

RETORNO FINANCEIRO E RISCO DE PREÇO DA CULTURA DO FEIJÃO IRRIGADO VIA PIVÔ CENTRAL NA REGIÃO NOROESTE DE MINAS GERAIS¹

Leandro Maia Fernandes²

1 - INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se por ser o maior produtor mundial de feijão, sendo responsável por 23,6% da produção, com uma produção de 3,48 milhões de toneladas e 4,2 milhões de hectares plantados. O Estado de Minas Gerais é o segundo maior produtor nacional. Em 2009 ele possuía 10,15% de toda a área produzida e 17% da produção nacional, e em 2010 a sua participação aumentou para 11,8% da área produzida e 19,3% da produção nacional (IBGE, 2010).

A produção de feijão está presente em quase todo o Estado, mas as regiões que mais se destacam são as regiões norte, sul e noroeste. Na região noroeste, o município de Unaí tem apresentado notável vocação para a produção de feijão.

Em duas décadas, o município de Unaí tornou-se o principal produtor de feijão do Estado de Minas Gerais, graças ao aumento da produtividade, resultado de um conjunto de diversos fatores como a maior variedade de cultivares, adoção de tecnologias e disposição dos agricultores. O município concentra grande número de pivôs centrais, já que o clima seco dificulta o cultivo.

Em 2009 foram aproximadamente 48 mil hectares e 123.600 t produzidas em Unaí. Segundo Wander (2005), a colheita de feijão no município de Unaí é uma das atividades que mais mobilizam a mão de obra temporária agrícola do país, além disso, na região existem cerca de 400 propriedades.

De acordo com Silva et al. (2004), o feijão comum representa cerca de 35% da área cultivada da região e 50% da renda líquida dos produtores, com tendência de aumento. Aliás, com o cultivo do feijoeiro no sistema de plantio direto, sob irrigação por pivô central, os produtores têm alcançado produtividade média de 2.700

kg/ha, com relatos de mais de 3.000 kg/ha na região.

Embora seja grande sua importância para a economia brasileira e para o Estado de Minas Gerais, a produção de feijão é afetada constantemente por fatores considerados externos ao processo de produção, podendo estar relacionados a fatores climáticos, variação da oferta, demanda interna e externa e, ainda, a fatores de comercialização que exercem grande influência na volatilidade do nível de preços.

Pode-se afirmar que a cultura do feijão é uma das mais sensíveis em relação aos fatores climáticos. O rendimento do feijoeiro é bastante afetado pela condição hídrica do solo, sendo que a deficiência ou excesso de água, nos diferentes estágios da cultura, causam redução na produtividade em proporções variadas. Além disso, o preço médio do feijão na época de colheita da terceira safra é fortemente influenciado pela primeira e segunda safras, isto porque, se o total produzido nas safras das águas e da seca for acima do esperado, a tendência é que haja uma oferta maior do produto, mesmo durante o segundo semestre do ano, o que afeta sobremaneira os preços para a região noroeste de Minas Gerais (WANDER, 2005).

Assim, nota-se que o processo de formação do preço do feijão depende diretamente de fatores ligados à oferta regional e nacional, adequação da oferta ao mercado, fluxo de exportações e importações, à demanda e principalmente às condições climáticas.

Nos últimos anos, os sistemas de irrigação têm representado um importante instrumento para amenizar os impactos das oscilações climáticas sobre a produção de feijão, pois aumentam de forma expressiva a produtividade da lavoura. No entanto, não se pode afirmar que este aumento na produtividade refletirá em um aumento na lucratividade do produtor rural, tendo em vista que muitas vezes pode não haver um retorno financeiro satisfatório em termos do investimento executado. Assim, torna-se imprescindível

¹Registrado no CCTC, IE-47/2011.

²Economista, Mestre, Professor de Economia do CEFET de Minas Gerais (e-mail: leandro@faced.br).

vel a elaboração de estudos de viabilidade que disponibilizem informações relevantes para a correta tomada de decisão dos produtores, diminuindo as condições de incertezas em relação ao retorno esperado de seu investimento.

Desse modo, este trabalho tem por objetivo quantificar o retorno econômico e o risco da produção de feijão irrigado na região noroeste do Estado de Minas Gerais, de modo a fornecer ao produtor medidas de retornos e riscos de preço inerentes ao cultivo do feijão.

2 - METODOLOGIA

2.1 - Fonte dos Dados

A área de estudo deste trabalho foi a região noroeste do Estado de Minas Gerais. Especificamente, foi escolhido o município de Unaí por ele possuir maior representatividade na região em relação ao cultivo de feijão irrigado via pivô central. Para obter a correta compreensão da análise de viabilidade econômica do projeto de irrigação optou-se, primeiramente, pelo estudo exploratório.

As informações para compor os coeficientes técnicos utilizados na montagem dos fluxos de caixa bem como a produtividade, o custo dos insumos da região e demais operações na produção do feijão de inverno sob irrigação de pivô central foram obtidas por meio do banco de dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), entrevistas junto a produtores da região de Unaí e técnicos da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER-MG) e da cooperativa agrícola da cidade de Unaí. Os dados de preços recebidos pelos produtores foram extraídos do Agriannual (2008) e da consultoria Agrolink (2001) e referem-se à média mensal do período de 2001 até 2010, corrigida pelo Índice Geral de Preços (IGP) com ano base em 2010.

2.2 - Métodos Quantitativos para a Avaliação de Viabilidade de Projetos

A análise de viabilidade econômica consiste em definir tão precisamente quanto possível as alternativas de investimento e prever

suas consequências, reduzidas em termos monetários, elegendo-se um instante de referência temporal e considerando o valor do dinheiro no tempo.

Segundo Brigham e Ehrhardt (2007), a elaboração do orçamento é a fase crucial na análise de viabilidade de um projeto. O orçamento é um plano que detalha os fluxos de caixa projetados durante algum período futuro, assim, o orçamento de capital é uma descrição dos investimentos planejados em ativos operacionais, e o processo de orçamento de capital é o processo completo de análise de projetos e de decisão de quais projetos incluir no orçamento de capital e sua viabilidade.

A seguir serão descritos os principais métodos utilizados para classificar os projetos e decidir se eles devem ou não ser aceitos.

Após a elaboração do orçamento são feitos os cálculos do valor presente líquido (VPL), que é a medida de rentabilidade (retorno) de um investimento ou a medida de riqueza que o investimento gera ao investidor. De acordo com Adami (2010), o valor presente é a medida mais consistente para medir o poder aquisitivo de uma dotação de dinheiro ao longo do tempo, além de ser a única forma correta de converter em unidades monetárias de hoje certo fluxo de pagamentos.

Para Assaf Neto (2005), a medida do VPL é obtida pela diferença entre o valor presente dos benefícios líquidos de caixa, previstos para cada período do horizonte de duração do projeto, e o valor presente do investimento (desembolso de caixa). A fórmula para o cálculo do valor presente líquido é:

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} - I$$

Em que:

VPL = valor presente líquido descontado a uma taxa i ;

i = taxa de desconto (esta taxa pode ser o custo de capital ou custo de oportunidade);

j = período genérico ($j = 0$ a $j = n$), percorrendo todo o fluxo de caixa;

FC_j = fluxo genérico para $t = (0..n)$ que pode ser positivo (receita) ou negativo (custo);

I = investimento inicial do projeto.

Para se tomar decisões utilizando o VPL , com duas alternativas A e B , adota-se que se $VPL_A > VPL_B$, A é dominante em relação a B ; se $VPL_A < VPL_B$, B é dominante em relação a A ; e se $VPL_A = VPL_B$, as alternativas são equivalentes.

O que deve ser ressaltado no cálculo do VPL é a rentabilidade do investimento. O VPL descontado a uma taxa i compara o investimento puro de todo o capital a essa taxa i e à rentabilidade do fluxo de caixa projetado. Dessa forma, o VPL corresponderá ao excedente de capital em relação ao que se encontraria investindo o dinheiro a $i\%$ por período.

A taxa interna de retorno (TIR) é outro importante indicador de viabilidade econômica de projetos e é amplamente utilizada para determinar o custo efetivo de operações financeiras. Com este método pode-se saber qual a taxa efetiva que está embutida nos negócios que envolvem fluxos de caixa variáveis.

Penido (2008) define a TIR como sendo a taxa efetiva de desconto que iguala a zero o VPL de um projeto de investimento. Dessa forma, a TIR pode ser caracterizada como sendo a taxa de remuneração do capital investido, sendo às vezes referida como índice de lucratividade. Assim, TIR é a taxa para a qual o VPL é inepto, ou seja, é o retorno que o investimento lhe dará após o término da operação (GARZEL, 2003).

Segundo Gitman (1997), a TIR, apesar de ser consideravelmente mais difícil de calcular do que o VPL , é possivelmente a técnica sofisticada mais usada para avaliação de investimentos. Conforme foi deduzido, a fórmula matemática da TIR é:

$$\$0 = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} - I$$

Em que:

FC_t = fluxo de caixa qualquer, genérico para $t = 1$ a n ;

TIR = taxa interna de retorno;

I = investimento inicial do projeto.

A tomada de decisão pela TIR, segundo Motta e Calôba (2002), é realizada comparando a TIR com outra taxa chamada taxa mínima de atratividade (TMA), conforme segue: se $TIR > TMA$, o projeto é economicamente viável; se TIR

$< TMA$, o projeto é economicamente inviável; e se $TIR = TMA$, é indiferente investir os recursos no projeto A ou deixá-lo rendendo juros a uma taxa mínima de atratividade (desconsiderados os riscos do projeto).

Conforme Hirschfeld (2000) relata, a viabilidade financeira de um empreendimento é examinada dentro de um prazo de interesse no qual deseja-se saber se o esforço produtivo é superior à aplicação do capital. Assim, para analisar a viabilidade também é importante verificar, por meio de indicadores, se os retornos são maiores que os custos empregados no projeto.

Há outros métodos que não consideram o capital no tempo, mas são de grande valia para análise de rendimento do capital investido: a razão receita custo (RRC), que mede valor da receita obtida em N períodos em relação ao capital investido; e a razão receita média e custo (RRMC), que considera a rentabilidade da receita média em razão do custo (ALMEIDA, 1981).

A análise da viabilidade financeira foi realizada em duas etapas, a primeira delas consistiu na construção dos fluxos de caixa que, uma vez obtidos, possibilitaram o desenvolvimento da segunda etapa, ou seja, o cálculo dos indicadores de rentabilidade da atividade considerada.

2.3 - Análise de Risco

A ideia de risco, de forma mais específica, está diretamente associada às probabilidades de ocorrência de determinados resultados em relação a um valor médio esperado. É um conceito voltado para o futuro, revelando uma possibilidade de perda.

Segundo Damodaran (1997), a ideia de que risco constitui um negativo e precisa ser recompensado é incontestável, embora o modelo exato para estimar o risco seja assunto para debate. Ainda segundo Damodaran (1997), os investidores são recompensados por assumir somente aqueles riscos que não podem ser eliminados pela diversificação. Por isso, é muito importante para o empresário estar preocupado com aqueles riscos "não diversificáveis" e seu relacionamento com o nível de retorno exigido.

Para Hoji (2007), o risco existe em todas as atividades empresariais, pois se refere a um resultado futuro, portanto incerto. Geralmente

está associado a algum fator negativo que possa impedir ou dificultar a realização do que foi planejado.

A agricultura é uma atividade produtiva que possui peculiaridades que a diferenciam das demais atividades econômicas. Dentro dessas peculiaridades residem os fatores que a tornam uma atividade de risco e, dentre eles, alguns são menos ou mais previsíveis do que outros. Da mesma forma, existem meios eficientes de proteção contra alguns fatores, enquanto em face de outros, o produtor fica sendo, em última instância, o portador exclusivo do risco. Nesse sentido, o entendimento do que é risco e de seus diferentes efeitos sobre a rentabilidade e rendimento da atividade agrícola constitui-se em um aspecto de grande importância na tomada de decisões dos produtores (FERNANDES, 2001).

Desse modo, na administração de uma atividade agrícola deve-se considerar os principais tipos de riscos. Os riscos mais comuns são: risco de produção, risco de mercado, risco de renda, risco financeiro e risco institucional.

O risco relacionado à oscilação da produtividade agrícola é o risco de produção. Os principais fatores responsáveis pelo risco de produção são os problemas climáticos, as pragas, doenças e a disponibilidade de fatores de produção que podem alterar o nível de produção dos diversos empreendimentos (FERNANDES; BASTISTA, 2002).

O risco de mercado refere-se à variação da renda do produtor em consequência das variações nos preços de mercado dos produtos, os quais se modificam com relativa frequência no ano agrícola. Como a produção agrícola não é instantânea, é comum ocorrerem alterações nas expectativas de preços e, conseqüentemente, no retorno financeiro da atividade. Os preços dos produtos do setor agrícola, ao contrário do que acontece com os preços dos produtos de outros setores da economia, sofrem variação acentuada de janeiro a dezembro de cada ano.

Para Arêdes et al. (2007), a variabilidade dos preços é um dos fatores que mais podem afetar o projeto, e tal oscilação pode ser medida no intuito de atribuir o nível de risco a essa variável.

O risco financeiro é representado por uma evolução desfavorável e inesperada do fluxo de caixa do negócio, que pode resultar de com-

portamento desfavorável dos mercados ou da produção e, portanto, da renda do produtor rural.

O risco de renda decorre de alterações conjuntas na quantidade produzida, nos preços recebidos pelos produtores e nos preços pagos pelos insumos. O efeito sobre a renda é uma combinação da variabilidade de todos os fatores conjuntamente.

A bibliografia econômica aceita que o risco seja mensurado quando se tem os resultados possíveis e suas probabilidades, isto é, quanto maior a variância, maior é o risco de um determinado investimento. Por outro lado, a incerteza é apurada sob ambiente de pouca ou nula informação (FERREIRA, 2006).

Segundo Mota e Calôba (2002), a descrição estatística dos dados indica qual a melhor distribuição de probabilidade para a variável aleatória e pode ser utilizada para se obter uma melhor noção do quão arriscado é o projeto. Quanto mais ampla for a faixa de valores possíveis para o retorno de um investimento, tanto maior será o grau de risco do investimento (ANDRADE, 1989).

Gitman (1997) argumenta que o risco pode ser mensurado pelo desvio padrão, medindo a dispersão dos retornos em relação a seu valor esperado ou médio. Quanto maior o desvio padrão, maior o risco do ativo.

Brigham e Ehrhardt (2007) descreveram a fórmula para calcular o desvio padrão em quatro etapas. A primeira etapa constitui-se em calcular a taxa de retorno esperada.

$$\text{Taxa de retorno esperada} = \hat{k} = \sum_{i=1}^n P_i k_i$$

Nessa equação, k_i é o i -ésimo resultado possível, P_i é a probabilidade de ocorrência do i -ésimo resultado e n é o número de possíveis resultados. Assim, \hat{k} é uma média ponderada dos resultados possíveis, com cada peso de resultado sendo uma probabilidade de ocorrência.

A segunda etapa se constitui em subtrair a taxa de retorno esperada (\hat{k}) de cada possível resultado (k_i) para obter um conjunto de desvios ao redor de \hat{k} .

$$\text{Desvio}_i = k_i - \hat{k}$$

A terceira etapa eleva ao quadrado cada desvio e multiplica o resultado pela probabili-

dade de ocorrência de seu resultado correspondente, e então soma-se esses produtos para obter a variância da distribuição de probabilidade.

$$\text{Variância} = \sigma^2 = \sum_{i=1}^n (k_i - \hat{k})^2 \cdot P_i$$

Na quarta etapa encontra-se a raiz quadrada da variância para obter o desvio padrão.

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (k_i - \hat{k})^2 \cdot P_i}$$

Então, é delineada uma distribuição de probabilidades dos resultados esperados e mensuradas suas principais medidas de dispersão e avaliação do risco. Neste caso, o risco pode ser interpretado pelos desvios previsíveis dos futuros fluxos de caixa resultantes de uma decisão de investimento. Sua principal medida estatística é a variabilidade dos resultados esperados de caixa em relação à média.

Outro índice da estatística descritiva utilizada para análise de risco é a curtose, uma medida de dispersão que caracteriza o "achatamento" da curva da função de distribuição. É normalmente definida como:

$$C = \frac{m_4(u)}{\sigma^4} - 3$$

Em que $m_4(u)$ é o quarto momento central e σ é o desvio padrão. Alguns textos definem a curtose como $\frac{m_4(u)}{\sigma^4}$; neste caso a curtose da distribuição normal é 3.

Se o valor da curtose for igual a 3, então haverá o mesmo achatamento que na distribuição normal. Chama-se esta função de mesocúrtica. Se o valor da curtose for maior que 3, então a distribuição em questão é mais alta (afunilada) e concentrada que a distribuição normal. Diz-se desta função que a probabilidade é de ser leptocúrtica ou que a distribuição tem caudas pesadas (significa que é relativamente fácil obter valores que se afastam da média a vários múltiplos do desvio padrão). Se o valor da curtose for menor que 3, então a função de distribuição é mais "achatada" que a distribuição

normal.

A natureza das distribuições de cada fluxo de caixa individual e as correlações com outro fluxo determinam a natureza da distribuição de probabilidade do VPL e, assim, o risco isolado do projeto.

Na análise de risco destacam-se três técnicas de avaliação do risco isolado: análise de sensibilidade, análise de cenários e a simulação de Monte Carlo (SMC). Para determinar a rentabilidade líquida da produção de feijão sob condições de risco, foi utilizado o método de simulação estocástica ou de Monte Carlo, por envolver elementos aleatórios referentes aos riscos de preços e produtividade.

Entre os métodos de simulação que utilizam probabilidade na análise de riscos, o método de Monte Carlo é o mais prático e um dos mais usados. Este método é baseado no fato de que a frequência relativa de ocorrência de um certo fenômeno aproxima-se da probabilidade matemática do mesmo quando a experiência é repetida várias vezes (CLARK; LOW, 1993).

A SMC é frequentemente usada para estudar as propriedades estatísticas de diversos métodos de estimação de parâmetros de população. É particularmente útil para entender o comportamento dos estimadores em amostras pequenas ou finitas (GUJARATI, 2000).

Segundo Vose (1996), a SMC oferece inúmeras vantagens sobre os demais métodos. Nesta técnica, as distribuições de probabilidades das variáveis não precisam ter exatidão, podendo-se utilizar distribuições aproximadas, e as correlações e outras interdependências podem ser modeladas por softwares comercialmente disponíveis. O método SMC é amplamente reconhecido como uma técnica válida, de modo que os resultados de sua utilização podem ser facilmente aceitos.

De acordo com Junqueira e Pamplona (2002), para a construção de um modelo do fluxo de caixa, fazendo uso da SMC, segue-se uma sequência lógica, conforme os itens abaixo:

- Construir um modelo básico das variações dos fluxos de caixa futuros, provocados pelo investimento em questão.
- Para toda a variável que puder assumir diversos valores, elaborar sua distribuição de probabilidade acumulativa correspondente.
- Especificar a relação entre as variáveis de

entrada a fim de se calcular o VPL e TIR do investimento.

- d) Selecionar, ao acaso, os valores das variáveis, conforme sua probabilidade de ocorrência para, assim, calcular o VPL.
- d) Repetir esta operação muitas vezes, até que se obtenha uma distribuição de probabilidade do VPL.

Para as devidas análises, os dados da pesquisa foram tabulados em planilha Excel e a análise de Monte Carlo foi feita com o uso do software @RISK 5.7.

3 - RESULTADOS

Desconsiderando-se a incerteza e os fatores de risco, o primeiro passo para o cálculo da viabilidade financeira de um projeto é estimar o seu fluxo de caixa. Basicamente, o fluxo de caixa é formado por entradas e saídas monetárias. Segundo Arêdes et al. (2007), a correta construção do fluxo de caixa é de suma importância, uma vez que os indicadores da rentabilidade e risco do projeto são derivados dele, ou seja, das entradas e saídas de numerários ocorridos durante o período de vigência do projeto.

Deste modo, o fluxo de caixa pode ser considerado uma importante ferramenta de planejamento financeiro, pois corresponde às estimativas de entradas e saídas de caixa em certo período de tempo projetado. Utilizando-se destas projeções, as decisões tornam-se mais corretas em função de se ter em mãos o que irá receber e o que irá pagar em certo período de tempo, podendo prever possíveis investimentos com as sobras, bem como a busca de recursos quando existir déficit no caixa da empresa.

Neste estudo, os fluxos de saídas foram divididos em gastos com investimentos e despesas operacionais. Como investimentos foram incluídos todos os gastos com bens de capital fixo, todos os equipamentos necessários para implantação do sistema de irrigação, além da infraestrutura necessária para a implantação do sistema. Para apurar o valor dos gastos com investimentos no sistema de irrigação via pivô central considerou-se uma área de 100 ha. Os itens utilizados na implantação do sistema foram: unidade de irrigação, adutora, unidade de bom-

beamento, cabos elétricos e construção civil. O valor médio encontrado foi de R\$5.290,00/ha.

No item gastos operacionais, foram considerados o custeio da lavoura, que engloba a mão de obra utilizada na operação de máquinas, custos com o sistema de irrigação, sementes, fertilizantes e defensivos. Também foram computados os gastos com a pós-colheita, despesas financeiras, gastos com manutenção, encargos e contribuições sociais, taxa de administração e assistência técnica (Tabela 1).

Dos fatores utilizados na produção, as despesas de custeio somaram R\$2.609,20/ha, representando 65,39% do custo total e, dentro destas, as despesas com irrigação somaram R\$927,00/ha, com uma participação de 23% do custo total. O segundo item que mais onera a produção é a renda de fatores, que é composta pela remuneração esperada sobre capital fixo e pela terra, com um custo de R\$475,59.

Apesar de integrar parte do cálculo do demonstrativo da renda líquida do empreendimento, cabe ressaltar que o valor da depreciação não foi incluído no fluxo de caixa do projeto. Segundo Noronha (1987), quando se agrega o valor da depreciação ao valor das saídas do fluxo de caixa como custos operacionais comete-se um equívoco, uma vez que o valor da depreciação de bens duráveis não é considerado um fluxo de caixa e pode exercer influência considerável nos resultados mediante a proteção que oferece contra pagamentos indevidos de impostos.

O fluxo de entrada do projeto foi baseado no valor de venda da produção. Para apurar este item foi considerado o preço médio pago na região pesquisada. O preço do feijão foi baseado na média mensal dos anos de 2001 até 2010, cujo valor médio encontrado foi de R\$94,00. Já a produtividade utilizada foi de 3.000 kg/ha (Tabela 2).

Com o preço da saca de 60 kg de feijão fixado a R\$94,00, a receita bruta obtida pelos produtores, por hectare, foi de R\$4.700,00. Com custo de produção calculado em R\$70,90/sc, a relação benefício/custo (B/C) é de 1,32, ou seja, como a relação entre benefícios e custos é maior que 1, tem-se que os benefícios superam os custos do projeto, ou melhor, para cada R\$1,00 investido na produção de feijão o produtor obterá R\$0,32 de retorno adicional.

TABELA 1 - Custos da Produção de Feijão de Inverno, sob Irrigação de Pivô Central, no Sistema de Plantio Direto, Município de Unai, Estado de Minas Gerais, 2010

Item	R\$/ha	%
Despesas de custeio da lavoura	2.609,20	65,39
Despesas pós-colheita	394,50	9,89
Despesas financeiras	92,38	2,32
Depreciações	352,32	8,83
Outros custos fixos	66,48	1,67
Renda de fatores	475,59	11,92
Custo total	3.990,47	100,00

Fonte: CONAB (2011).

TABELA 2 - Indicadores Econômicos da Produção de Feijão de Inverno, sob Irrigação de Pivô Central, no Sistema de Plantio Direto, Município de Unai, Estado de Minas Gerais, 2010

Produtividade (kg/ha) ¹	3.000
Receita bruta (R\$/ha)	4.700,00
Lucro (R\$/ha)	1.154,23
B/C (%)	1,32
Custo de produção (R\$/sc. de 60kg)	70,90
Receita bruta (R\$/ sc. de 60kg)	94,00

¹Refere-se aos dados da CONAB (2011).

Fonte: Dados da pesquisa.

Utilizando-se a taxa de desconto de 7% ao ano, baseada no retorno do capital aplicado na caderneta de poupança, o produtor recupera o capital investido, incrementando seu valor de mercado em R\$3.147,00 por hectare. Deste modo, como o VPL foi maior do que zero, o projeto seria aceito (Tabela 3).

Ainda livre de risco, observa-se que a taxa interna de retorno encontrada no projeto foi de 17%. Como este valor é superior à taxa mínima de atratividade, que é 7%, tem-se que o projeto deve ser aceito.

A RRC mostra que para cada real investido no projeto haverá R\$1,15 de retorno e a RRM indica que o projeto apresenta uma rentabilidade média de 15% em relação ao capital investido.

Em relação ao comportamento do VPL em função da taxa de juros (Figura 1), verifica-se que há uma relação inversa entre ambas as variáveis. Nota-se que a partir de uma taxa de atratividade superior a 17% ao ano, o VPL torna-se negativo, ou seja, quando a taxa de juros superar tal valor, o projeto não será mais aceito

economicamente. Isto reforça a questão de que quanto maior é a taxa de juros, menor será o retorno do capital investido e menor será o nível de investimento agregado, pois os empresários passam a considerar outro tipo de custo que está implícito no processo produtivo, o custo de oportunidade, quanto maior a remuneração do mercado, maior é o custo de oportunidade de se investir num projeto agrícola.

Para a análise das estatísticas descritivas das variáveis testadas no projeto, foram utilizadas a média, os valores mínimos e máximos, o desvio padrão, mediana, moda, os coeficientes de assimetria e a curtose do valor presente líquido e da taxa interna de retorno do projeto (Tabela 4).

Observando-se os resultados obtidos pela SMC, após 5.000 simulações, nota-se que o projeto tem um VPL médio de R\$1.633,00 por hectare, assim, sendo este valor maior que zero, o projeto torna-se viável. Outro fator que reforça a viabilidade é o baixo valor do desvio padrão da variável.

Analisando-se o coeficiente de assimetria amostral, que é a medida de quanto os da-

TABELA 3 - Indicadores de Viabilidade do Cultivo do Feijão, Região Noroeste do Estado de Minas Gerais

VPL	R\$ 3.147,00
TIR	17%
RRC	1,15

Fonte: Dados da pesquisa.

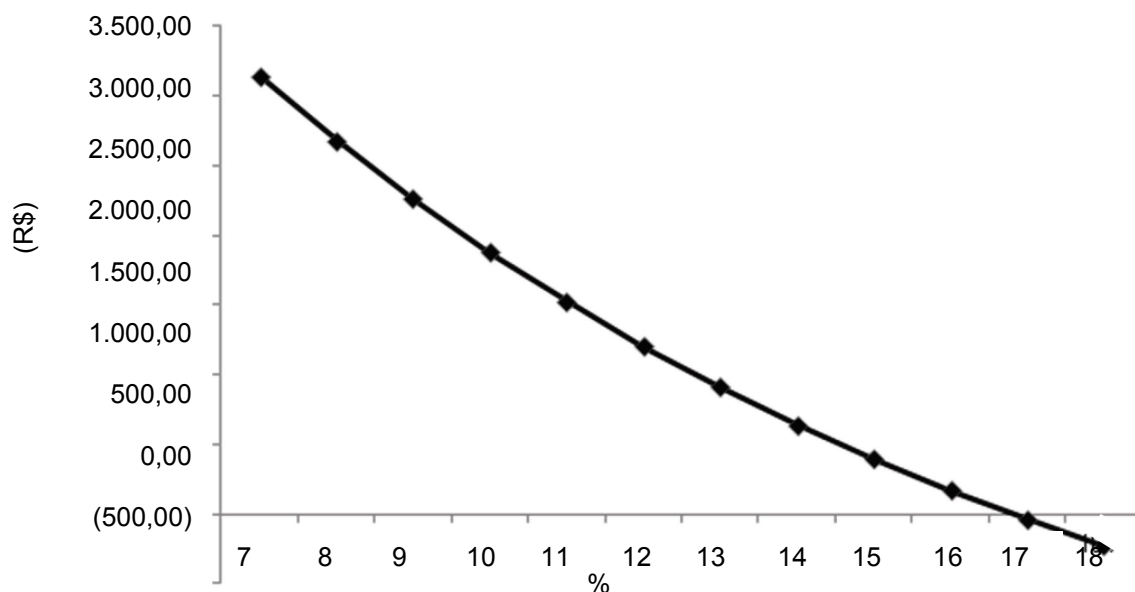


Figura 1 - Cálculo da Sensibilidade do VPL em Relação à Variação na Taxa de Juros.

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 4 - Indicadores de Inferência Estatística do VPL e TIR do Projeto

Item	VPL (R\$)	TIR (%)
Valor mínimo	-440,00	15,00
Valor máximo	3.958,00	19,00
Média	1.633,00	17,00
Desvio padrão	922,00	1,00
Assimetria	0,19	0,26
Curtose	2,4	2,40
Mediana	1.247,52	15,59
Moda	1.440,00	16,00

Fonte: Dados da pesquisa.

dos estão concentrados em torno da média, percebe-se que o mesmo tem um valor positivo de 0,19, o que significa uma leve concentração dos valores à direita do valor médio, ou seja, o VPL simulado tende a ser maior que o valor médio.

A curtose, medida de dispersão que caracteriza o "achatamento" da curva da função de distribuição, foi de 2,4 para o VPL, o que evi-

dencia uma tendência de concentração dos valores em torno da média, comportamento que reforça o baixo risco do projeto. Se o valor da curtose fosse igual a 3, ela teria então o mesmo achatamento que a distribuição normal.

O valor médio obtido para a TIR, após as 5.000 simulações do projeto, foi de 17%, com isso conclui-se que esta taxa supera a taxa míni-

ma de atratividade do capital. A probabilidade de a TIR ser maior que o custo de oportunidade é elevada.

Observando-se a figura 2, nota-se que a TIR tem a probabilidade de 90% de estar no intervalo de 15,6% a 18,13%, o que torna o projeto bastante atrativo.

Nesse mapeamento de risco apresentado pela distribuição de probabilidades acumulativas, a produção de feijão no noroeste do Estado de Minas Gerais apresenta riscos baixos de prejuízo, uma vez que possui uma probabilidade de 5% de o VPL ser menor que R\$153,00, e uma chance de 90% de encontrar-se no intervalo de R\$153,00 e R\$3.234,00 (Figura 3).

Por meio das propriedades estatísticas da série de preços do feijão no Brasil e em Minas Gerais, pode-se verificar que a série não é normalmente distribuída, uma vez que o indicador de curtose foi de 2,40 para os dois cenários em análise e que o indicador de assimetria obtido foi de 0,31, sendo que para a série ser normalmente distribuída é necessário que a assimetria seja aproximadamente igual a 0 e a curtose igual a 3 (Tabela 5).

Após cinco mil simulações realizadas pelo programa computacional @RISK, encontrou-se um preço médio para a saca de 60 kg no período janeiro de 2001 a dezembro de 2010 de R\$121,00 para o Brasil e R\$120,0 para Minas Gerais. O valor que mais se repetiu ao longo da série, ou seja, a moda, foi R\$101,78 e R\$95,8 para o Brasil e Minas Gerais respectivamente.

Analisando-se o desvio padrão do preço do feijão no Brasil e em Minas Gerais, na região de Unaí, nota-se que há uma alta dispersão dos valores em torno da média, o que indica que há risco de preço considerável para as duas regiões e que mesmo assim Minas Gerais apresenta um desvio padrão menor que a média do Brasil.

Por meio da distribuição acumulativa, percebe-se que existe 90% de probabilidade do preço estar no intervalo entre R\$67,86 e R\$185,62 no Brasil e entre R\$74,7 e R\$175,23 em Minas Gerais, ocorrendo apenas 5% de probabilidade de o agricultor conseguir no mercado um preço acima de R\$175,3 pela saca de 60 kg em Minas Gerais. Esta informação é de grande utilidade para o agricultor visto que, pela análise de probabilidade de preço, o produtor pode planejar melhor sua produção (Tabela 6).

4 - CONCLUSÃO

Por meio dos coeficientes de viabilidade econômica, VPL, TIR, RRC e B/C, pôde-se concluir que o projeto é viável para o período, com taxa de juros de 7% ao ano, produtividade de 3.000kg/ha e preço médio de R\$94,00 a saca de 60 kg.

O projeto irrigado apresentou significativa probabilidade de ter uma taxa de rendimento superior à taxa de rendimento do mercado. Analisando-se o grau de risco do projeto, os indicadores também apresentaram-se favoráveis, tanto pela análise de probabilidade acumulativa quanto pelos valores do desvio padrão, assimetria, curtose, valores máximos e mínimos e valor modal.

Analisando-se o desvio padrão do preço do feijão no Brasil e no Estado de Minas Gerais, região de Unaí, pode-se inferir que há uma alta dispersão dos valores em torno da média, isso indica que há risco de preço considerável para as duas regiões e que, mesmo assim, Minas Gerais apresenta um desvio padrão menor que a média do Brasil. Conclui-se que o produtor deve estar atento aos preços de mercado. Ele deve se ater ao fato de que as oscilações nos níveis de preço no mercado do feijão acontecem pelas leis da oferta e demanda.

Nesse contexto, recomenda-se que os produtores façam maior utilização de instrumentos que atuem na diminuição dos riscos de preços, a exemplo dos mercados futuros ou a diversificação da produção. Pelo lado do governo, sugere-se maior estímulo e aperfeiçoamento dos mecanismos que permitam uma ação estratégica de políticas de desenvolvimento regional que possam atenuar os riscos de preços característicos da produção de feijão.

Como comentário final, cabe ressaltar as dificuldades encontradas para a validação de modelos nos estudos que envolvem simulação. O processo de validação visa determinar o grau de confiança e de correção dos resultados, pois não existe método formal de provar a correção de um modelo de simulação. Em suma, a finalidade da validação é testar se o comportamento do simulador está de acordo com o comportamento real. Uma das maneiras de se ter uma validação perfeita dos modelos é a identificação das distribuições de probabilidades das variáveis de entrada, ou variáveis *input*. Essa identificação deve

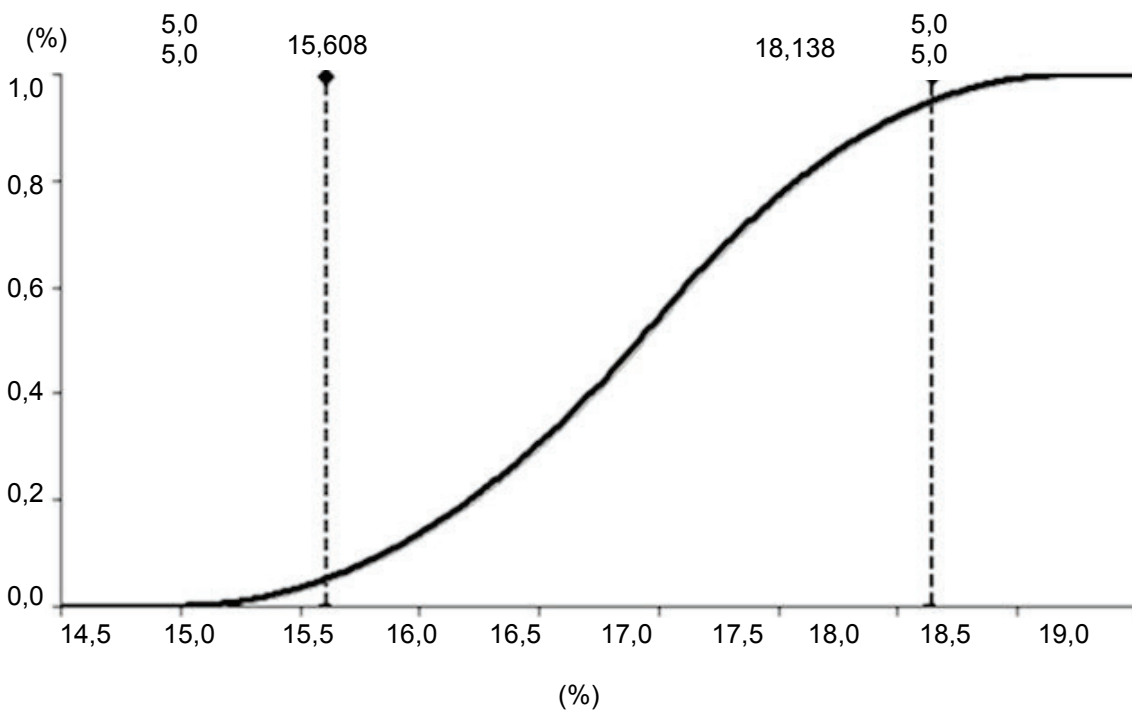


Figura 2 - Distribuição de Probabilidade Acumulativa da TIR.
 Fonte: Dados da pesquisa.

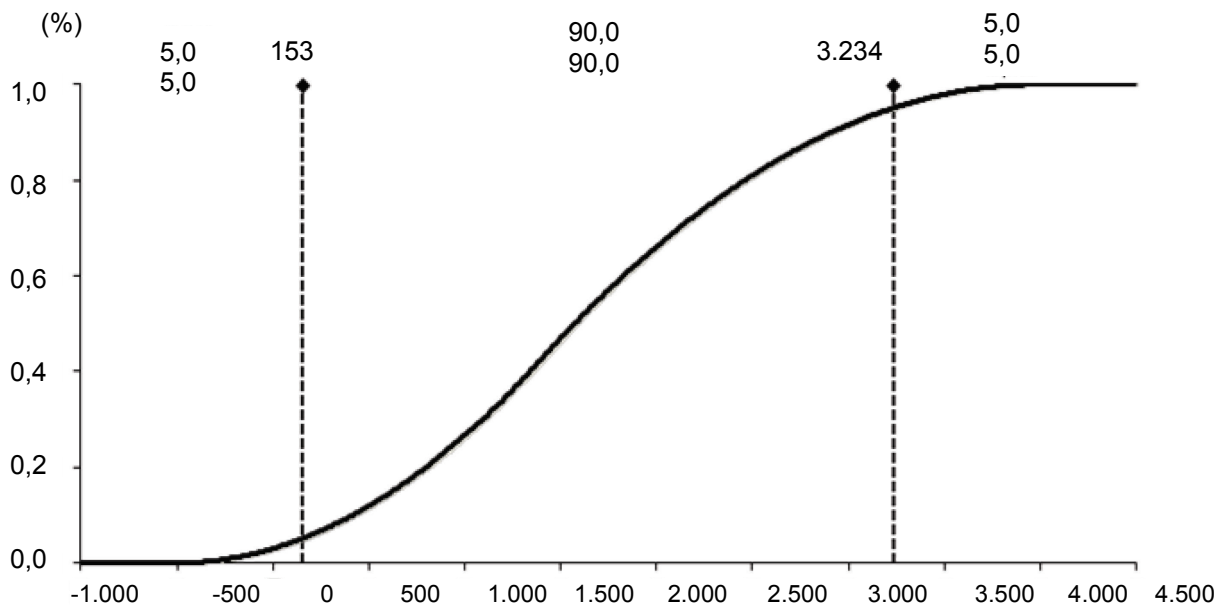


Figura 3 - Distribuição de Probabilidade Acumulativa do VPL.
 Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 5 - Indicadores de Inferência Estatística da Série de Preços do Feijão, Estado de Minas Gerais e Brasil

(em R\$)

Item	Brasil	Minas Gerais
Valor mínimo	46,90	56,60
Valor máximo	216,48	201,31
Média	121,66	120,66
Desvio padrão	35,59	30,38
Assimetria	0,31	0,31
Curtose	2,40	2,40
Moda	101,78	95,8

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 6 - Distribuição de Probabilidade Acumulativa do Preço do Feijão, Estado de Minas Gerais e Brasil

(em R\$)

Percentil (%)	Brasil	Minas Gerais
5	67,86	74,70
10	76,93	82,46
15	83,89	88,42
20	89,75	93,43
25	94,92	97,85
30	99,59	101,85
35	103,94	105,55
40	108,36	109,34
45	112,99	113,28
50	117,84	117,41
55	122,92	121,75
60	128,30	126,33
65	134,02	131,22
70	140,18	136,48
75	146,87	142,18
80	154,285	148,49
85	162,68	155,67
90	172,64	164,15
95	185,62	175,23

Fonte: Dados da pesquisa.

ser feita da maneira mais realista possível, ou seja, o analista tem que estabelecer uma distribuição para cada variável que melhor se ajuste ao comportamento da mesma. Quanto mais

informações sobre as ocorrências da variável estudada, maior será a possibilidade de se conseguir uma distribuição de probabilidade que reflita o real comportamento dessa variável.

LITERATURA CITADA

ADAMI, C. O. A. **Risco e retorno de investimento em citros no Brasil, 2010**. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz (ESALQ), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

AGROLINK. **Cotações de produtos agrícolas**. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/cotacoes/>>. Acesso em: 15 jan. 2011.

ALMEIDA, R. V. **Investimentos a nível de empresa na agricultura**: principais critérios de avaliação dos seus projetos. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1981. 159 p.

ANDRADE, E. **Introdução à pesquisa operacional**: métodos e técnicas para análise de decisão. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1989.

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA - AGRIANUAL. São Paulo: Agra FNP Pesquisas, 2008. 520 p.

ARÊDES, A. F. de et al. Análise do retorno e risco de preço na produção de milho, soja e feijão no Paraná no período de 1997 a 2006. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.37, n.12, p. 17-22, dez. 2007.

ASSAF NETO, A. **Finanças corporativas e valor**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2005. 656 p.

BRIGHAM, E. F.; EHRHARDT, M. C. **Administração financeira**: teoria e prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2007. 1044 p.

CLARK, R.; LOW, A. Risk analysis in project planning: a simples spreadsheet application using Monte Carlo techniques. **Impact Assessment and Project Appraisal**. Guildford, v. 8, n. 3, set. 1993.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Central de informações agropecuárias**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1278&t=2>>. Acesso em: 10 jan. 2011.

DAMODARAN, A. **Avaliação de investimentos**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.

FERNANDES, L. M. **Avaliação do rendimento financeiro e risco de investimento da cultura do milho irrigado na região do Triângulo Mineiro**. 2001. 78 p. Dissertação (Mestrado em Economia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

_____; BATISTA, H. Verificação do risco de investimento na cultura da goiaba irrigada na região do centro-oeste mineiro. **Reuna**, Belo Horizonte, v. 7, n. 3, p. 73-91, set. 2002.

FERREIRA, B. **Análise do risco de não superação da meta atuarial em fundos de previdência**. 2006. 243 p. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

GARZEL, J. C. **Matemática financeira e análise de investimentos**. Curitiba: SENAR, 2003. 37 p.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 7 ed. São Paulo: Harbra, 1997.

GUJARATI, D. N. **Econometria Básica**. São Paulo: Makron Books, 2000.

HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica e análise de custos**: aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimentos e administradores. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2000. 519 p.

HOJI, M. **Administração financeira e orçamentária**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 565 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção agrícola municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1612&z=t&o=&i=P>>. Acesso em: 5 jan. 2011.

JUNQUEIRA, K de C.; PAMPLONA, E de O. Utilização da Simulação de Monte Carlo em Estudo de Viabilidade Econômica para a Instalação de um Conjunto de Rebeneficiamento de Café na Cocarive. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., 2002, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ENEGEP, 2002.

NORONHA, J. F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamentação e avaliação econômica.** São Paulo: Atlas, 1987. 269 p.

MOTTA, R. R.; CALÔBA, G. M. **Análise de investimentos.** São Paulo: Atlas, 2002. 391 p.

PENIDO, E. **Matemática financeira essencial.** São Paulo: Atlas, 2008. 290 p.

SILVA, O. F. da et al. **Sistemas e custos de produção de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) em diferentes épocas e regiões de cultivo.** Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2004, 40 p. (Documentos, 168).

WANDER, A. E. Cultivo do feijão irrigado na região noroeste de Minas Gerais. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e feijão, 2005. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/Feijao_IrrigadoNoroeteMG/mercado_comercializacao.htm>. Acesso em: 09 jan. 2011.

VOSE, D. **Quantitative risk analysis: a guide to Monte Carlo simulation modeling.** West Sussex: John Wiley & Sons, 1996. 729 p.

RETORNO FINANCEIRO E RISCO DE PREÇO DA CULTURA DO FEIJÃO IRRIGADO VIA PIVÔ CENTRAL NA REGIÃO NOROESTE DE MINAS GERAIS

RESUMO: A pesquisa teve como objetivo determinar, mediante o cálculo do valor presente líquido (VPL), da taxa interna de retorno (TIR) e razão receita custo (RRC), a viabilidade da produção de feijão irrigado no Estado de Minas Gerais, bem como identificar, usando a simulação de Monte Carlo (SMC), o risco da atividade. Os resultados mostram que a produção de feijão é viável para a taxa de juros, produtividade e preços médios utilizados. Em relação ao risco de preço, a produção de feijão em Minas Gerais apresentou menor risco em comparação ao risco de preço do Brasil.

Palavras-chave: feijão, viabilidade econômica, risco.

FINANCIAL RETURN AND PRICE RISK IN IRRIGATED BEAN CROPS VIA CENTRAL PIVOT IN MINAS GERAIS NORTHEASTERN REGION

ABSTRACT: The research aimed to determine, by calculating the net present value, the internal rate of return and the revenue cost ratio, the viability of irrigated bean production in the state of Minas Gerais, as well as identify, using the Monte Carlo simulation, the risk of the activity. The results show that the production of beans is feasible considering the interest rate, productivity and average prices used. In relation to price risk, bean production in Minas Gerais showed a lower risk compared to Brazil's price risk.

Key-words: bean, economic viability and risk.

Recebido em 13/06/2011. Liberado para publicação em 19/01/2012.