sobressaem. Assim, segundo esses índices, o projeto é atrativo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados, conclui-se que o cenário determinístico do experimento apresenta viabilidade para o projeto de irrigação por miniaspersão em propriedades de feijão, na região considerada. Essa consideração tem como subsídio, principalmente, o baixo período de *payback*, o que possibilitaria contemplar um período de carência em processos de financiamento; o indicador positivo de VPL, a TIR maior do que o custo de oportunidade e a RC/B acima de 1. Entretanto, os resultados obtidos considerando-se os dados de produtividade média dos produtores de MG, apresentaram inviabilidade para o projeto, tendo em vista valor negativo para o VPL, TIR menos que a TMA e a RC/B menor que 1.

Algumas hipóteses podem ser levantadas como explicação para que o projeto seja viável em um dos sistemas e não seja viável no outro. A produtividade do experimento é obtida sob condições adequadas e com ótimo trato da cultura, a adubação foi feita integral e corretamente, as irrigações foram feitas nas quantidades corretas e nos momentos adequados. Dessa forma houve total otimização da produtividade da cultura, demonstrando além dos fatores tecnológicos a necessidade de adequação ambiental, o que se restringe em termos comparativos às poucas regiões do estado de Minas Gerais cuja produtividade média é similar as condições ambientais simuladas.

No caso da produtividade média dos produtores em MG, não se pode afirmar que os produtores seguem corretamente as orientações de adubação, os tratos culturais corretos e principalmente que a irrigação seja feita de forma adequada, assim sendo a produtividade fica comprometida. A Receita sendo diretamente proporcional à produtividade terá um grande decréscimo também, como a despesa foi baseada nos gastos padrões indicados para a cultura, ela é a mesma tanto no experimento quanto na média dos produtores, dessa forma mantiveram-se as despesas e houve redução considerável das receitas, fazendo com que o projeto deixasse de ser viável. O sistema de irrigação, sendo

automatizado, poderia aumentar a eficiência da irrigação que já é utilizada pelos produtores, aumentando a produtividade com consequente aumento das receitas e o projeto voltaria a ser viável.

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 esses responsáveis por variações na rentabilidade do projeto. 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 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 microrregião de Viçosa, 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. As diretrizes aqui estabelecidas, entretanto, podem servir de modelo para análise em outros projetos e regiões.

6 REFERÊNCIAS

- ABREU, A. F.; RAMALHO, M. A. P. **Cultivo do feijão irrigado na região Noroeste de Minas Gerais**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoIrrigadoNoroesteMG/cultivares.htm>>. Acesso em: 1 maio 2006.
- ABREU, P. F. S. P.; STEPHAN, C. **Análise de investimentos**. Rio de Janeiro: Campus, 1982. 280 p.
- 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: UFRGS, 1999. p. 85-97.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Agência de informação: feijão**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia4/AG01/Abertura.html>>. Acesso em: 7 mar. 2007.
- FERREIRA, C. M. **Comercialização de feijão no Brasil 1990-1999**. 2001. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2001.
- FERREIRA, C. M. et al. Aspectos econômicos. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J. de; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 19-40.
- _____. **Feijão na economia nacional**. Santo Antônio e Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 47 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 135).
- FOLEGATTI, M. V. et al. 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.
- GASLENE, A.; FENSTERSEIFER, J. E.; LAMB, R. **Decisões de investimentos da empresa**. São Paulo: Atlas, 1999. 295 p.
- GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 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**, Madison, v. 64, p. 559-562, 1972.
- MORAES, C. C.; CASTRUCCI, P. L. **Engenharia de automação industrial**. Rio de Janeiro: LTC, 2001. 295 p.
- PESSÔA, A. S. M. **Feijão**. Disponível em: <<http://www.mre.gov.br/CDBRASIL/ITAMARATY/WEB/port/economia/agric/producao/feijao/index.htm>>. Acesso em: 8 mar. 2007.
- RIBEIRO, C. V. T. **Como fazer projetos de viabilidade econômica: manual de elaboração**. Cuiabá: Edunic, 2000. 294 p.
- SAAD, A. M.; LIBARDI, P. L. **Aferição do controle da irrigação feito pelos agricultores utilizando tensiômetros de faixas**. São Paulo: IPT, 1994. 14 p. (Publicação, 2147).
- 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.
- WANDER, A. E. Produção e consumo de feijão no Brasil, 1975-2005. **Informações Econômicas**, v. 37, n. 2, fev. 2007.
- WOILER, S.; MATHIAS, W. F. **Projetos: planejamento, elaboração e análise**. São Paulo: Atlas, 1994. 294 p.
- YOKOYAMA, L. P. **Cultivo do feijoeiro comum**. Brasília: Embrapa Arroz e feijão, 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/importancia.htm>>. Acesso em: 8 mar. 2007.

ANEXOS**ANEXO 1 – Fluxo de caixa independente do risco para produtividade obtida em experimento**

SAÍDAS TOTAIS						
SISTEMA	ENERGIA	OPER. AGRÍC.	PARC. FINANC.	TRIBUTOS	DEPREC.	
IRRIGAÇÃO	INSUMOS	ELÉTRICA				
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
9.645,50	41.933,14	3.147,10	70.335,29	13.956,14	4.942,80	9.645,50

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
Total	214.904,32	70.944,36		123.878,07	85.944,30

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

ANEXO 3 – Fluxo de caixa independente do risco para produtividade média no estado de MG

SAÍDAS TOTAIS						
SISTEMA IRRIGAÇÃO	INSUMOS	ENERGIA ELÉTRICA	OPER. AGRÍC.	PARC. 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
9.645,50	41.933,14	3.147,10	70.335,29	13.956,14	4.942,80	9.645,50

ANOS	ENTRADAS	SALDOS		VALOR PRESENTE	
		ANUAL	ACUMULADO	ENTRADAS	SAÍDAS
0		-9.645,50	-9.645,50		9.645,50
1	11.233,00	2.479,89	-7.165,61	10.159,36	7.916,49
2	11.788,23	2.460,09	-4.705,52	9.642,50	7.630,20
3	12.370,91	2.429,14	-2.276,38	9.151,94	7.354,87
4	12.982,38	-723,34	-2.999,72	8.686,34	9.170,31
5	13.624,08	-621,81	-3.621,53	8.244,42	8.620,70
6	14.297,50	-535,83	-4.157,36	7.824,98	8.118,24
7	15.004,21	-467,15	-4.624,51	7.426,89	7.658,12
8	15.745,84	-417,70	-5.042,21	7.049,05	7.236,04
9	16.524,14	1.924,89	-3.117,31	6.690,43	5.911,06
10	17.340,90	1.770,39	-1.346,92	6.350,05	5.701,75
Total	140.911,20	-1.346,92		81.225,95	84.963,30

Fonte: Resultados da pesquisa