

ALAN FIGUEIREDO DE ARÊDES

**AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA IRRIGAÇÃO DO CAFEIRO EM UMA
REGIÃO TRADICIONALMENTE PRODUTORA**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Economia Aplicada, para obtenção
do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2006

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

A678a
2006

Arêdes, Alan Figueiredo de, 1979-

Avaliação econômica da irrigação do cafeeiro em uma
região tradicionalmente produtora / Alan Figueiredo de
Arêdes. – Viçosa : UFV, 2006.
xvii, 89f. : il. ; 29cm.

Inclui anexos.

Orientador: Maurinho Luiz dos Santos.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 65-69.

1. Economia agrícola. 2. Café - Irrigação. 3. Irrigação -
Aspectos econômicos. I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.

CDD 22.ed. 338.1

ALAN FIGUEIREDO DE ARÊDES

**AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA IRRIGAÇÃO DO CAFEIEIRO EM UMA
REGIÃO TRADICIONALMENTE PRODUTORA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

APROVADA: 26 de setembro de 2006.

Prof. José Luís dos Santos Rufino

Prof. Paulo Marcelo de Souza

Prof^a. Viviani Silva Lírio

Prof. Brício dos Santos Reis
(Co-orientador)

Prof. Maurinho Luiz dos Santos
(Orientador)

A Deus,

A minha namorada,

Aos meus pais,

As minhas irmãs.

AGRADECIMENTO

Primeiramente agradeço a Deus, pela vida e por mais essa oportunidade.

Aos meus pais José Nicolau e Oneida e às minhas irmãs Aline, Aída, Agda e Anália pelo apoio na realização dos meus estudos.

À minha querida namorada Fernanda pelo incentivo e carinho em todos os momentos.

A todos os colegas e amigos que tornaram meus dias em Viçosa mais felizes.

Ao Prof. Maurinho Luiz dos Santos, pela ajuda e disposição na orientação e realização do trabalho.

Aos conselheiros Brício dos Santos Reis e Everardo Chartuni Mantovani pela importante e grande contribuição em todas as etapas do trabalho.

Ao pesquisador da EMBRAPA/Café, José Luís dos Santos Rufino, e ao doutorando do Departamento de Engenharia Agrícola, Marcelo Rossi, pelos ensinamentos, fornecimento de materiais e informações indispensáveis.

Aos funcionários do Departamento de Economia Rural, especialmente ao Ângelo, Cida e Graça, pelo auxílio, colaboração e fornecimento de informações durante a realização do trabalho.

Aos professores da UFV que muito contribuíram para o meu crescimento profissional, científico e humano.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização do

curso.

A CAPES pela bolsa de estudos e auxílio financeiro para realização do trabalho.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Alan Figueiredo de Arêdes, filho de José Nicolau de Arêdes e Oneida Pimentel Figueiredo de Arêdes, nasceu em 25 de maio de 1979, sendo natural de Santo Antônio do Glória, Vieiras-MG.

Em março de 2000, iniciou o curso de graduação em Ciências Econômicas na Universidade Federal de Viçosa, concluindo-o em julho de 2004.

Em março de 2005, iniciou o curso de pós-graduação em Economia Aplicada, mestrado, na Universidade Federal de Viçosa, defendendo tese em setembro de 2006.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT	xvi
1. INTRODUÇÃO.....	01
1.1. Importância da cafeicultura brasileira	01
1.2. Importância da irrigação e fertirrigação na lavoura cafeeira	06
1.3. O problema e sua importância	11
1.4. Hipótese	12
1.5. Objetivos	13
1.5.1. Geral	13
1.5.2. Específicos	13

2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1. Análise econômica de projetos de investimento	14
2.2. Riscos do projeto	18
3. MODELO ANALÍTICO	28
3.1. Indicadores de viabilidade econômica de projetos	28
3.2. Análise de risco de projetos	30
3.3. Fonte de dados, processos produtivos e cenários	32
4. RESULTADOS	43
4.1. Fluxos de caixa elaborados	43
4.2. Análise dos indicadores de viabilidade econômica de projetos.....	49
4.3. Análise de risco (Cenário 1)	54
5. CONCLUSÃO.....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
ANEXOS	70

LISTA DE TABELAS

	Página
1 Produção de café, área colhida e produtividade por estado brasileiro na safra 2006/2007	03
2 Análise da evolução por taxas geométricas de crescimento (TGC) de produção, área colhida, produtividade, consumo, exportação, estoque e preços do café no período de 1985 a 2005	04
3 Evolução do consumo interno de café em sacas e <i>per capita</i> no período 1990-2006.....	05
4 Quadro resumo das cinco alternativas tecnológicas de produção de café utilizadas no trabalho.....	33
5 Quadro resumo de ocorrência do preço do café em três diferentes cenários no decorrer do tempo de vida das cinco alternativas tecnológicas produtivas de café.....	36

6	Produtividade dos cafezais em sacas beneficiadas de 60 kg/ha nas diferentes alternativas tecnológicas de produção, no decorrer do tempo de vida do cafezal, para o município de Viçosa-MG	37
7	Fluxos de caixa em R\$ do cenário 1 - sem cobrança pela utilização da água - para implantação e manutenção por 15 anos das diferentes alternativas tecnológicas de produção de café não-irrigado, irrigado e fertirrigado em 1 ha, para o município de Viçosa-MG	44
8	Fluxos de caixa em R\$ do cenário 1 - com cobrança pela utilização da água - para implantação e manutenção por 15 anos das diferentes alternativas tecnológicas de produção de café não-irrigado, irrigado e fertirrigado em 1 ha, para o município de Viçosa-MG	46
9	Impostos e contribuições diretas em R\$ e em porcentagem da receita e fluxo líquido de caixa gerados na produção de café não-irrigado, irrigado e fertirrigado do cenário 1 sem cobrança pela utilização da água durante 15 anos de produção em 1 ha, Viçosa-MG	48
10	Indicadores de viabilidade econômica no cultivo de café não-irrigado, irrigado e fertirrigado sem cobrança pela utilização da água durante 15 anos de produção em 1 ha, Viçosa-MG	50
11	Indicadores de viabilidade econômica no cultivo de café não-irrigado, irrigado e fertirrigado com cobrança pela utilização da água durante 15 anos de produção em 1 ha, Viçosa-MG	54
12	Análise da sensibilidade do VPL em relação às variáveis que mais causaram impacto sobre o fluxo de caixa na produção de café não-irrigado, irrigado e fertirrigado no cenário 1. Viçosa-MG.....	55

13	Análise de risco do VPL e da TIR em termos de valores mínimos, médios, máximos, desvio-padrão (σ_k) e coeficiente de variação (CV) nas alternativas tecnológicas produtoras de café não-irrigado, irrigado e fertirrigado no cenário 1. Viçosa-MG	56
14	Série anual histórica do preço do café pago ao produtor pela saca de 60kg de café bebida dura para melhor tipo 6 no período de 1990 a 2005, a preços de 2005	71
15	Distribuição da frequência e probabilidade dos preços mensais do café do período 01/1990-12/2005 utilizados nas simulações de risco no cenário 1 pelo método <i>Latin Hypercube</i> com 10.000 interações	72
16	Distribuição da frequência do grupo de <i>input variables</i> mais sensíveis o projeto para realização das simulações de risco no cenário 1	74
17	Estimação do VPL para todas as alternativas tecnológicas de produção sem a cobrança da utilização da água a diferentes taxas de desconto, ou taxas de juros, para o cenário 1	75
18	Estimação do VPL para todas as alternativas tecnológicas de produção sem a cobrança da utilização da água a diferentes de desconto, ou taxas de juros, para o cenário 2.....	76
19	Estimação do VPL para todas as alternativas tecnológicas de produção sem a cobrança da utilização da água a diferentes de desconto, ou taxas de juros, para o cenário 3.....	77
20	Análise de risco pela distribuição acumulada da probabilidade de ocorrência do VPL no cultivo de café não-irrigado, irrigado e fertirrigado no cenário 1, Viçosa-MG	78

21	Análise de risco pela distribuição acumulada da probabilidade de ocorrência da TIR no cultivo de café não-irrigado, irrigado e fertirrigado no cenário 1, Viçosa-MG	79
22	Orçamento e fluxo de caixa da implantação e operacionalização da alternativa tecnológica de produção A - sem a cobrança pela utilização da água - do cenário 1 em 15 anos da produção de café Catuaí com 4.000 pés em 1 ha para o município de Viçosa-MG	80
23	Orçamento e fluxo de caixa da implantação e operacionalização da alternativa tecnológica de produção B - sem a cobrança pela utilização da água - do cenário 1 em 15 anos da produção de café Catuaí com 4.000 pés em 1 ha para o município de Viçosa-MG	82
24	Orçamento e fluxo de caixa da implantação e operacionalização da alternativa tecnológica de produção C - sem a cobrança pela utilização da água - do cenário 1 em 15 anos da produção de café Catuaí com 4.000 pés em 1 ha para o município de Viçosa-MG	84
25	Orçamento e fluxo de caixa da implantação e operacionalização da alternativa tecnológica de produção D - sem a cobrança pela utilização da água - do cenário 1 em 15 anos da produção de café Catuaí com 4.000 pés em 1 ha para o município de Viçosa-MG	86
26	Orçamento e fluxo de caixa da implantação e operacionalização da alternativa tecnológica de produção E - sem a cobrança pela utilização da água - no cenário 1 em 15 anos da produção de café Catuaí com 4.000 pés em 1 ha, para o município de Viçosa-MG	88

LISTA DE FIGURAS

	Página
1	Produção de café beneficiado por região brasileira em 2005.....02
2	Preferências e comportamentos em relação ao risco.....20
3	Curvas de indiferenças, renda esperada e desvio-padrão da renda21
4	Risco como função crescente do tempo22
5	Distribuição de probabilidade contínua do retorno do ativo23
6	Risco e diversificação de carteiras25
7	Risco e retorno.....26
8	Análise gráfica de risco pela distribuição acumulada da probabilidade de ocorrência do VPL no cultivo de café não-irrigado, irrigado e fertirrigado no cenário 1, Viçosa-MG58

9	Análise gráfica de risco pela distribuição acumulada da probabilidade de ocorrência da TIR no cultivo de café não-irrigado, irrigado e fertirrigado no cenário 1, Viçosa-MG	59
10	Preço do café arábica brasileiro na bolsa de Nova Iorque no período de 1965 a 2004 em US\$ por saca de 60kg	73

RESUMO

ARÊDES, Alan Figueiredo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2006. **Avaliação econômica da irrigação do cafeeiro em uma região tradicionalmente produtora.** Orientador: Maurinho Luiz dos Santos. Co-Orientadores: Brício dos Santos Reis e Everardo Chartuni Mantovani.

Em regiões com elevados déficits hídricos, os resultados empíricos apontam no sentido da viabilidade econômica da irrigação. Entretanto, em regiões produtoras tradicionais, caracterizadas por clima úmido, onde a irrigação é feita de forma suplementar, a viabilidade econômica dessa prática é discutida e carente de estudos. Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo analisar a viabilidade econômica da implantação de alternativas tecnológicas de irrigação na produção de café em uma região tradicionalmente produtora, como no município de Viçosa-MG. Para isso, foram analisadas cinco alternativas tecnológicas de produção de café: A - produção não-irrigada com baixa produtividade, B - produção não-irrigada com alta produtividade, C - produção irrigada por gotejamento, D - produção fertirrigada por gotejamento e E - produção irrigada por malha. Como resultado, verificou-se que todos os indicadores de viabilidade econômica (VPL, TIR, CTMe e PP) indicaram a superioridade econômica da produção cafeeira irrigada e fertirrigada, principalmente a irrigada por malha, seguida pela fertirrigada e irrigada por

gotejamento, respectivamente, em relação a produção não-irrigada. Quando analisado o risco, as alternativas tecnológicas não-irrigada, irrigada e fertirrigada foram muito sensíveis em termos de VPL e TIR em relação as variáveis preços do café e produtividade do cafezal e pouco sensíveis às mudanças das variáveis mão-de-obra eventual, fertilizante, uréia, energia elétrica, água, fungicida e inseticida, preço de aquisição da terra e preço dos sistemas de irrigação e fertirrigação por gotejamento e malha. Também pela análise de risco, a produção não-irrigada com alta e a com baixa produtividade apresentaram os menores retornos (máximos, médios e mínimos) e os maiores riscos, pois tiveram os maiores coeficientes de variação (CV) em termos de VPL e TIR, e os menores VPL e TIR independentemente do nível de probabilidade de ocorrência do VPL e TIR. A alternativa tecnológica irrigada por malha teve o menor risco, seguido pela alternativa fertirrigada e irrigada por gotejamento. Assim, conclui-se que a cafeicultura irrigada é economicamente viável e superior à alternativa de produção não-irrigada, mesmo em regiões tradicionalmente produtoras, como no município de Viçosa-MG, uma vez que, além de elevar o retorno econômico, reduz o risco na produção de café.

ABSTRACT

ARÊDES, Alan Figueiredo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, September, 2006. **Economical evaluation of the irrigation of the coffee plant in a traditionally producer area.** Adviser: Maurinho Luiz dos Santos. Co-Advisers: Brício dos Santos Reis and Everardo Chartuni Mantovani.

In areas with high hydric deficits, the empiric results appear in the sense of the economical viability of the irrigation. However, in traditional producing areas, characterized by humid climate, where the irrigation is made in a supplemental way, the economical viability of that practice is discussed and lacking of studies. In that sense, the present work had for objective to analyze the economical viability of the implantation of technological alternatives of irrigation in the production of coffee in a producer area, as in the municipal district of Viçosa-MG. For that, five technological alternatives of production of coffee were analyzed. A- production no-irrigated with low productivity, B - production no-irrigated with high productivity, C - production irrigated by leak, D - production fertirrigated for leak and E - production irrigated by mesh. As result, was verified that all the indicators of economical viability (VPL, TIR, CTMe and PP) indicated the economical superiority of the irrigated coffee production and fertirrigated, mainly irrigated by mesh, following for the fertirrigated and irrigated by leak, respectively, in relation to no-irrigated production. When

analyzed the risk, the technological alternatives no-irrigated, irrigated and fertirrigated were very sensitive in terms of VPL and TIR in relationship the variables prices of the coffee and productivity of the coffee plantation and little sensitive to the changes of the variables eventual labor, fertilizer, urea, electric power, water, fungicide and insecticide, price of acquisition of the earth and price of the overhead irrigations and fertirrigation for leak and mesh. Also for the risk analysis, the production no-irrigated with high and the with low productivity presented the smallest returns (maxima, medium and minima) and the largest risks, because they had the largest variation coefficients (CV) in terms of VPL and TIR, and smallest VPL and TIR independently of the level of probability of occurrence of VPL and TIR. The technological alternative irrigated by mesh had the smallest risk, following for the fertirrigated alternative and irrigated by leak. Like this, it is ended that the irrigated coffee growing is economically viable and superior to the alternative of no-irrigated production, even in areas traditionally producers, as in the municipal district of Viçosa-MG, once, besides elevating the economical return, it reduces the risk in the coffee production.

1- INTRODUÇÃO

1.1- Importância da cafeicultura brasileira

A cultura do café no Brasil teve início em 1727 com a chegada das primeiras sementes e mudas trazidas da Guiana Francesa pelo sargento-mor Vicente de Melo Palheta e cultivadas no estado do Pará. Em 1830, o país já era o principal produtor e nas quatro primeiras décadas do século 20 o Brasil produzia cerca de 70% da produção mundial. Nesse período, o café era o principal gerador de renda para a economia brasileira (RUFINO, 2006).

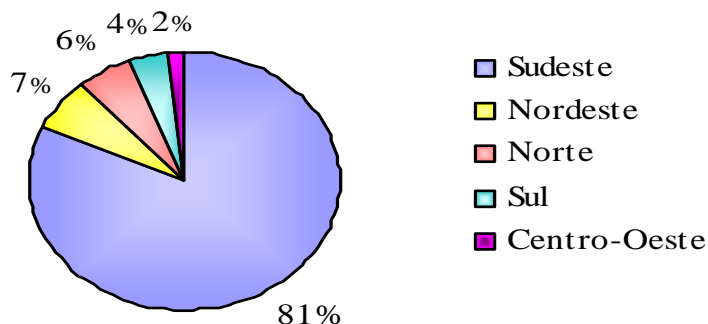
Com a taxa de câmbio sobrevalorizada, conjuntamente sustentada por uma valorização do café e proteção da indústria nacional em relação à competição dos importados, durante as décadas de 1950 e 1960, o café foi o responsável pela criação da maior parte das necessidades cambiais (RUFINO, 2006). Embora com tendência de crescimento da produção brasileira de café, a partir da década de 1960, a produção foi caracterizada por flutuações anuais (RUFINO, 2006).

Atualmente, o Brasil produz 40,62 milhões de sacas, safra 2006/2007, sendo 76,40% de café arábica e 23,60% de robusta (CONAB, 2006). O país também concentra a maior produção mundial, sendo o setor cafeeiro responsável pela criação de 7 milhões de empregos diretos e indiretos e pela geração de uma riqueza da ordem de 10 bilhões de reais ao ano (EMBRAPA CAFÉ, 2006). O café contribui diretamente

na formação da renda nacional, criação de receitas cambiais, transferência de renda aos diversos setores da economia, geração de empregos e formação de capital na agricultura (CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ, 2006).

Em 2005, o Brasil exportou 22.584.246 sacas de 60kg de café, sendo 21.429.154 sacas de café arábica. Nesse período, os principais importadores do café brasileiro foram à Alemanha com 20%, equivalente a 4.518.177 sacas, E.U.A. com 18,17%, Itália com 11,43% e Japão com 8,01% de destino das exportações. Em termos de receita cambial, as exportações em 2005 geraram US\$ 2.522.875.803,00, tendo as exportações para a Alemanha contribuído com 20,55% da receita, as do E.U.A. com 17,74%, a da Itália com 12,19% e a do Japão com 9,25% (CECAFÉ, 2006).

Em relação às regiões brasileiras, a região Sudeste destaca-se como maior beneficiada pelo setor cafeeiro, por concentrar a produção do grão e as empresas torrefadoras e beneficiadoras do café. A produção de café na região Sudeste do país em 2005 foi de 29.449.000 sacas de 60kg beneficiadas, ou seja, 81% da produção nacional. A região Nordeste produziu 2.352.183 sacas; a Norte, 2.127.150 sacas; a Sul, 1.495.183 sacas; e a Centro-Oeste 570.100 sacas, segundo previsões feitas em junho de 2005 pelo AGRIANUAL (2006). A produção de café beneficiado por região brasileira, em termos proporcionais é vista na Figura 1.



Fonte: AGRIANUAL (2006).

Figura 1 - Produção de café beneficiado por região brasileira em 2005.

Em relação à produção estadual, nota-se, na Tabela 1, que o principal estado produtor é Minas Gerais, com 20.099.000 sacas de café beneficiado, colhidas em uma área de 1.006.324 hectares e 2.729.182 pés. O estado é responsável por 49,48% da produção nacional, além de possuir a maior área colhida e em formação e o maior número de pés de café em produção e em formação. Do total da produção mineira, as regiões Sul e Centro-Oeste do estado contribuíram com 52,80%, as regiões Zona da Mata, Jequitinhonha, Mucuri, Rio Doce, Central e Norte contribuíram com 28,90% e as regiões do Triângulo, Alto Paranaíba e Noroestes produziram 18,30% (CONAB, 2006).

Tabela 1 - Produção de café, área colhida e produtividade por estado brasileiro na safra 2006/2007

Estado	Parque Cafeeiro				Produção ³	Produtividade ⁴
	Em Formação		Em produção			
	Área ¹	Cafeeiros ²	Área ¹	Cafeeiros ²		
MG	117.484	363.142	1.006.324	2.729.182	20.099	19,97
ES	22.163	81.672	473.465	1.082.328	8.668	18,31
SP	11.959	42.521	204.120	385.707	4.407	21,59
PR	4.440	22.33	102.390	332.540	2.230	21,78
BA	2.750	3.849	97.794	249.265	2.189	22,38
RO	2.728	5.213	166.663	296.494	1.826	10,96
MT	2.040	5.100	30.380	75.950	278	9,15
PA	1.350	3.375	16.630	41.575	289	17,38
RJ	430	1.200	13.800	26.540	264	19,13
Outros	470	1.220	27.110	65.040	368	13,57
BRASIL	165.814	529.622	2.138.676	5.284.621	40.618	18,99

¹em ha. ²em mil covas. ³em mil sacas beneficiadas. ⁴em sc/ha. Dados referentes à segunda estimativa da safra 2006/2007.

Fonte: MAPA - S.P.C./ CONAB (2006).

O estado do Espírito Santo (ES) ocupa o segundo lugar no *ranking* dos estados produtores de café, com 8.668.000 sacas em uma área de 473.465 hectares e 1.082.328 pés, apresentando também o segundo lugar em área e pés em formação (CONAB, 2006). Os demais estados com destaque na produção nacional na safra 2006/2007 foram: São Paulo (SP), Paraná (PR), Bahia (BA) e Rondônia (RO). Em relação à

produtividade dos cafezais, nota-se significativa discrepância entre os estados com maior e os de menor produção de café (Tabela 1).

Estimando regressões simples para obtenção de Taxas Geométricas de Crescimento (TGC) (GUJARATI, 2000) da evolução nacional da produção, área colhida, produtividade, consumo, exportação, estoque e preços do café no período de 1985 a 2005, pode-se notar que no período 1985-2005 a produção apresentou um crescimento com uma TGC de 2,22% ao ano, enquanto a área colhida decresceu a uma TGC de 1,19% e a produtividade cresceu a uma TGC de 3,46%, indicando que a produção nacional de café tem crescido pela absorção de outros insumos que não a terra, uma vez que ocorreu no período a queda da área colhida, o que é permitido pela adoção de tecnologias de produção (Tabela 2).

Tabela 2 - Análise da evolução por taxas geométricas de crescimento (TGC) de produção, área colhida, produtividade, consumo, exportação, estoque e preços do café no período de 1985 a 2005

Variável	Constante	Inclinação	R ²	TGC
Produção	-41,103	0,022	0,195	2,22%
Área colhida	25,031	-0,012	0,281	-1,19%
Produtividade	-61,512	0,034	0,409	3,46%
Consumo	-63,859	0,033	0,920	3,36%
Exportação	-44,221	0,024	0,374	2,43%
Estoque	131,307	-0,064	0,757	-6,20%
Preços	80,156	-0,038	0,284	-3,73%

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do AGRIANUAL (2006).

Ainda em relação à Tabela 2, quando analisados consumo, exportação, estoque e preços, os dois primeiros foram crescentes no período, com uma TGC de 3,36% e 2,43%, respectivamente, enquanto os estoques apresentaram uma TGC de -6,20%, e os preços uma TGC de -3,73%.

Em relação ao consumo, entre 05/2005 e 04/2006 o consumo doméstico de café esteve em alta, apresentando crescimento de 2,93% no período, contra a média mundial de 1,5% ao ano. Com o consumo *per capita* de 4,22kg de café em pó torrado/moído e 15,95 milhões de sacas entre 05/2005 e 04/2006, o Brasil é

responsável por 13% do consumo mundial da bebida, tendo ainda a potencialidade de elevar o consumo por meio da melhoria da qualidade do produto (ABIC, 2006), contribuindo para a elevação da demanda do café, do emprego e da renda interna do país. A Tabela 3 apresenta a evolução do consumo interno de café no período 1990-2006.

Tabela 3 - Evolução do consumo interno de café em sacas e *per capita* no período 1990-2006

Ano	Consumo (milhões de sacas*)		Consumo (kg/habitante ano)	
	Torrado/Moído	Total**	Verde	Torrado
1990	-	8,20	3,39	2,71
1991	-	8,50	3,47	2,78
1992	-	8,90	3,58	2,87
1993	-	9,10	3,62	2,89
1994	-	9,30	3,65	2,92
1995	-	10,10	3,88	3,11
1996	10,60	11,00	4,16	3,33
1997	11,00	11,50	4,3	3,44
1998	11,60	12,20	4,51	3,61
1999	12,20	12,70	4,67	3,73
2000	12,60	13,20	4,76	3,81
2001	13,00	13,60	4,88	3,91
2002	13,30	14,00	4,83	3,86
2003	12,90	13,70	4,65	3,72
2004	14,10	14,90	5,01	4,01
2005	14,60	15,50	5,14	4,11
05/2005-04/2006	15,00	16,00	5,28	4,22

* em sacas de 60kg. ** inclusive café solúvel.

Fonte: ABIC (2006).

Segundo dados da ABIC (2006), o consumo *per capita* de café verde que em 1990 era de 3,39kg elevou para 5,28kg em abril de 2006, uma variação de 55,75%. O consumo *per capita* de café torrado elevou de 2,71kg para 4,22kg, uma variação de 55,71%. Já o consumo total de café, inclusive café solúvel, passou de 8,20kg para 16,00kg, variando 95,12% (Tabela 3).

1.2- Importância da irrigação na lavoura cafeeira

A cafeicultura irrigada ocupa cerca de 8% da área cultivada de café nacional e encontra-se em expansão desde as áreas com restrições hídricas até áreas tradicionais cafeeiras, como as regiões Sul e da Zona da Mata mineira (MANTOVANI, 2003). Segundo esse autor, essa expansão deve-se aos progressos técnicos e à oferta de sistemas de irrigação modernos a preços acessíveis, como a nova geração de aspersores, diversificação de modelos de pivô central, gotejadores autocompensadores e utilização da fertirrigação¹, entre outros.

Para BERNARDO *et al.* (2005), a irrigação apresenta muitas vantagens, como a elevação da produção e da produtividade, criação de empregos diretos e permanentes, elevação da renda, diminuição do êxodo rural e melhoria da saúde, educação, habitação e lazer dos irrigantes. Em regiões semi-áridas, para cada hectare irrigado ocorre a criação de cerca de 0,8 a 1,2 emprego direto e cerca de 1,0 a 1,2 emprego gerado indiretamente, ao passo que em áreas não-irrigadas os índices de empregos gerados giram em torno de 0,22. Ainda, conforme esse autor, as vantagens de um eficiente sistema de irrigação agrícola na produção se estendem ainda a: otimizar o uso de fertilizantes, proporcionar a redução do risco na agricultura, possibilitar trabalhos em escala na colheita e elevar o número de colheitas ao ano para cultivos de ciclo curto.

De acordo com MANTOVANI *et al.* (2003), a irrigação do cafeeiro, tendo por função evitar déficits hídricos das culturas, objetiva estabilizar a produção, elevar a produtividade e rentabilidade e melhorar a qualidade dos produtos, diminuindo perdas da produção e da qualidade final do produto.

DRUMOND *et al.* (2002) salientam que, entre os sistemas mais usados na irrigação do cafeeiro, cada um possui vantagens e limitações técnicas e econômicas. MANTOVANI (2000) argumenta que a escolha do sistema deve levar em conta as

¹ A fertirrigação é uma técnica que tem por objetivo aplicar fertilizantes via água, fornecendo nutrientes adicionais ao desenvolvimento da planta, sendo um método complementar à adubação (VIEIRA e BONOMO, 2000).

análises financeiras e técnicas, como os recursos do agricultor e as propriedades físicas do solo, a topografia, o tamanho da área, o clima, o manejo da cultura, os recursos hídricos e a eficiência da utilização da água pelo sistema. Além disso, segundo COELHO *et al.* (2006b), uma correta irrigação agrícola não requer apenas eficiência do sistema de irrigação, mas também eficiente manejo que adeqüe quantidade de água demandada necessária à planta no momento certo.

Segundo MANTOVANI (2000), os principais sistemas utilizados na cafeicultura irrigada são:

a) Irrigação por aspersão²: convencional, canhão hidráulico, autopropelidos e pivô central.

b) Irrigação localizada³: gotejamento.

Entre as características dos principais sistemas, MANTOVANI (2000) cita:

- Irrigação por aspersão convencional: técnica comum no campo, sendo empregada principalmente em áreas com até 10 hectares. O sistema requer maior dispêndio com a mão-de-obra, embora essa desvantagem possa ser minimizada por projeto de manejo. Outros tipos de sistemas por aspersão são: malha, tripa móvel e tripa automatizada.
- Irrigação por autopropelidos: a técnica é indicada para regiões com restrições hídricas e recomendada para áreas de 5 a 50 ha. O sistema requer mão-de-obra mais especializada e um trator (quase sempre) para seu manejo e demanda considerável energia.
- Irrigação por pivô central: característico de áreas com mais de 50 ha, o pivô central tem sido implantado principalmente no Triângulo e Alto Paranaíba, MG,

² Sistemas de irrigação por aspersão caracterizam-se pelo lançamento da água sobre a área cultivada.

³ Sistemas de irrigação localizada são caracterizados pelo lançamento da água na região das raízes, obtendo alta uniformidade hídrica.

e no Oeste baiano. O sistema possui custo competitivo e otimiza o emprego da mão-de-obra.

- Irrigação por gotejamento: encontra-se em fase de expansão na cafeicultura irrigada e vem apresentando o melhor ajuste para a cultura, embora possua maior custo de implantação, o que tem levado produtores a criar sistemas alternativos, como perfurações em tubulações ou uso de microaspersores artesanais. Algumas vantagens da técnica são a economia no uso da água e na mão-de-obra e a facilidade de fertirrigação.

Entre os diversos sistemas de irrigação do cafeeiro, a irrigação por aspersão desperta maior interesse por parte dos produtores. No entanto, restrições hídricas têm contribuído na substituição do sistema de aspersão pelo localizado por gotejamento (TESSLER, 2000). De acordo com Segundo Camp *et al.* (1997, citado por SOUZA *et al.*, 2003), a irrigação por gotejamento tem a vantagem de ser altamente uniforme e eficiente no uso da água, além de possibilitar o uso de produtos químicos diretamente via irrigação (quimificação).

Conforme SOUZA *et al.* (2003), a aplicação uniforme da água interfere diretamente na produtividade e energia gasta para seu bombeamento. A uniformidade proporciona ainda a elevação da produtividade (Soares *et al.*, 1993, citado por SOUZA *et al.*, 2003).

Para BERNARDO *et al.* (2005), as principais vantagens da irrigação localizada são: maior eficiência da utilização dos recursos hídricos; maior produtividade; maior eficiência no uso dos fertilizantes e no controle fitossanitário; maior eficácia no uso de água salina e em solos salinos (o direcionamento da água diretamente para as raízes das plantas pelos sistemas de irrigação localizados evita a disseminação excessiva da água salina sobre o solo e sobre as plantas); e a maior facilidade no manejo na cultura.

No entanto, sistemas de irrigação localizados, como gotejamento com alta uniformidade, podem apresentar problemas com obstruções dos emissores por partículas minerais e substâncias orgânicas, causadas principalmente pela pouca

velocidade da água e pequeno diâmetro dos emissores (CORDEIRO *et al.*, 2002), o que é aparentemente uma limitação do sistema, pois a adubação convencional via água é a mais difundida na fertirrigação. Segundo BERNARDO *et al.* (2005), as principais desvantagens da irrigação localizada se concentram nos possíveis entupimentos e na distribuição radicular da água, a qual, por promover constante umidade uniforme do solo, concentra as raízes em uma região limitada, causando menos firmeza da planta ao solo e criando condições de possíveis tombamentos, principalmente em árvores frutíferas cultivadas em áreas com ventos mais fortes.

Outro sistema de irrigação de grande potencialidade na irrigação é o por malha, que, embora seja um sistema por aspersão, apresenta uniformidade, baixo consumo de água e energia e custo relativamente baixo de implantação e manutenção (VICENTE *et al.*, 2003), embora o sistema não seja indicado para a realização da fertirrigação, devido a maior dispersão da água e dos fertilizantes sobre o solo que os sistemas localizados, ocasionando desperdícios dos insumos.

Como o consumo de água pela irrigação e fertirrigação por gotejamento e irrigação por malha é baixo, eles podem ainda contribuir com a redução dos custos, devido à utilização da água no campo em um cenário de cobrança do recurso no meio rural. A possibilidade dessa cobrança cria a necessidade de análise cuidadosa da escolha do sistema a ser implantado nas culturas, uma vez que diferentes técnicas de irrigação e fertirrigação demandam diferentes quantidades de água.

Escolhido e implantado o sistema na lavoura, o agricultor tem a opção de promover a técnica de fertirrigação. A eficácia da fertirrigação está positivamente relacionada com o grau de uniformidade do sistema. O desempenho da fertirrigação depende da qualidade da água, do fertilizante empregado e do comportamento da mobilidade dos nutrientes no solo. De forma geral, a fertirrigação é mais eficaz quando aplicada via métodos de irrigação localizada, em razão da sua alta uniformidade hídrica, a qual permite melhor controle da qualidade da água e mantém a umidade do solo aproximada à capacidade de campo (VIEIRA; BONOMO, 2000). Os fertilizantes mais indicados para fertirrigação são os solúveis em água; especialmente em sistemas

de irrigação por gotejamento, eles devem ser puros, para não causar obstrução dos emissores (Burt *et al.*, 1995; Vieira, 1998; citados por VIEIRA; BONOMO, 2000).

Conforme Costa *et al.* (1994), Burt *et al.* (1995) e Vieira (1998), citados por VIEIRA e BONOMO (2000), os principais benefícios e limitações da fertirrigação são os que se seguem.

Benefícios

- Minimiza custos na aplicação dos fertilizantes e eleva sua uniformidade.
- Evita a compactação do solo pela aplicação convencional de fertilizantes, causada pelo transporte dos produtos em máquinas.
- Provoca maior parcelamento no uso dos fertilizantes, evitando desequilíbrios dos nutrientes nas plantas e no solo.
- Permite a aplicação conjunta de fertilizantes e defensivos químicos.
- Propicia menor contaminação do meio ambiente, devido ao melhor aproveitamento dos fertilizantes e defensivos químicos pelas plantas.
- Eleva a eficiência do aproveitamento dos nutrientes pelas plantas, no caso do sistema por gotejamento.

Limitações

- Fertilizantes mais indicados para a fertirrigação, mais solúveis, podem ser relativamente mais caros que os convencionais.
- A utilização de equipamentos inadequados e a falta de responsabilidade com as medidas de segurança podem contaminar o meio ambiente.
- Aumento da possibilidade de corrosão tanto dos equipamentos como das bombas injetoras utilizadas.
- No caso dos sistemas de irrigação por aspersão, os fertilizantes não são aplicados localizadamente.

1.3- O problema e sua importância

Mesmo com o significativo crescimento da irrigação das lavouras de café no Brasil, não existem informações concretas sobre a viabilidade econômica desse processo para responder às conquistas tecnológicas obtidas ao longo do tempo.

Em áreas de fronteira agrícola, que possuem temperatura, altitude e solos adequados ao cultivo de café, mas elevados déficits hídricos, os resultados empíricos apontam no sentido da viabilidade econômica da irrigação, mesmo porque a condução das lavouras seria inviável sem elas. Nas regiões produtoras tradicionais, onde as práticas de irrigação são feitas de forma suplementar, sua viabilidade econômica é muito discutida e carente de estudos. Autores como SILVA *et al.* (2003b) afirmam que não existe resposta definitiva sobre sua viabilidade em regiões úmidas, o que justifica pesquisas sobre a irrigação do cafeeiro nessas áreas.

Estudos têm demonstrado que mesmo em regiões com condições hídricas favoráveis ocorre significativo ganho de produtividade na cafeicultura irrigada e fertirrigada, sendo esses sistemas tecnicamente viáveis, como é observado por MANTOVANI (2003) e COELHO *et al.* (2006a). Nessas áreas cafeeiras tradicionais, o uso dos sistemas tem sido direcionado para contornar a não-regularidade de chuvas e ocorrência de veranicos, especialmente nas fases de floração e granação (ITEM, 2000).

No entanto, para que a implementação dos sistemas seja economicamente viável, é necessário que se observem benefícios líquidos com o uso da irrigação, além desses superarem os retornos provenientes da cafeicultura não-irrigada.

A possibilidade de cobrança do uso da água no campo - aliada à elevação da produtividade do café irrigado e dos gastos nas propriedades rurais com energia elétrica, insumos, mão-de-obra, custo de implantação, manutenção e funcionamento dos equipamentos para irrigar - cria a necessidade de estudo sobre a viabilidade econômica do uso desse sistema no cafeeiro em diferentes cenários, principalmente em regiões úmidas.

Nesse sentido, justifica-se analisar a viabilidade econômica da utilização das alternativas tecnológicas de produção de café com os sistemas de irrigação do cafeeiro

em regiões tradicionais, caracterizadas por condições hídricas favoráveis à cafeicultura. Tal pesquisa contribuirá diretamente para a tomada de decisão no emprego de tais técnicas pelos cafeicultores dessas áreas.

Neste trabalho, foi efetuado um estudo de caso sobre a viabilidade econômica da implantação de alternativas tecnológicas de irrigação na produção de café no município de Viçosa, localizado na Zona da Mata mineira, que pertence a uma região tradicionalmente produtora de café. A escolha desse local para pesquisa deve-se à importância econômica do cultivo do café para o município e ao fato de a região apresentar um nível pluviométrico favorável à cafeicultura, possibilitando a concretização do trabalho.

1.4- Hipótese

Nas tradicionais regiões produtoras de café, os benefícios líquidos gerados a partir da implantação das alternativas tecnológicas de irrigação são positivos e maiores que os oriundos da cafeicultura não-irrigada.

1.5- Objetivos

1.5.1- Geral

Analisar a viabilidade econômica da implantação de alternativas tecnológicas de irrigação na produção de café em uma região tradicionalmente produtora.

1.5.2- Específicos

a) Elaborar o fluxo de caixa do cafeeiro não-irrigado e irrigado para diferentes alternativas tecnológicas;

b) Estimar indicadores de análise da viabilidade econômica e simular cenários para as alternativas tecnológicas de produção de café não-irrigado e irrigado;

c) Identificar as variáveis mais sensíveis nos fluxos de caixa e quantificar o risco nas diferentes alternativas tecnológicas de produção.

2- REFERENCIAL TEÓRICO

2.1- Análise econômica de projetos de investimento

Um projeto de investimento é a análise da relação técnica e monetária entre os insumos necessários a produção e a própria produção em si, de tal forma que para o projeto ser viável é necessário que os benefícios gerados pela transformação dos insumos em produtos sejam maiores que os custos da transformação.

Segundo BUARQUE (1991), a análise de projetos é feita pelas óticas econômica e privada, sendo a primeira entendida como a análise dos efeitos do projeto sobre a economia global na realização do bem coletivo. Já a análise privada considera a geração dos benefícios financeiros criados pelos projetos para a satisfação empresarial. Assim, a primeira análise apresenta os benefícios e custos do projeto em valores econômicos e, a segunda, considera os valores em termos de mercado. BUARQUE (1991) salienta que ambas são ainda incompletas no estudo do mérito total dos projetos, pois nenhuma promove o estudo dos efeitos da distribuição dos benefícios e custos gerados sobre as diferentes classes sociais, o que evidencia a necessidade de uma avaliação social.

Para REZENDE e OLIVEIRA (2001), os projetos são analisados pela ótica econômica, ou financeira, e social. Quando as receitas e custos são mensurados pelo valor privado, a avaliação será econômica ou financeira. Por sua vez, quando as

receitas e os custos forem verificados pelo ponto de vista social, ter-se-á a análise social. Já WOILER e MATHIAS (1996) consideram a análise econômica diferente da financeira, afirmando que os órgãos financiadores concentram-se nas avaliações financeiras, enquanto os empresários devem considerar tanto o mérito financeiro como o econômico.

Dessa forma, pode-se observar que os projetos de investimento podem ser analisados dos pontos de vista social, econômico e financeiro, sendo a diferença entre eles peculiar a cada autor. No caso do atual trabalho, foi efetuada a avaliação econômica privada de projetos de investimentos conforme WOILER e MATHIAS (1996), o que é análogo à análise financeira apresentada por BUARQUE (1991) e à econômica, ou financeira, de REZENDE e OLIVEIRA (2001).

Segundo WOILER e MATHIAS (1996), os projetos podem ser classificados por tipo, de acordo com o setor onde estão inseridos. No caso de projetos macroeconômicos, eles podem ser agrícolas, industriais e de serviços. Em termos microeconômicos, eles poderiam ser classificados em: de implantação, expansão, modernização, realocização e diversificação. De acordo com o serviço que o projeto prestará à empresa, sua classificação pode ser estendida a projetos de viabilidade, final e financiamento.

GITMAN (1997) classifica os projetos em independentes e mutuamente excludentes. Os primeiros são caracterizados pela independência dos fluxos de caixa entre si, em que a opção por um projeto não requer a exclusão do (s) outro (s), o que não acontece no caso dos projetos mutuamente excludentes, em que a escolha de projeto elimina a implantação dos demais, pois eles, nesse caso, exercem a mesma função. Para WOILER e MATHIAS (1996), os projetos podem ser dependentes ou independentes, sendo o primeiro subdividido em substituto, que são projetos mutuamente excludentes, e complementares, que são projetos com benefícios elevados pela implantação de outro (s). O conceito de projetos independentes dado por WOILER e MATHIAS (1996) é o mesmo de GITMAN (1997).

Dentre as etapas de elaboração de projetos, destacam-se como de grande importância às análises quantitativas e qualitativas que resultarão no fluxo de caixa do

projeto. A correta construção do fluxo 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 ocorridas durante o período de vigência do projeto. Dentre os critérios econômicos de viabilidade de projetos, destacam-se o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Período de *Payback* (PP). Segundo CONTADOR (1981), os critérios são essenciais para aceitação e classificação da rentabilidade dos projetos, não existindo, porém, um indicador unânime de viabilidade.

Conceitualmente, o Valor Presente Líquido (VPL) é definido como o retorno monetário do investimento descontado o valor do dinheiro no tempo a uma taxa exógena. Assim o VPL é a soma do valor presente dos benefícios líquidos gerados pelo projeto. Por outro lado, a Taxa Interna de Retorno (TIR) representa a taxa de desconto endógena gerada pelo projeto que torna o VPL igual a zero, sendo definida como a taxa de juros composta oferecida pelo projeto. Já o Período de *Payback* (PP) representa o tempo de recuperação do capital investido, sendo uma medida de liquidez do projeto.

Conforme ROSS *et al.* (1997), as principais vantagens e desvantagens dos critérios de avaliação econômica de projetos VPL, TIR e PP são:

- Valor Presente Líquido (VPL): critério de decisão preferível, não apresentando deficiências sérias.
- Taxa Interna de Retorno (TIR): relacionado com o VPL e de fácil entendimento e transmissão. No entanto, apresenta deficiências, como: possibilidade de obtenção de respostas múltiplas e geração de decisões incorretas em projetos mutuamente excludentes.
- Período de *Payback* (PP): fácil entendimento, considera as incertezas de fluxos de caixa mais longos e funciona como um ponto de equilíbrio para o investimento. A desvantagem do critério está em basear-se em um período de tempo-limite, desconsiderar fluxos de caixa além do tempo-

limite, ser viesado na análise de projetos com vida útil elevada e não considerar o valor do dinheiro no tempo⁴.

Outro critério que pode ser utilizado na avaliação de projetos é o Custo Total Médio (CTMe) de produção, dado pelo custo total de produção por unidade produzida. O CTMe é de fácil de entendimento e serve como parâmetro para análise de eficiência e competitividade entre processos produtivos. Dados os processos competitivos e os preços iguais entre os produtos, diz-se que o processo produtivo com menor CTMe é mais competitivo no mercado, uma vez que esse processo comporta preços de venda menores do produto. Caso o preço de venda esteja abaixo do CTMe, a produção não remunera o capital utilizado na produção.

Em relação aos indicadores VPL, TIR e PP, duas consideráveis diferença entre eles existe. A primeira que o PP é um indicador de liquidez. Como o Período de Payback (PP) desconsidera fluxos de caixa futuros, além de uma data-limite para recuperação do investimento, ele não identifica a rentabilidade do projeto e sim sua liquidez, o que o classifica como um indicador de liquidez, embora se presuma que projetos com menores tempos de recuperação do investimento sejam mais rentáveis. A segunda diferença refere-se ao fato do PP não considerar o valor do dinheiro no tempo, embora exista a possibilidade de considerar o valor do dinheiro no tempo no indicador PP, obtendo então o Período de Payback Descontado (PPD).

No que diz respeito à taxa de desconto, ela permite fazer comparações entre saldos financeiros presentes e futuros ao considerar o valor do dinheiro no tempo (LANNA, 2000). Segundo LANNA (2000), em análise de projeto social a taxa deve ser igual à disposição da sociedade em deixar de consumir hoje para disponibilizar recursos para promover investimentos futuros. Já no caso da análise econômica privada, a taxa deve refletir o custo de oportunidade dos recursos empregados. Na análise financeira, a taxa é dada pelo mercado financeiro, ou seja, pela taxa de juros do mercado.

⁴ Existe a possibilidade de considerar o valor do dinheiro no tempo. Nesse caso, o Período de *Payback* (PP) é denominado Período de *Payback* Descontado (PPD).

Entre as várias maneiras de determinação da taxa de desconto, WOILER e MATHIAS (1996) citam o método da adoção da taxa constante e igual ao custo de capital emprestado, a estimação da taxa pelo ponto de equilíbrio entre o capital disponível à empresa e a taxa de juros e a determinação da taxa de desconto pela média ponderada do capital próprio e de terceiro empregados no projeto.

Outro ponto de destaque na avaliação de projetos é a escolha do horizonte temporal. Segundo WOILER e MATHIAS (1996), a problemática da determinação da duração do projeto deve-se ao fato de períodos longos diminuírem a confiabilidade dos resultados e de períodos curtos subestimarem retornos ao omitir fluxos de caixa futuros. Para solucionar esse problema, esses autores citam alguns métodos para escolha temporal, como a estipulação com base na vida útil média do projeto, a fixação do horizonte via conceito de depreciação fiscal dos equipamentos e a adoção do período em função da obsolescência do processo ou do ciclo de vida do produto.

Ao longo da vida útil do projeto, NORONHA (1987) destaca que o conjunto de preços das variáveis de entrada e saída do fluxo de caixa do projeto podem ser proveniente de duas maneiras. A primeira pela previsão futura dos preços e a segunda pela repetição dos preços coletados na época da elaboração do projeto ao longo da vida útil do projeto, tendo como hipótese de que ao longo do tempo os preços relativos e o nível geral de preços sejam constantes. Por ser mais arriscado, devido aos erros de estimação e por ser mais custoso, o primeiro método é menos utilizado, sendo o segundo método o mais empregado, mesmo quando se tem altas taxas de inflação.

2.2- Riscos do projeto

Nenhum projeto está livre de riscos, e os retornos estimados sempre estão sujeitos a incertezas, exigindo que os analistas promovam estimativas dos indicadores dos riscos e incertezas (BUARQUE, 1991).

Embora aparentemente iguais, riscos e incertezas possuem definições diferentes. WOILER e MATHIAS (1996) definem riscos como possibilidades de variação futura no retorno de certa alternativa, de forma que riscos existem quando

determinados estados futuros são conhecidos juntamente com suas probabilidades de realização. Já as incertezas ocorrem quando não se conhece o futuro nem suas probabilidades de ocorrência.

Risco é a possibilidade da ocorrência de um prejuízo financeiro, sendo muitas vezes definido como a variabilidade dos retornos dos ativos (GITMAN, 1997), sendo, para WOILER e MATHIAS (1996), devidos principalmente à grande quantidade de informação contida no projeto e de estimação dos valores utilizados para as variáveis, o que é inevitavelmente um risco, pois não se trabalha com valores reais. Segundo os autores, riscos podem ser classificados como internos e externos, sendo os primeiros provenientes de fontes endógenas e passíveis de influências empresariais, ao passo que os riscos externos são oriundos de fontes exógenas e as empresas possuem poucos meios para contorná-los.

THIRY-CHERQUES (2004) sugere as seguintes alternativas para minimização dos riscos: exaustiva análise das influências das externalidades no projeto, obtenção de informações históricas recentes no setor onde o projeto será concretizado e levantamento de dados de mercado e de informações comerciais.

BUARQUE (1991) apresenta três maneiras de reduzir os riscos:

- a) Análise cuidadosa dos dados futuros, como as condições e possibilidades da propagação dos preços e insumos e da vida útil dos equipamentos.
- b) Aplicação de dados conservadores quando o valor da variável for duvidoso.
- c) Utilização de valores otimistas, realistas e pessimistas para as principais variáveis do projeto.

No entanto, para BUARQUE (1991) essas medidas são limitadas porque deformam a rentabilidade real do projeto. Assim, o autor também sugere a seguinte forma de análise do risco:

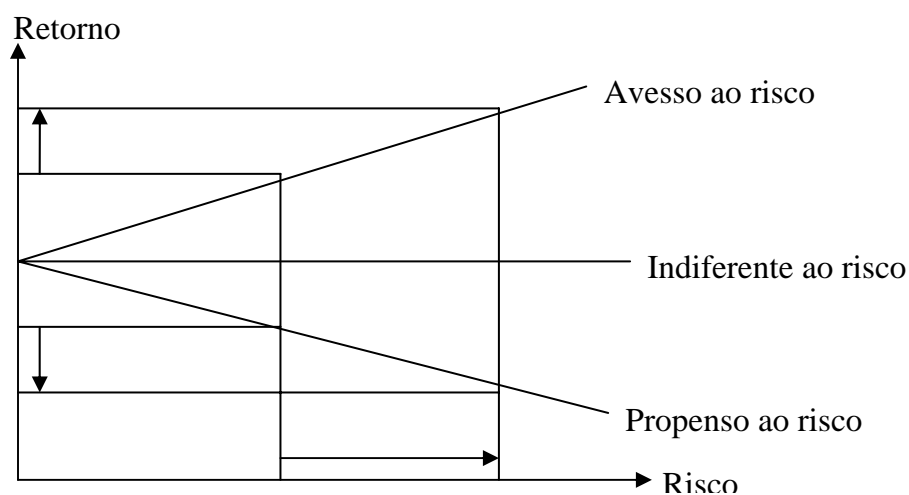
- a) Identificação das principais variáveis que interferem nos retornos do investimento.
- b) Cálculo dos possíveis valores para essas variáveis e suas probabilidades de realização.

c) Simulação em conjunto dos possíveis valores das variáveis de acordo com suas probabilidades.

d) Apresentação dos retornos obtidos em forma de distribuição de probabilidade simples ou acumulada.

Com o propósito de minimizar os riscos, WOILER e MATHIAS (1996) sugerem: fazer estimativas mais cuidadosas; proceder a ajustes empíricos para não superestimar ou subestimar os valores; elaborar projeções pessimista, média e otimista das variáveis, promover o ajuste da taxa de desconto pelo risco, elevando a taxa para investimentos mais arriscados; fazer o ajuste pela incerteza equivalente; e promover análise de sensibilidade. Esses autores salientam ainda que a análise de risco é aperfeiçoada pelo emprego das simulações de Monte Carlo, baseadas na aleatoriedade dos valores das variáveis.

Diante do risco, os indivíduos podem apresentar três diferentes comportamentos: ser avesso, tendencioso ou indiferente (GITMAN, 1997; VARIAN, 1993; DEBERTIN, 1986; PINDYCK; RUBINFELD, 2006). A Figura 2 demonstra de forma gráfica os diferentes comportamentos.



Fonte: GITMAN (1997).

Figura 2 - Preferências e comportamentos em relação ao risco.

Pela Figura 2, quando o indivíduo é indiferente ao risco, nenhuma alteração no nível do retorno de um ativo é exigida quando ocorre elevação do risco. No entanto,

alguns indivíduos são propensos ao risco, sendo atraídos pela sua elevação. Essa tendenciosidade leva o indivíduo a requerer maiores riscos, mesmo diante de menores retornos. Por outro lado, quando se é avesso ao risco, incrementos na taxa do retorno são exigidos na alta dos riscos; caso contrário, o ativo é desprezado, pois se exige uma compensação quando a possibilidade de perdas eleva-se. A maioria das pessoas se enquadra nesse tipo de comportamento conservador e não-agressivo (GITMAN, 1997). De modo geral, os indivíduos tendem a preferir ativos com maior relação retorno/risco aos ativos com menor retorno/risco.

DEBERTIN (1986) e PINDYCK e RUBINFELD (2006) apresentam o comportamento e a preferência diante do risco por meio de curvas de indiferença, relacionando as rendas esperadas à sua variabilidade, em desvio-padrão. A Figura 3 representa três tipos de comportamento diante do risco. A curva de indiferença A (U_A) descreve indivíduos avessos ao risco, demonstrando que a elevação no desvio-padrão da renda exige significativo crescimento da renda esperada para compensar a alta do nível do risco. Por sua vez, a curva de indiferença C (U_C) refere-se a indivíduos propensos ao risco, em que a elevação no nível de risco provoca quedas na exigência dos retornos esperados. Por fim, a curva de indiferença B (U_B) caracteriza pessoas neutras em relação ao risco; nesse caso, a alta deste não altera o nível de renda esperado exigido.

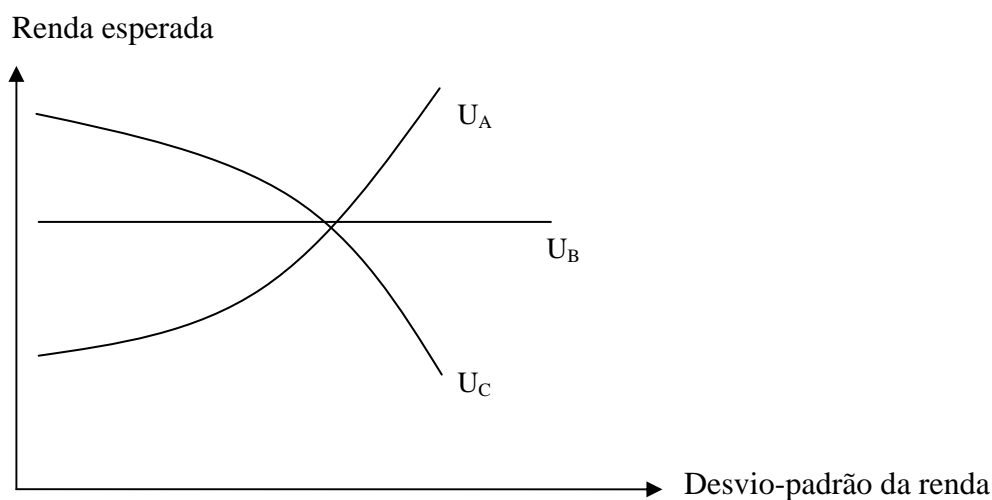
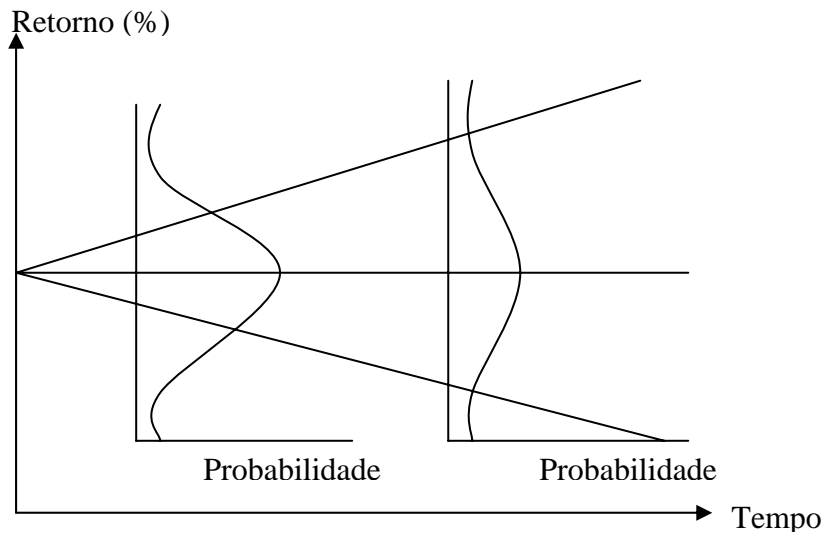


Figura 3 - Curvas de indiferenças, renda esperada e desvio-padrão da renda.

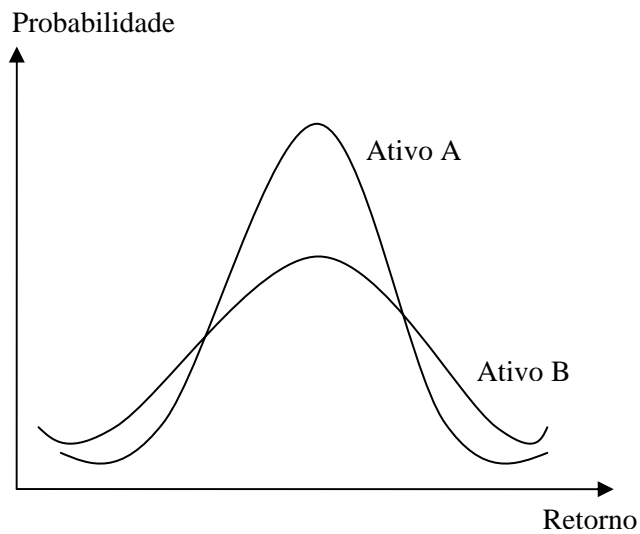
Além disso, como as previsões futuras possuem maiores níveis de erros, com o passar do tempo, a variabilidade dos retornos dos ativos eleva-se com o tempo, caracterizando o risco como uma função crescente do tempo, como é visto na Figura 4.



Fonte: GITMAN (1997).

Figura 4 - Risco como função crescente do tempo.

Os riscos podem ser mensurados quantitativamente pela transformação das possibilidades das perdas em probabilidades, sendo geralmente expressos por gráficos de barras, que relacionam cada taxa de retorno a cada probabilidade de ocorrência. Quando se tem todas as possíveis taxas de retorno e as respectivas probabilidades, o risco é mais bem mensurado. Nesse caso, é viável expressar o risco pela distribuição de probabilidade contínua, construída a partir da distribuição de frequência dos retornos passados, como é demonstrado na Figura 5 (GITMAN, 1997).



Fonte: GITMAN (1997).

Figura 5 - Distribuição de probabilidade contínua do retorno do ativo.

Segundo GITMAN (1997), o risco pode ser mensurado pelo desvio-padrão, medindo a dispersão dos retornos em relação ao seu valor esperado ou médio. Quanto maior o desvio, maior o risco do ativo. Na Figura 5, o ativo B apresenta maior risco que o ativo A, pois o retorno do ativo B possui maior variabilidade. O cálculo do desvio-padrão é dado pela equação:

$$\sigma_K = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_i - \bar{K})^2}{n-1}} \quad (1)$$

em que σ_K é o desvio-padrão dos retornos do ativo; K , os retornos para cada observação i ; n ; o número de observações analisadas; e \bar{K} , o retorno esperado, que é dado pela equação:

$$\bar{K} = \sum_{i=1}^n K_i / n \quad (2)$$

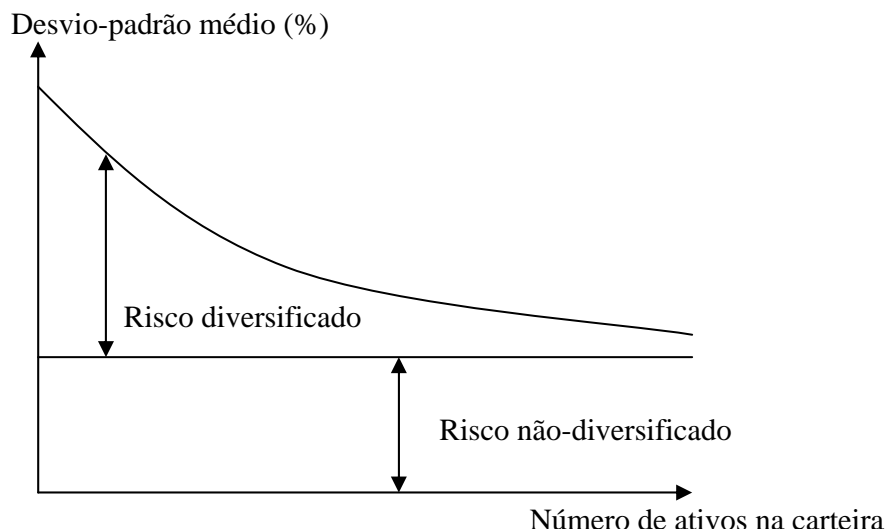
Ainda de acordo com GITMAN (1997), quando se quer medir e comparar riscos de ativos com diferentes retornos, usa-se o indicador de coeficiente de variação, pois é mais indicado para análise da dispersão relativa dos retornos quando as médias dos retornos são diferentes. O coeficiente de variação é determinado pela equação:

$$CV = \sigma_k / \bar{K} \quad (3)$$

em que CV é o coeficiente de variação. Quanto maior o CV, maior o risco do ativo, visto que maior é a proporção do desvio-padrão em relação à média do retorno do ativo.

Conforme ROSS *et al.* (1997), o risco pode ser sistemático e não-sistemático. O primeiro é o risco não diversificado ou de mercado, que influencia a grande maioria dos ativos. A formação de carteira de investimento e sua diversificação não eliminam esse tipo de risco. Por sua vez, a diversificação da carteira pela inclusão de novos ativos reduz o risco não-sistemático ou diversificado. Isso é possível porque, ao contrário do risco sistemático, o não-sistemático atinge apenas um pequeno grupo de ativos. Dessa forma, a diversificação das carteiras de investimento é eficaz na redução do risco, mas não totalmente, porque uma parte do risco é não-diversificada.

Uma representação dos efeitos da diversificação sobre as carteiras é mostrada na Figura 6, na qual se observa que o aumento do número de ativos na carteira promove a queda do risco, embora o risco sistemático não seja eliminado, pois ele influencia praticamente todos os ativos da carteira e não apenas um pequeno grupo destes (ROSS *et al.*, 1997).



Fonte: ROSS *et al.* (1997).

Figura 6 - Risco e diversificação de carteiras.

Tendo a diversificação a capacidade de eliminar o risco não-sistemático, o retorno esperado da carteira e de cada ativo depende exclusivamente do risco sistemático. Dessa forma, o ajuste do retorno da carteira ou do ativo em assumir risco deve ser efetuado apenas pelo risco sistemático (ROSS *et al.*, 1997).

O retorno de um ativo i ajustado pelo nível de risco sistemático é dado pela equação⁵:

$$E(R_i) = R_f + \beta_i[E(R_m) - R_f] \quad (4)$$

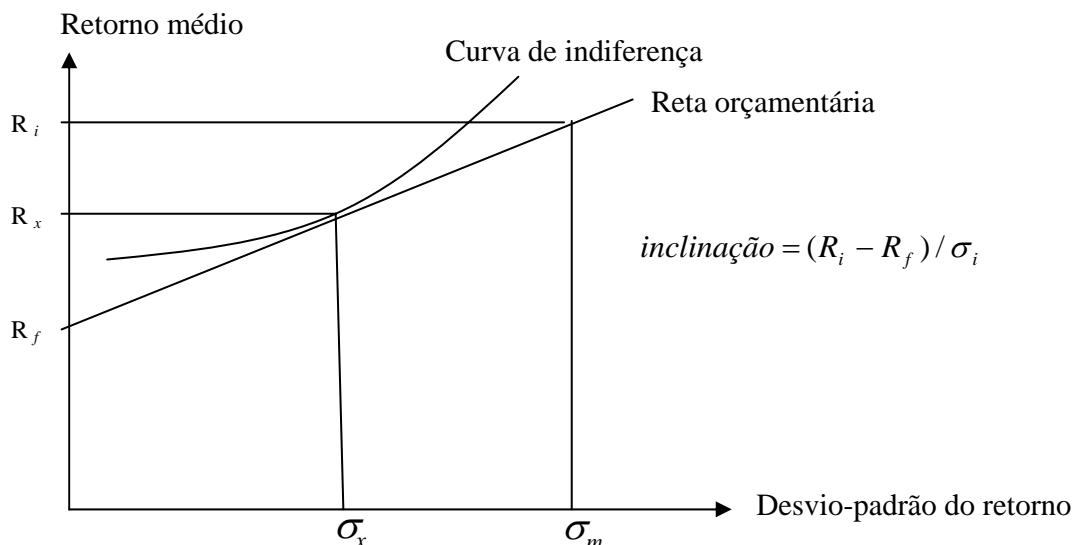
em que $E(R_i)$ é o retorno esperado de um ativo i ; R_f , o retorno livre de risco; β_i , o nível de risco sistemático do ativo; $E(R_m)$, o retorno esperado do mercado; e $E(R_m) - R_f$, o prêmio por assumir risco. Segundo VARIAN (2003), a condição para equilíbrio no mercado de ativo é que o retorno esperado dos ativos, que são ajustados

⁵ Essa mesma equação é utilizada para o cálculo do retorno esperado da carteira ajustado pelo risco; para isso, basta calcular o β da carteira (ROSS *et al.*, 1997).

pelo risco, seja igual, pois ativos que possuem maior relação retorno/risco despertam um rápido interesse dos indivíduos, fazendo com que seu preço suba e apresente a mesma relação retorno/risco que os demais ativos do mercado.

Conforme VARIAN (1993), a equação 3, conhecida como CAPM (*Capital Asset Pricing Model*), deriva-se do ponto de interseção da reta orçamentária e da curva de indiferença do comportamento do indivíduo em relação ao risco. Nesse ponto, a Taxa Marginal de Substituição (TMS) entre risco e retorno é igual à inclinação da reta orçamentária, sendo essa inclinação o preço do risco⁶.

A Figura 7 demonstra o ponto de interseção das curvas para um indivíduo avesso ao risco. A curva de indiferença mede as preferências do indivíduo em relação ao retorno e ao risco, enquanto a reta orçamentária expressa o custo em conseguir maior retorno dado à elevação do risco, medida pelo desvio-padrão do retorno (VARIAN, 1993).



Fonte: VARIAN (1993).

Figura 7 - Risco e retorno.

⁶ Para essa conclusão, segundo VARIAN (1993), é necessária a pressuposição de que as preferências dos indivíduos dependem apenas da média e da variância de sua riqueza; dessa forma, podem-se traçar curvas de indiferença que ilustrem o comportamento do indivíduo sobre retorno e risco.

Matematicamente, no ponto de escolha ótima entre retorno e risco tem-se:

$$p = TMS = \frac{(R_i - R_f)}{\sigma_i} \quad (5)$$

em que p é o preço do risco; TMS, a taxa marginal de substituição entre risco e retorno; R_i , o retorno do ativo de risco; R_f , o retorno livre de risco; e σ_i , o desvio-padrão dos retornos do mercado.

3- MODELO ANALÍTICO

3.1- Indicadores de viabilidade econômica de projetos

Após a obtenção do fluxo de caixa líquido de um projeto, dado pela diferença monetária entre entradas e saídas do fluxo de caixa, são utilizados indicadores de viabilidade econômica para analisar a rentabilidade do projeto. No trabalho, foram utilizados os indicadores:

Valor Presente Líquido (VPL)

Representa o retorno monetário do investimento descontado o valor do dinheiro no tempo a uma taxa predeterminada (exógena), ou seja, é a soma do valor presente dos benefícios líquidos gerados pelo projeto. Algebricamente:

$$VPL = \sum_{t=0}^n (B - C)_t / (1 + r)^t \quad (6)$$

em que B são os benefícios; C, os custos e investimentos gerados pelo projeto; t , o período de tempo; n , o tempo limite; e r , a taxa de desconto utilizada. Pelo critério, quando $VPL > 0$, o projeto é viável; $VPL < 0$, inviável; e $VPL = 0$, indeterminado.

Taxa Interna de Retorno (TIR)

É a taxa de desconto interna (endógena) gerada pelo projeto que torna o VPL igual a zero. Algebricamente:

$$VPL = \sum_{t=0}^n (B - C)_t / (1 + r)^t = 0 \quad (7)$$

em que B são os benefícios; C, os custos e investimentos gerados pelo projeto; t , o período de tempo; n , o tempo limite; e r , a taxa de desconto interna. Como a TIR é a máxima taxa de desconto suportada pelo projeto antes que $VPL < 0$, então pode-se concluir que, dada uma taxa de Custo de Oportunidade de Capital (COC), tem-se que quando $TIR > COC$, o projeto é viável; $TIR < COC$, inviável; e $TIR = COC$, indeterminado.

Custo Total Médio (CTMe)

É o custo total de se produzir uma unidade do produto. Quanto menor o CTMe, maior a eficiência e competitividade. O CTMe é obtido pela razão:

$$CTMe = CT / q \quad (8)$$

em que CT é o custo total de produção e q a quantidade produzida. Os CTMe menores são preferidos, uma vez que a um dado nível de preço obtém maior margem de ganho por unidade produzida e pode-se abranger maior parcela do mercado via política de concorrência de preços pelas empresas. No trabalho foi considerado o CTMe nominal, sem considerar o valor do dinheiro no tempo, durante a fase mais produtiva do café, compreendida entre os anos 5 e 12 após o cultivo das mudas.

Período de *Payback* (PP)

É definido como o tempo de recuperação do capital investido. Quanto menor o período de recuperação, maior a liquidez do projeto e, presumidamente, maior o retorno do investimento. Em forma de equação, o PP seria o tempo necessário para:

$$PP = \sum_{t=0}^n (B - I)_t = 0 \quad (9)$$

em que B são os benefícios líquidos; I, o investimento no projeto; t , o período de tempo; e n , o tempo-limite. No trabalho, foi calculado o PP sem considerar o valor do dinheiro no tempo.

3.2- Análise de risco de projetos

Dentre as técnicas de análise de risco, destaca-se o estudo de sensibilidade para avaliar o poder de influência de cada variável isoladamente sobre o fluxo de caixa e os indicadores econômicos, medindo a sensibilidade destes em relação a mudanças em uma dada variável, sendo as demais constantes, permitindo detectar as variáveis mais sensíveis do projeto. Essa análise é rapidamente promovida utilizando-se planilhas eletrônicas como o *software Excel*.

Dessa forma, considera-se um grupo de variáveis (*input variables*) com maior peso e maior poder de variação no orçamento de investimento. Assim, assumindo uma alta de 10% em cada variável e mantendo as demais variáveis constantes, avalia-se o reflexo desse aumento, em termos percentuais, sobre um dado indicador econômico, como o VPL e a TIR, que são definidos como *output variables*. Essa análise de sensibilidade visa reconhecer e analisar as variáveis que causam maior impacto sobre o retorno econômico dos projetos.

No uso do *software @Risk*, a análise de sensibilidade é realizada a partir do método de Monte Carlo e de *Latin Hypercube*, que é um aperfeiçoamento do método de Monte Carlo. São introduzidas no comando de simulação do *software* as variáveis

que causam maior impacto sobre o retorno econômico e são escolhidas a distribuição da frequência para cada *input variable* (normal, triangular, beta, binomial, uniforme, histograma e outras)⁷ 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 (σ_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.

Para simulação de Monte Carlo, NORONHA (1987) cita e descreve as etapas do método sugerido por Hertz (1964):

- a) Identificar a distribuição de probabilidade das variáveis mais relevantes do fluxo de caixa do projeto, ou seja, das *input variables*.
- b) Aleatoriamente, selecionar um valor de cada *input variables* dentro de sua distribuição de probabilidade.
- c) Para cada valor selecionado em b, calcular o valor de uma ou mais variáveis de saída do fluxo de caixa, como o VPL e a TIR, ou seja, *output variables*.
- d) Promover repetições do processo até que se encontre a distribuição de probabilidade adequada da *output variable* para que se tenha informações para a tomada de decisão.

Foram utilizadas distribuições de probabilidade histograma e triangular para as *input variables*. Foi identificada uma distribuição de probabilidade histograma para a *input variable* preço do café pago ao produtor, uma vez que essa distribuição é adequada quando se possui a série histórica da variável. Para as demais *input variable*

⁷ Para maiores informações sobre distribuições de probabilidade, ver NORONHA (1987), MULLER (2004), FERNANDES (2001) e SOUZA (2001).

- produtividade, mão-de-obra, fertilizante, fungicida e inseticida, uréia, energia, água, terra e equipamento para irrigação e fertirrigação por gotejamento e malha - 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*. Com exceção da *input variable* produtividade, que possui dados científicos fornecidos pelo Departamento de Engenharia Agrícola (DEA) de produtividade dos cafezais de quatro anos para o município de Viçosa-MG, todas as demais variáveis com distribuição triangular tiveram seus valores modal, máximo e mínimo informados por técnicos.

As análises de risco foram efetuadas pelo método de *Latin Hypercube*, que é um aperfeiçoamento do método de Monte Carlo, mediante 10.000 interações (que foi o suficiente para atingir a convergência das simulações, dando maior credibilidade aos resultados) aleatórias do processo através do *software @Risk*. As *output variables* escolhidas para avaliar o risco foram o VPL e a TIR.

3.3- Fonte de dados, alternativas tecnológicas e cenários

Os dados referentes à produtividade dos cafezais foram oriundos de pesquisa realizada pelo Departamento de Engenharia Agrícola (DEA) da Universidade Federal de Viçosa (UFV). As pesquisas foram realizadas durante quatro anos - 2000/2004 - em uma área de 1,2 hectare na fazenda Laje, município de Viçosa/MG, sendo o café estudado o Catuaí, com cerca de 11 anos e espaçamento 3,1 x 1,0 m.

No experimento do DEA, foi realizado um tratamento com a produção de café não-irrigado, irrigado e fertirrigado por gotejamento. Esses tratamentos correspondem às alternativas tecnológicas produtivas de café B, C e D, respectivamente, vistas na Tabela 4. No entanto, com a finalidade de promover maior dimensão ao trabalho, foram incorporadas mais duas alternativas tecnológicas de produção, uma não-irrigada com baixa produtividade da lavoura, devido a pouca utilização de insumos e ao ineficiente manejo do cafezal, que corresponde à alternativa A, e uma alternativa

irrigada por malha, correspondente a alternativa E. Dessa forma, para as análises de viabilidade econômica foram consideradas cinco diferentes tipos de alternativas tecnológicas de produção, como é visto na Tabela 4:

Tabela 4 - Quadro resumo das cinco alternativas tecnológicas de produção de café utilizadas no trabalho

Parâmetro	Alternativas tecnológicas				
	A	B	C	D	E
Irrigação	Não	Não	Gotejamento	Não	Malha
Fertirrigação	Não	Não	Não	Gotejamento	Não
Produtividade*	25	42,5	65	65	65
Adubação**	Manual	Manual	Manual	Fertirrigação	Manual

*Referente a produção em sacas beneficiadas de 60 kg/ha entre os anos 5 a 12 de vida do cafezal. A análise completa da produtividade ao longo da vida do cafezal é vista na Tabela 6.
 **Nas alternativas A, B, C e E foram consideradas a aplicação de adubo no formulato 20-05-20, tendo mantido a mesma proporção dos insumos para as alternativas tecnológicas B, C e E, e menor proporção para a alternativa A. Para a alternativa fertirrigada D, utilizou-se como fertilizante: sulfato de amônia, uréia e cloreto de potássio.

Fonte: Elaborado pelo autor de acordo com experimentos realizados pelo DEA e por consultas a técnicos do DER.

Nas alternativas C, D e E foram realizadas a irrigação e a fertirrigação parcial, sem irrigação nos meses de junho, julho e agosto, em função do déficit hídrico para otimização da floração. Além disso, para analisar o efeito da cobrança do uso da água na irrigação, foram criados dois processos de utilização: um caracterizado pela não-cobrança do uso da água e o outro pela cobrança.

Na realização do trabalho, o horizonte temporal do projeto foi definido em 15 anos de vida útil dos equipamentos e da lavoura, dado pela obsolescência do processo, uma vez que a partir desse período necessitarão de novos investimentos nos sistemas de irrigação e na própria lavoura, como podas e replantio de mudas. Foi admitida a implantação de uma lavoura de café e dos sistemas de irrigação no período zero e com a lavoura produzindo a primeira safra a partir do terceiro ano. O conjunto de preços das variáveis de saída do fluxo de caixa do projeto foi repetido ao longo da vida útil da produção das lavouras a partir dos preços coletados na época da elaboração do projeto,

janeiro a fevereiro de 2006, não sendo efetuada a correção monetária dos preços das variáveis dos fluxos de caixa elaborados. Já para o preço do café, variável que determinou o valor das entradas do fluxo de caixa da produção, foram admitidos três cenários de ocorrência do preço ao longo da vida útil de produção das lavouras, como é visto mais adiante.

A taxa de desconto utilizada para o cálculo do VPL foi à taxa de juros nominal de 9% ao ano, visto que: representa aproximadamente o retorno nominal do capital aplicado na caderneta de poupança com correção monetária para o ano de 2005; é uma taxa do custo de oportunidade do capital com alta liquidez; possui grande acessibilidade como alternativa de investimento aos pequenos proprietários rurais; e representa uma taxa de rendimento com alta liquidez. Essas características fazem com que a taxa da caderneta de poupança seja utilizada em estudos de viabilidade econômica. O trabalho realizou também o cálculo do VPL a diferentes taxas de desconto, o cálculo da TIR, do CTMe e do PP.

Como o fluxo de caixa de projetos é sensível ao preço do produto nos primeiros períodos de vida do projeto e o preço do café é caracterizado por ciclos (ver Anexo 1, Figura 10), o presente trabalho analisou os efeitos do nível do preço do café em três diferentes cenários de ocorrência no fluxo de caixa das cinco alternativas tecnológicas produtivas. São eles:

1) Cenário 1: adoção do preço médio do café ocorrido entre janeiro de 1990 a dezembro de 2005, nas cinco alternativas. O objetivo deste cenário é indicar o retorno econômico auferido com a produtividade, investimentos e custos oriundos do emprego dos sistemas de irrigação, caso permaneça um preço médio futuro igual à média histórica dos últimos 16 anos ao longo do horizonte temporal de vida do projeto. Assim, foi mantido constante o preço médio anual histórico do café de R\$ 297,00 por saca durante a vida do projeto. Os preços do café são referentes à saca de café beneficiada coletada no Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) e na Cooperativa de Cafeicultores da Região de São Sebastião do Paraíso-MG

(COOPARAÍSO), sendo o preço transformado de dólar para real e corrigido pelo IGP-DI com base em dezembro de 2005. A série anual e a frequência mensal dos preços do café podem ser vistas no Anexo 1 (Tabelas 14 e 15).

2) Cenário 2: adoção de um cenário com preços altos do café nos primeiros anos do fluxo de caixa nas cinco alternativas, sendo os anos finais dos fluxos acompanhados de preços baixos. O objetivo deste cenário é indicar o retorno econômico proveniente com a produtividade, os investimentos e os custos oriundos do emprego dos sistemas de irrigação, tendo a atividade deparada com os ciclos de preço inerente ao mercado de café e sendo esse ciclo favorável ao fluxo de caixa nos primeiros anos da vida do projeto. Os preços são oriundos da mesma série histórica utilizada no cenário 1, com a diferença de ter-se repetido a série anual entre os anos de 1994 e 2005 para cada ano do fluxo de caixa das alternativas tecnológicas, uma vez que os preços do café foram maiores entre os anos de 1994 e 1999 e menores entre os anos de 2000 e 2005.

3) Cenário 3: adoção de um cenário com preços baixos do café nos primeiros anos do fluxo de caixa nas cinco alternativas tecnológicas, sendo os anos finais dos fluxos acompanhados de preços altos. O objetivo deste cenário é indicar o retorno gerado com a produtividade, os investimentos e os custos oriundos do emprego dos sistemas de irrigação, tendo a atividade deparada com os ciclos de preço inerente ao mercado de café e sendo esse ciclo desfavorável ao fluxo de caixa nos primeiros anos de vida do projeto. Os preços são oriundos da mesma série histórica utilizada nos cenários 1 e 2, com a diferença de ter-se repetido nos primeiros anos do fluxo de caixa de cada alternativa tecnológica a série anual entre os anos de 2000 e 2005 e para os últimos anos do fluxo do caixa ter-se repetido a série anual entre os anos de 1994 e 1999.

A Tabela 5 mostra de forma resumida os cenários 1, 2 e 3:

Tabela 5 - Quadro resumo de ocorrência do preço do café em três diferentes cenários no decorrer do tempo de vida das cinco alternativas tecnológicas produtivas de café

Preço do café	Cenários		
	1	2	3
Preço inicial	Médio	Alto	Baixo
Preço final	Médio	Baixo	Alto

Fonte: Elabora pelo autor

Os coeficientes técnicos, preços e investimentos necessários para implantação e operação das lavouras e dos sistemas de irrigação foram fornecidos pelo DEA, pelo AGRIANUAL (2006), pelo Anuário Estatístico do Café (2002/2003), por técnicos do DEA e do DER (Departamento de Economia Rural) da UFV e por estabelecimentos comerciais da cidade de Viçosa-MG especializados na comercialização dos insumos e materiais necessários à produção e ao cultivo do café. No Anexo 5, é visto o orçamento e fluxo de caixa detalhado da implantação e operacionalização de uma lavoura cafeeira para o cenário 1 - sem a cobrança pela utilização da água na irrigação e na fertirrigação - durante 15 anos na produção de café catuaí com 4.000 pés em 1 ha nas alternativas tecnológicas de produção A, B, C, D e E para o município de Viçosa-MG. Para os cenários 2 e 3 também foram calculados os fluxos de caixa para as diferentes alternativas tecnológicas na cobrança ou não da água. No entanto, como a única diferença entre os cenários 1, 2 e 3 foi a mudança na variável preço do café, não foram apresentados como resultados os fluxos de caixa dos cenários 2 e 3, embora esses fluxos fossem utilizados para obtenção dos indicadores de viabilidade econômica.

Especificamente, foram considerados:

Preços do café: são referentes ao preço mensal pago ao produtor pela saca de 60kg de café bebida dura para melhor tipo 6 no período janeiro de 1990 a dezembro de 2005. O

preço médio do café no período foi de R\$ 297,00 (com desvio-padrão de R\$ 95,41) - Ver Anexo 1 (Tabela 14) .

Produção: foi considerado o cultivo do café Catuaí em 1 ha com 4.000 pés, tendo iniciado sua produção a partir do terceiro ano de cultivo das mudas, sendo o tempo de vida útil do cafezal também estipulado por técnicos do DER e DEA em 15 anos. Para cada alternativa tecnológica de produção foram consideradas as produtividades de acordo com o tempo de vida das plantas e com o tratamento e manejo da cultura em cada alternativa, visto que essas interferem diretamente no nível de produtividade do cafezal, sendo a produtividade dos cafezais no período de 5 a 12 anos de vida das lavouras das alternativas tecnológicas B, C e D correspondentes às produtividades obtidas da pesquisa realizada pelo DEA em cafezal com aproximadamente 11 anos. Já as produtividades correspondentes ao 3, 4, 13, 14 e 15 anos de vida são suposições feitas por técnicos do DER, EMBRAPA e por um produtor de café de Viçosa-MG. Para as alternativas A e E, as produtividades durante toda vida do cafezal, entre os anos 3 ao 15, são suposições dos técnicos citados (Tabela 6).

Tabela 6 - Produtividade dos cafezais em sacas beneficiadas de 60 kg/ha nas diferentes alternativas tecnológicas de produção, no decorrer do tempo de vida do cafezal, para o município de Viçosa-MG

Alternativas	Anos					
	3	4	5-12	13	14	15
A	15	20	25	20	15	10
B	20	30	42,5	35	30	25
C	30	40	65	55	50	40
D	30	40	65	55	50	40
E	30	40	65	55	50	40

Fonte: Elaborado pelo autor de acordo com experimentos realizados pelo DEA e por consultas a técnicos do DER.

Para efeito de comparação entre as produtividades do experimento do DEA com outros trabalhos, SILVA *et al.* (2003a), em experimento entre os anos 1998 a 2001, verificou para a região de Lavras-MG uma produtividade de 39,02 sc/ha quando não

realizada a irrigação e uma produtividade de 50,88 sc/ha, 56,33 sc/ha, 57,50 sc/ha e 68,13 sc/ha dependendo da quantidade de água utilizada pelo sistema de irrigação por gotejamento. Já DRUMOND *et al.* (2006) analisando diferentes sistemas de irrigação entre os anos 2001 a 2005 para a região de Uberaba-MG, verificou uma produtividade média nesse período de 27,50 sc/ha para a produção de café não-irrigado, 56,20 sc/ha para a produção irrigado por gotejamento autocompensado, 52,30 sc/ha para o gotejamento não autocompensado, 51,30 sc/ha para a irrigação por tripa, 48,50 sc/ha para irrigação por aspersão a malha e 46,60 sc/ha para irrigação por pivô central com Lepa.

Valor Residual: foi considerado por técnicos do DER e DEA um resíduo monetário zero para as máquinas, equipamentos, ferramentas e todos os utensílios utilizados na produção. Foi considerado um resíduo líquido de R\$ 500,00 por ha referente à venda da lenha conseguida pelo corte do cafezal após 15 anos de produção. O valor da terra não foi considerado no cálculo do valor residual.

Depreciação: utilizou o método de depreciação linear para abatimento do imposto de renda, com posterior reembolso da depreciação ao fluxo de caixa líquido.

Mão-de-obra eventual: foi considerada a contratação de mão-de-obra avulsa para operacionalização da lavoura e das colheitas, de acordo os coeficientes técnicos exigidos para cada tarefa, com o custo médio da mão-de-obra para Viçosa-MG de R\$ 15,00 por homem-dia. Para a colheita, considerou-se o custo de R\$ 36,00 por saca colhida, que corresponde também à média paga pelos cafeicultores do município.

Mão-de-obra permanente: para o seu cálculo, considerou-se o cultivo de 15 ha de café na propriedade, tendo o administrador cobrado 1 salário mínimo para gerenciar os 15 ha cultivados por café. Dividindo o salário mínimo de R\$ 350,00 por 15 ha e multiplicando esse valor por 12 meses tem-se o custo com mão-de-obra permanente equivalente a R\$ 280,00 para 1 ha ao ano.

Manutenção e operacionalização da lavoura: são referentes aos custos com capina, desbrota, colheita, secagem dos grãos, adubação, calagem, aplicação de defensivos, aplicação de herbicidas e arruação. Para cada operacionalização foram determinados seus respectivos coeficientes técnicos, multiplicados pelos custos da mão-de-obra de R\$ 15,00 por homem-dia, que é o equivalente pago no município de Viçosa-MG.

Insumos e materiais: compreende os custos com cerca, utensílios e ferramentas para colheita, calcário, fertilizante, uréia, cloreto de potássio, herbicida, inseticida, fungicida e sacos. Para mensuração desses custos, foram obtidos os coeficientes técnicos para a produção de café em 1 ha, sendo os preços dos insumos e materiais coletados em estabelecimentos comerciais da cidade de Viçosa-MG.

Administração: foram consideradas as despesas com contabilidade, telefone, assistência técnica e viagens para a produção de 1 ha de café, conforme preços no município de Viçosa-MG.

Investimento em sistemas de irrigação: refere-se ao custo da implantação dos sistemas de irrigação no cafezal em 1 ha, sendo considerado um custo financeiro de R\$ 5.000,00 para implantação da irrigação e fertirrigação por gotejamento e R\$ 1.600,00 para a implantação dos equipamentos para irrigação por malha. Os custos foram cedidos pelo DEA.

Investimento na formação do cafeeiro: o custo da implantação de 1 ha de café foi calculado por coeficientes técnicos do DEA e DER. Foram incluídos custos com: aração, calagem, gradeação, conservação do solo, dessecação com herbicida, sulcação, distribuição de calcário, distribuição de fertilizantes, incorporação do adubo no sulco, transporte das mudas, plantio, replantio, superfosfato simples, nitrato de amônia, ácido bórico, cloreto de potássio, oxicloreto de cobre, utensílios e ferramentas, cerca e mudas. Os preços são referentes aos do município de Viçosa-MG.

Investimento em terreiro e depósito: foi calculado por técnicos do DER um custo de R\$ 1.750,00, R\$ 1.500,00 e R\$ 1.250,00 para a construção de um terreiro com cimentado e um depósito para 1 ha de café irrigado e fertirrigado e não-irrigado com alta produtividade e não-irrigado com baixa produtividade, respectivamente.

Investimento em terra: considerou o custo médio da aquisição de 1 ha de terra nua no município de Viçosa-MG. O preço foi informado por técnico do DER e corresponde a R\$ 2.500,00.

Energia e água: a demanda e os custos de energia elétrica e água pelos sistemas de irrigação e fertirrigação foram calculadas pelo *software* IRRIGA, desenvolvido pelo DEA. Como ainda não existe o pagamento para uso da água na zona rural do município de Viçosa-MG, seu custo foi determinado de acordo com SOUZA (2001), que baseou nas taxas cobradas no Perímetro Senador Nilo Coelho, pela expressão:

$$Da_i = (VBa_i Ta_i + Ac Tf) (1+ICMS) \quad (10)$$

em que:

Da_i = despesa no i -ésimo ano com água para irrigação (US\$);

VBa_i = volume bruto anual de água gasto no i -ésimo ano com água para irrigação (m^3);

Ta_i = tarifa cobrada pelo consumo de água para irrigação (US\$ 1000 m^3);

Ac = área cultivada e irrigada (1 ha);

Tf = tarifa fiscal pela demanda (US\$ 4,60); e

ICMS = imposto sobre circulação de mercadorias e serviços. No atual trabalho, foi considerada a alíquota de 30% referente à alíquota incidente sobre a conta de energia elétrica no estado de Minas Gerais.

Impostos e contribuições: considerou-se o produtor como pessoa física, por ser essa forma a mais indicada e comum para pequenos e médios produtores, pelo fato de enquadramento como pessoa jurídica requerer significativo controle contábil das contas do produtor, tornando esse procedimento viável apenas para grandes produtores. Como pessoa física, o produtor rural tem como gastos o pagamento do Imposto de Renda de Pessoa Física considerando a alíquota de 27,5% e sua parcela a deduzir em R\$ 5.584,20, conforme exercício de 2006, tabelado pela Receita Federal. Foram calculadas também as contribuições previdenciárias e de terceiros sobre a comercialização da produção rural. Conforme a lei, a contribuição para o Instituto Nacional do Seguro Social (INSS) é de 2,3% sobre a comercialização do produto (sobre a receita bruta). Considerou-se também o custo com a alíquota da Contribuição Provisória sobre Movimentação Financeira (CPMF), de 0,38% sobre a receita bruta gerada, a alíquota do Imposto Territorial Rural (ITR), de 0,2% incidente sobre o valor da área rural com até 50 ha e com grau de utilização maior que 65% e menor que 80%. Outras contribuições calculadas foram aquelas sobre a folha de pagamento a funcionários, como a alíquota de 8% do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), a alíquota de 2,5% do Salário Educação e a alíquota de 0,2% do INCRA. Não foram consideradas as alíquotas da contribuição para o Programa de Integração Social (PIS) e COFINS, uma vez que elas são incidentes apenas para pessoas jurídicas. Também não foi considerado o Imposto sobre a Comercialização de Mercadorias e Serviços (ICMS), pois os produtores rurais são dispensados de seu pagamento na venda do produto para cooperativas e na compra de insumos e bens para operacionalização da produção rural (ABRANTES, 2005).

Beneficiamento do café: o custo para o beneficiamento do grão foi de R\$ 3,00 por saca. Os preços são referentes ao município de Viçosa-MG.

Armazenamento e transporte: não foi considerado no fluxo de caixa o investimento em tulla para a armazenagem do café, uma vez que em Viçosa-MG a empresa Incofex presta esse tipo de serviço ao produtor cobrando R\$ 0,37 por saca armazenada ao mês.

No trabalho, adotou-se um tempo médio de seis meses para a armazenagem, resultando em um custo de R\$ 2,22 por saca nesse período. Em relação ao transporte, foi considerado o interno e o externo, com um custo de R\$ 31,78 por hora/máquina para o primeiro e um custo de carregamento R\$ 0,38 por saca cobrado pela Incofex para o transporte externo do café.

Na realização da análise de risco foram considerados:

Variáveis de entrada: foi considerada a variável preço real do café mensal do período 1990/2005 com distribuição histograma e as demais variáveis com distribuição triangular. Foram elas: produção de café na alternativa tecnológica não-irrigada, irrigada e fertirrigada, mão-de-obra eventual, fertilizante, fungicida e inseticida, uréia, energia elétrica e água gasta com a irrigação e fertirrigação por gotejamento e malha, preço da aquisição de 1 ha de terra e custo para implantação dos sistemas de irrigação por gotejamento e malha. No uso do *software @Risk*, que é acoplado ao *Excel*, as distribuições de probabilidades são introduzidas digitadas diretamente nas células do *Excel*. A distribuição histograma é introduzida pelo comando: =riskhistogr(valor mínimo da variável; valor máximo da variável; {distribuição por faixa}). A distribuição triangular é introduzida pelo comando: =risktriang(valor mínimo da variável; valor modal da variável; valor máximo da variável). Outra forma de introduzir as distribuições é pelo comando de busca das fórmulas mediante a digitação do sinal de igual, o comando inserir função e a seleção da categoria *@Risk* e seleção da função desejada de distribuição. A distribuição com os valores utilizados para realização da análise de risco é vista no Anexo 2.

Variáveis de saída: VPL e TIR.

Método de simulações: *Latin Hypercube* com 10.000 repetições aleatórias mediante o *software @Risk*.

4- RESULTADOS

4.1- Fluxos de caixa elaborados

De acordo com os preços do café, da produtividade do cafezal e dos investimentos e custos para implantação e manutenção de cada alternativa tecnológica produtiva de café, foram elaborados os fluxos de caixa para as alternativas: A - não-irrigado com baixa produtividade, B - não-irrigado com alta produtividade, C - irrigado por gotejamento, D - fertirrigado por gotejamento e E - irrigado por malha.

Na Tabela 7, é visto o fluxo de caixa simplificado do cenário 1, que representa a situação de preço constante do café igual a R\$ 297,00 ao longo da vida útil das alternativas tecnológicas, considerando a não cobrança pelo uso da água na irrigação. Como é visto nessa Tabela, as alternativas tecnológicas A e B apresentaram os mais baixos níveis de investimento. Entretanto, as alternativas C, D e E tiveram os maiores níveis de investimento, especialmente as alternativas C e D, visto que a implantação da irrigação e da fertirrigação por gotejamento requerem maior custo que a implantação da irrigação por malha.

Tabela 7 - Fluxos de caixa em R\$ do cenário 1 - sem cobrança pela utilização da água - para implantação e manutenção por 15 anos das diferentes alternativas tecnológicas de produção de café não-irrigado, irrigado e fertirrigado em 1 ha, para o município de Viçosa-MG

Alternativa tecnológica A							
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	...	Ano 15
A- Receita			4455,00	5940,00	7425,00	...	2970,00
B- Custos		2967,72	4901,96	5204,14	5496,70	...	4673,66
C- Lucros Tributáveis		-2967,72	-446,96	735,86	1928,30	...	-1703,66
E- Lucro Líquido Após IR		-2967,72	-446,96	533,50	1398,02	...	-1703,66
F- Depreciaç. e restituição do IR		346,11	663,11	1035,11	1035,11	...	663,11
G- Investimentos	-9843,72					...	
H- Fluxo líquido de Caixa	-9843,72	-2621,61	216,16	1568,61	2433,13	...	-540,55
Alternativa tecnológica B							
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	...	Ano 15
A- Receita			5940,00	8910,00	12622,50	...	7425,00
B- Custos		4299,50	6567,70	7122,82	7876,71	...	6886,00
C- Lucros Tributáveis		-4299,50	-627,70	1787,18	4745,79	...	539,00
E- Lucro Líquido Após IR		-4299,50	-627,70	1295,71	3440,69	...	390,77
F- Depreciaç. e restituição do IR		360,00	667,00	1049,00	1049,00	...	1049,00
G- Investimentos	-11425,5					...	
H- Fluxo líquido de Caixa	-11425,5	-3939,50	49,30	2344,71	4489,69	...	1939,77
Alternativa tecnológica C							
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	...	Ano 15
A- Receita			8910,00	11880,00	19305,00	...	11880,00
B- Custos		5201,72	8118,60	8673,72	10151,51	...	8763,72
C- Lucros Tributáveis		-5201,72	791,39	3206,27	9153,49	...	3116,27
E- Lucro Líquido Após IR		-5201,72	573,76	2324,55	6636,28	...	2259,30
F- Depreciaç. e restituição do IR		651,67	1340,67	1340,67	1340,67	...	1340,67
G- Investimentos	-17577,7					...	
H- Fluxo líquido de Caixa	-17577,7	-4550,06	1914,43	3665,22	7976,95	...	4099,97
Alternativa tecnológica D							
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	...	Ano 15
A- Receita			8910,00	11880,00	19305,00	...	11880,00
B- Custos		5106,43	8023,30	8578,42	10056,21	...	8668,42
C- Lucros Tributáveis		-5106,42	886,69	3301,57	9248,79	...	3211,58
E- Lucro Líquido Após IR		-5106,42	642,85	2393,64	6705,37	...	2328,39
F- Depreciaç. e restituição do IR		651,67	1340,67	1340,67	1340,67	...	1340,67
G- Investimentos	-17482,4					...	
H- Fluxo líquido de Caixa	-17482,4	-4454,76	1983,52	3734,31	8046,04	...	4169,06
Alternativa tecnológica E							
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	...	Ano 15
A- Receita			8910,00	11880,00	19305,00	...	11880,00
B- Custos		5062,84	7979,72	8534,83	10012,62	...	8624,83
C- Lucros Tributáveis		-5062,84	930,28	3345,17	9292,38	...	3255,17
E- Lucro Líquido Após IR		-5062,84	674,46	2425,25	6736,97	...	2360,00
F- Depreciaç. e restituição do IR		462,78	1151,78	1151,78	1151,78	...	1151,78
G- Investimentos	-14038,8					...	
H- Fluxo líquido de Caixa	-14038,8	-4600,06	1826,23	3577,02	7888,75	...	4011,77

Fonte: Dados de pesquisa.

Ainda analisando a Tabela 7, observou-se que os custos ocorridos durante o período compreendido entre o ano 1 ao 15 foram maiores nas alternativas tecnológicas C, D e E, ocasionadas, principalmente, pela manutenção, reparos, depreciação dos equipamentos e cobrança da utilização de energia elétrica para irrigação e fertirrigação. No entanto, as receitas obtidas nas alternativas tecnológicas C, D e E foram as maiores durante todo o período produtivo da lavoura, devido a maior produtividade alcançada com a irrigação e fertirrigação. Assim, embora os investimentos e custos tenham sido maiores nas alternativas tecnológicas C, D e E, o nível da receita obtida nessas alternativas, proporcionada pela maior produtividade do cafezal irrigado e fertirrigado, promoveu maior Lucro Líquido Tributável e maior Lucro Líquido Após o Imposto de Renda (IR), assim como maior Fluxo Líquido de Caixa entre os anos 2 e 15 das alternativas tecnológicas.

Na Tabela 8, que apresenta os fluxos de caixa quando cobrada a utilização da água na irrigação e fertirrigação, constatou-se que os custos nas lavouras irrigadas e fertirrigadas apresentaram pequeno incremento com a cobrança da água nas alternativas produtivas C, D e E, que deve-se ao fato dessas alternativas terem sido realizadas a partir da irrigação e fertirrigação parcial e por terem sido utilizado os sistemas de gotejamento e malha, que são sistemas econômicos no uso da água.

Tabela 8 - Fluxos de caixa em R\$ do cenário 1 - com cobrança pela utilização da água - para implantação e manutenção por 15 anos das diferentes alternativas tecnológicas de produção de café não-irrigado, irrigado e fertirrigado em 1 ha, para o município de Viçosa-MG

Alternativa tecnológica C							
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	...	Ano 15
A- Receita			8910,00	11880,00	19305,00	...	11880,00
B- Custos		5248,73	8167,61	8753,22	10231,01	...	8843,22
C- Lucros Tributáveis		-5248,73	742,39	3126,78	9073,99	...	3036,78
E- Lucro Líquido Após IR		-5248,73	538,24	2266,91	6578,64	...	2201,66
F- Depreciaç. e restituição do IR		651,67	1340,67	1340,67	1340,67	...	1340,67
G- Investimentos	-17624,7					...	
H- Fluxo líquido de Caixa	-17624,7	-4597,06	1878,90	3607,58	7919,31	...	4042,33
Alternativa tecnológica D							
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	...	Ano 15
A- Receita			8910,00	11880,00	19305,00	...	11880,00
B- Custos		5153,43	8072,30	8657,92	10135,71	...	8747,92
C- Lucros Tributáveis		-5153,43	837,70	3222,08	9169,29	...	3132,08
E- Lucro Líquido Após IR		-5153,43	607,33	2336,01	6647,74	...	2270,76
F- Depreciaç. e restituição do IR		651,67	1340,67	1340,67	1340,67	...	1340,67
G- Investimentos	-17529,4					...	
H- Fluxo líquido de Caixa	-17529,4	-4501,76	1948,00	3676,67	7988,40	...	4111,42
Alternativa tecnológica E							
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	...	Ano 15
A- Receita			8910,00	11880,00	19305,00	...	11880,00
B- Custos		5161,05	8097,22	8725,09	10202,88	...	8815,09
C- Lucros Tributáveis		-5161,05	812,78	3154,91	9102,12	...	3064,91
E- Lucro Líquido Após IR		-5161,05	589,27	2287,31	6599,03	...	2222,06
F- Depreciaç. e restituição do IR		462,78	1151,78	1151,78	1151,78	...	1151,78
G- Investimentos	-14137,1					...	
H- Fluxo líquido de Caixa	-14137,1	-4698,27	1741,05	3439,09	7750,81	...	3873,84

Fonte: Dados de pesquisa.

Para os cenários 2 e 3 também foram calculados os fluxos de caixa para as diferentes alternativas tecnológicas e para as alternativas de cobrança ou não da água utilizada para a realização da irrigação e fertirrigação. No entanto, como a única diferença entre os cenários 1, 2 e 3 foi a mudança na variável preço do café, tendo os investimentos, custos e produtividade permanecidos iguais para todos os cenários, não foram apresentados como resultados os fluxos de caixa dos cenários 2 e 3, embora esses fluxos fossem utilizados para obtenção dos indicadores de viabilidade econômica.

Analisando os impostos e contribuições diretas na produção e venda do café, foi determinado nos fluxos de caixas no cenário 1 - sem cobrança pela utilização da água -

um total de impostos e contribuições variando de R\$ 255,79 no ano 15 do fluxo de caixa da alternativa tecnológica A a R\$ 3466,29 no ano 4 da alternativa tecnológica E. A porcentagem dos impostos e contribuições sobre a receita gerada variaram de 6,39% no ano 2 da alternativa tecnológica B a 17,96% no ano 4 da alternativa tecnológica E. Em termos percentuais do fluxo líquido de caixa, os impostos e contribuições variaram de 29,25% no ano 15 a 769,51% da alternativa tecnológica B (Tabela 9).

Nos anos 0 e 1 dos fluxos de caixa, não foram computados impostos e contribuições, uma vez que os impostos e contribuições incidiram sobre receitas e lucros líquidos, os quais não foram obtidos nos anos 0 e 1, pois a produção de café ocorreu a partir do ano 2 dos fluxos em todas as alternativas tecnológicas, a partir de 3 anos de vida das lavouras tiveram-se a produção de café.

Tabela 9 - Impostos e contribuições diretas em R\$ e em porcentagem da receita e fluxo líquido de caixa gerados na produção de café não-irrigado, irrigado e fertirrigado do cenário 1 sem cobrança pela utilização da água durante 15 anos de produção em 1 ha, Viçosa-MG

Alternativa tecnológica A							
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	...	Ano 15
INSS/CPMF			119,39	159,19	198,99	...	79,59
TR/INCRA/SE*/FGTS			176,20	205,09	224,35	...	176,20
Imposto de Renda (IR)			0,00	202,36	530,28	...	0,00
Total (impostos e contribuições)			295,59	566,64	953,62	...	255,79
Porcentagem da Receita			6,64	9,54	12,84	...	8,61
Porcentagem do Fluxo Líquido			136,77	36,12	39,19	...	47,32
Alternativa tecnológica B							
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	...	Ano 15
INSS/CPMF			159,192	238,79	338,28	...	198,99
TR/INCRA/SE*/FGTS			220,18	258,70	306,85	...	220,18
Imposto de Renda (IR)			0,00	491,47	1305,09	...	148,22
Total (impostos e contribuições)			379,37	988,96	1950,22	...	567,39
Porcentagem da Receita			6,39	11,09	15,45	...	7,64
Porcentagem do Fluxo Líquido			769,51	42,18	43,44	...	29,25
Alternativa tecnológica C							
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	...	Ano 15
INSS/CPMF			238,79	318,38	517,37	...	318,38
TR/INCRA/SE*/FGTS			258,69	297,22	393,58	...	297,22
Imposto de Renda (IR)			217,63	881,73	2517,21	...	856,98
Total (impostos e contribuições)			715,11	1497,33	3428,16	...	1472,58
Porcentagem da Receita			8,03	12,60	17,76	...	12,39
Porcentagem do Fluxo Líquido			37,35	40,85	42,98	...	35,92
Alternativa tecnológica D							
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	...	Ano 15
INSS/CPMF			238,79	318,38	517,37	...	318,38
TR/INCRA/SE*/FGTS			251,79	290,32	386,62	...	290,32
Imposto de Renda (IR)			243,84	907,93	2543,42	...	883,18
Total (impostos e contribuições)			734,42	1516,63	3447,41	...	1491,88
Porcentagem da Receita			8,24	12,77	17,86	...	12,56
Porcentagem do Fluxo Líquido			37,03	40,61	42,85	...	35,78
Alternativa tecnológica E							
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	...	Ano 15
INSS/CPMF			238,79	318,38	517,37	...	318,384
TR/INCRA/SE*/FGTS			258,69	297,22	393,52	...	297,217
Imposto de Renda (IR)			255,83	919,92	2555,40	...	895,171
Total (impostos e contribuições)			753,31	1535,52	3466,29	...	1510,76
Porcentagem da Receita			8,45	12,93	17,96	...	12,72
Porcentagem do Fluxo Líquido			41,25	42,92	43,94	...	37,66

Uma análise detalhada da incidência e do valor das alíquotas dos impostos e contribuições na produção e venda do café é vista no tópico 3.3 do trabalho.

*Salário Educação.

Fonte: Dados da pesquisa.

Como ocorreu pequenas mudanças no valor dos impostos e contribuições no cenário 1 - com cobrança pela utilização da água - e nos cenários 2 e 3 - com e sem cobrança pela utilização da água - em relação ao cenário 1 - sem cobrança pela utilização da água - não foram apresentados os resultados do valor dos impostos e contribuições diretas na produção e venda do café nos cenários 1 - com cobrança pela utilização da água - e nos cenários 2 e 3 - com e sem cobrança pela utilização da água.

4.2- Análise dos indicadores de viabilidade econômica de projetos

Analisando os indicadores com a ocorrência do preço médio do café igual a R\$ 297,00 durante a vida útil das alternativas tecnológicas (cenário 1) e a ocorrência de preços altos do café nos primeiros anos do fluxo de caixa nas cinco alternativas tecnológicas e de preços baixos nos últimos anos do fluxo (cenário 2) e a ocorrência de preços baixos do café nos primeiros anos do fluxo de caixa nas cinco alternativas tecnológicas e de preços altos nos últimos anos do fluxo (cenário 3), constatou-se que em todos os cenários as alternativas tecnológicas mais indicadas foram a produção de café irrigado por malha, seguido pelo fertirrigado e irrigado por gotejamento.

Em todos os cenários (1, 2 e 3), comparando as alternativas não-irrigadas com baixa e alta produtividade da lavoura, a segunda, mesmo elevando os custos de produção, pela aplicação de mais insumos no cafezal e manejo, possibilitou um aumento da produtividade que compensou a alta dos custos, evidenciando a vantagem da produção cafeeira com a aplicação de maior quantidade de insumos e melhor manejo na lavoura.

Com a utilização da taxa de desconto de 9% ao ano - referente ao retorno nominal do capital aplicado na caderneta de poupança para o ano de 2005 - o produtor recuperou o capital investido nas cinco diferentes alternativas tecnológicas no cenário 1, incrementando seu valor de mercado em R\$ 823,72 na alternativa A, R\$ 9.858,91 no B e R\$ 27.217,19 no E. No cenário 2, todas as alternativas tecnológicas também foram viáveis pelo VPL e TIR com o maior destaque para a cultura irrigada por malha, alternativa E. Já no cenário 3, a cafeicultura não-irrigada com baixa produtividade,

alternativa A, foi inviável pelo indicador VPL e TIR, pois o VPL foi negativo e a TIR foi inferior a taxa de desconto de 9%. Em todos os cenários, a cafeicultura irrigada por malha foi a mais viável economicamente, seguida pela fertirrigada e irrigada por gotejamento, respectivamente (Tabela 10).

Utilizando a taxa de desconto de 6% ao ano - referente ao retorno real do capital aplicado na caderneta de poupança para o ano de 2005 - todas as alternativas tecnológicas foram economicamente viáveis em todos os cenários, pois todas as alternativas tiveram VPLs positivos, como pode ser visto no Anexo 3, e tiveram TIRs superiores a taxa de desconto 6 % ao ano, como pode ser visto no Tabela 10.

Tabela 10 - Indicadores de viabilidade econômica no cultivo de café não-irrigado, irrigado e fertirrigado sem cobrança pela utilização da água durante 15 anos de produção em 1 ha, Viçosa-MG

Indicador	Unidade	Alternativas tecnológicas sem cobrança da água				
		A	B	C	D	E
VPL - 1	R\$	823,72	9.858,91	24.354,17	25.030,45	27.217,19
VPL - 2	R\$	2.213,09	12.731,32	28.448,46	29.124,75	31.311,48
VPL - 3	R\$	-2.084,38	6.834,75	21.658,29	22.354,82	24.550,81
TIR - 1	%	10,04	17,04	21,66	22,04	24,97
TIR - 2	%	13,35	23,22	27,82	28,28	32,61
TIR - 3	%	7,05	13,22	17,85	18,16	20,13
CTMe - 1	R\$	219,87	185,33	156,18	154,71	154,04
CTMe - 2	R\$	220,48	185,95	156,79	155,33	154,66
CTMe - 3	R\$	216,30	181,77	152,61	151,15	150,48
PP - 1	Anos	8,39	6,89	6,07	6,02	5,68
PP - 2	Anos	5,77	5,30	5,10	5,07	4,82
PP - 3	Anos	11,04	9,30	8,47	8,42	8,27

Em que 1, 2 e 3 referem-se aos cenários 1, 2 e 3, respectivamente. O CTMe refere-se ao custo para a produção compreendida entre os anos 5 e 12 após o cultivo das mudas, em que obteve-se a maior produtividade do cafezal para as diferentes alternativas tecnológicas nos diferentes cenários.

Fonte: Dados da pesquisa.

Resultados obtidos por BONOMO (1999) também evidenciaram a viabilidade econômica da implantação dos sistemas de irrigação (autopropelido, pivô central, gotejamento e tubo perfurado) na cafeicultura em áreas de cerrado de Minas Gerais,

tendo obtido uma TIR variando entre 14,4% e 19,60% para a produtividade de 30 sc/ha e variado de 50,9% a 61,90% para a produtividade de 60 sc/ha em uma área de 25 ha e nos municípios de Araxá, Paracatu e João Pinheiro. Além disso, quando elevado à área de irrigação a TIR teve tendência de aumento.

SOUZA (2001), também evidenciou a viabilidade econômica da irrigação por gotejamento do cafezal para a região de Lavras - MG, principalmente quando utilizado a irrigação suplementar durante todo o ano, tendo estimado uma TIR de 9,90%, 25,30% e 37,90% para a produção de café irrigado por gotejamento de acordo com os pacotes tecnológicos de 40, 60 e 80 sc/ha, respectivamente. Quando não-irrigado, a produção foi não viável para o pacote de 40 sc/ha e viável para o pacote com 60 e 80 sc/ha, com uma TIR de 9,80 % a 19,90%, respectivamente. Para a região de Araguari - MG, SOUZA (2001) obteve para a cultura do cafeeiro irrigado por pivô central com irrigação suplementar durante todo o ano uma TIR de 13,60%, 28,80% e 41,10% para a produção com os pacotes tecnológicos de 40, 60 e 80 sc/ha. Para a produção não-irrigada, foi estimado uma TIR de 0,40%, 14,10% e 24,30%, respectivamente.

Dessa forma, esses trabalhos também evidenciaram a viabilidade econômica da utilização da irrigação. As diferenças entre os retornos econômicos encontrados nos diferentes trabalhos devem-se ao tratamento dos dados na elaboração do orçamento e dos fluxos de caixas, ou seja, no tempo de vida útil da lavoura, nos coeficientes técnicos e no valor do preço do café, do nível de produção, do resíduo, da depreciação, da mão-de-obra eventual e permanente, da manutenção e operacionalização da lavoura, dos insumos e materiais, da energia e água, do beneficiamento, armazenamento e transporte, dos impostos e contribuições, da administração (mão-de-obra permanente, assistência técnica, viagens, contabilidade, telefone e luz) do investimento na formação do cafeeiro, terra, terreiro e depósito.

Pelo CTMe de produção durante a fase mais produtiva do café (Tabela 10), compreendida entre os anos 5 e 12 após o cultivo das mudas, no cenário 1 a alternativa E teve o menor CTMe, na ordem de R\$ 154,04, seguida pelas alternativas D e C, evidenciando que a irrigação e a fertirrigação proporcionaram um ganho de produtividade que diluiu os custos totais e compensou os custos de implantação e

operacionalização dos equipamentos de irrigação. Comparado a alternativa A com o B, observou-se que a maior aplicação de insumos e o melhor manejo do cafezal é indicada, uma vez que reduziu o CTMe de R\$ 219,87 da alternativa A para R\$ 185,33 da B.

Nos cenários 2 e 3, também foi evidenciado o menor CTMe quando aplicada a irrigação e a fertirrigação. O CTMe foi menor para as alternativas tecnológicas no cenário 3 em relação aos cenários 1 e 2 devido à queda dos preços do café e, conseqüentemente, dos impostos arrecadados sobre a receita bruta gerada pela venda do café (Tabela 10).

De acordo com dados da CONAB (2005), os CTMe dos cenários 1, 2 e 3 foram semelhantes aos encontrados para a produção de café para diferentes municípios brasileiros. No caso do município de Guaxupé-MG, Patrocínio-MG e Franca-SP, foi constatado pela CONAB (2005) um CTMe de R\$ 229,49 para uma produção de 25 sc/ha na safra de 2005, um CTMe de R\$ 225,78 para uma produção de 25 sc/ha na safra de 2003 e um CTMe de R\$ 194,83 para uma produção de 30 sc/ha na safra de 2005, respectivamente. Essas três alternativas de produção de café são semelhantes a alternativa A do trabalho, que teve o mais alto CTMe devido a baixa produtividade da lavoura, ocasionada pela não-irrigação e fertirrigação e pela baixa aplicação de insumos e ineficiente manejo do cafezal, que foi de 25 sc/ha, entre os anos 5 ao 12 de vida útil da lavoura. Para o município de Luiz Eduardo Magalhães-BA, o CTMe foi de R\$ 182,50 para a produção de 55 sc/ha na safra de 2005, ocasionada pela elevada produtividade, semelhante ao CTMe da alternativa produtiva não-irrigada com alta produtividade B, e maior que o CTMe das alternativas tecnológicas irrigadas e fertirrigada C, D e E.

Ainda em relação ao CTMe, SILVA *et al.* (2003a), promovendo uma análise de viabilidade técnico-econômica da irrigação por gotejamento do cafeeiro na região de Lavras-MG em 2003, observou um CTMe de R\$ 191,36 para a produção de café não-irrigado com a produtividade média de 39,20 sc/ha, um CTMe de R\$ 135,84 para a produção 50,80 sc/ha, um CTMe de R\$ 155,92 para a produção 56,33 sc/ha, um CTMe de R\$ 157,39 para a produção de 57,50 sc/ha e um CTMe de R\$ 170,64 para a

produção 68,13 sc/ha. Dessa forma, SILVA *et al.* (2003a) também evidenciou menor CTMe na cafeicultura irrigada. Assim, esses trabalhos também evidenciaram um menor CTMe para cafezais com maior produtividade, o que indica a viabilidade da utilização da irrigação.

O indicador PP evidenciou a maior liquidez na recuperação do capital investido na cafeicultura irrigada e da fertirrigada nos diferentes cenários, principalmente a irrigada por malha, comparadas com a produção não-irrigada. Nos cenários 2 e 3, o tempo de retorno do capital investido também foi menor para a produção irrigada e fertirrigada, sendo que, no cenário 3, com o baixo preço do café nos primeiros anos de produção, o tempo de recuperação do capital elevou em todas as alternativas tecnológicas (Tabela 10).

Na comparação entre a viabilidade econômica das alternativas tecnológicas quando cobrado o uso da água na irrigação e a fertirrigação, as alternativas C, D e E ainda foram as mais viáveis, comparadas com as alternativas não-irrigadas A e B, como é visto na Tabela 11. A cobrança pelo uso da água promoveu pequeno impacto sobre os indicadores de viabilidade e não comprometeu a utilização da irrigação e fertirrigação. Assim, a irrigação e a fertirrigação por gotejamento e malha foram viáveis quando comparadas com a produção não-irrigada A e B, mesmo quando se cobrou pelo uso da água.

Tabela 11 - Indicadores de viabilidade econômica no cultivo de café não-irrigado, irrigado e fertirrigado com cobrança pela utilização da água durante 15 anos de produção em 1 ha, Viçosa-MG

Indicador	Unidade	Alternativas tecnológicas com cobrança da água				
		A	B	C	D	E
VPL - 1	R\$	823,72	9.858,91	23.870,94	24.547,23	26.087,95
VPL - 2	R\$	2.213,09	12.731,32	27.965,23	28.641,52	30.182,24
VPL - 3	R\$	-2.084,38	6.834,75	21.158,19	21.854,71	23.381,17
TIR - 1	%	10,04	17,04	21,41	21,79	24,31
TIR - 2	%	13,35	23,22	27,53	27,99	31,85
TIR - 3	%	7,05	13,22	17,63	17,95	19,57
CTMe - 1	R\$	219,87	185,33	157,40	155,93	156,97
CTMe - 2	R\$	220,48	185,95	158,02	156,55	157,58
CTMe - 3	R\$	216,30	181,77	153,84	152,37	153,40
PP - 1	Anos	8,39	6,89	6,11	6,05	5,76
PP - 2	Anos	5,77	5,30	5,11	5,09	4,88
PP - 3	Anos	11,04	9,30	8,50	8,45	8,34

Em que 1, 2 e 3 referem-se aos cenários 1, 2 e 3, respectivamente. O CTMe refere-se ao custo para a produção compreendida entre os anos 5 e 12 após o cultivo das mudas, em que obteve-se a maior produtividade do cafezal para as diferentes alternativas tecnológicas nos diferentes cenários.

Fonte: Dados da pesquisa.

4.3- Análise de risco (Cenário 1)

Como a única diferença entre os cenários 1, 2 e 3 foi a mudança na variável preço do café, tendo os investimentos, custos e produtividade permanecidos iguais para todos os cenários, e como o cenário 1 é um cenário intermediário entre os cenários 2 e 3, por considerar a média dos preços do café, não foi efetuada a análise de risco dos cenários 2 e 3.

Dessa forma, analisando o risco do cenário 1 - com cobrança pela utilização da água na irrigação e fertirrigação - através do estudo de sensibilidade⁸ (Tabela 12), o poder de influência da maioria das variáveis sobre o VPL foi semelhante,

⁸ Foi utilizado o método de regressão, em que a variável de saída é considerada dependente e as variáveis de entrada são consideradas independentes ou explicativas, em um modelo de regressão múltipla.

independentemente da alternativa tecnológica de produção adotada. De acordo com os coeficientes estimados, a variável que mais afetou o VPL, calculado a uma taxa de desconto de 9% ao ano, foi o preço do café, pois a elevação de 1% neste provocou a elevação do VPL em 0,871% na alternativa tecnológica A, 0,911% na B, 0,928% na C, 0,929% na D e 0,927% na E. A segunda variável com poder significativo de influência sobre o VPL foi à produtividade, uma vez que o aumento de 1% nessa variável causou uma alta compreendida entre 0,447% e 0,340% no VPL das alternativas tecnológicas. As demais variáveis apresentaram pouca ou nenhuma influência sobre o VPL e seus sinais negativos indicaram que as elevações em seus valores diminuíram o VPL.

Assim, os resultados da análise de sensibilidade evidenciaram que o principal risco inerente às variáveis de entrada do fluxo de caixa são as mudanças no preço do café e na produção, que são as variáveis formadoras da receita gerada pela atividade. Assim, constatou-se que o principal risco da produção cafeeira refere-se ao preço de mercado do café e à produtividade do cafezal (Tabela 12).

Tabela 12 - Análise da sensibilidade do VPL em relação às variáveis que mais causaram impacto sobre o fluxo de caixa na produção de café não-irrigado, irrigado e fertirrigado no cenário 1. Viçosa-MG

Variável	VPL				
	A	B	C	D	E
Preço do café	0,871	0,911	0,928	0,929	0,927
Produtividade	0,447	0,379	0,340	0,343	0,343
Mão-de-obra	-0,015	-0,009	-0,006	-0,005	-0,007
Fertilizante	-0,060	-0,043	-0,029	-	-0,027
Fungicida e inseticida	-	-0,016	-0,007	-0,008	-0,009
Uréia	-	-	-	-0,016	-
Energia	-	0,000	0,000	0,000	-0,003
Água	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,005
Terra	-0,057	-0,033	-0,024	-0,022	-0,021
Sistema Gotejamento	-	-	-0,014	-0,013	-
Sistema Malha	-	-	-	-	-0,004

(-) Traços indicam que tal variável não foi utilizada na alternativa tecnológica, logo, não existe um coeficiente para ela.

Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação à análise do retorno econômico sob condição de risco (Tabela 13), foram calculados os valores mínimos, médios, máximos, desvio-padrão (σ_K) e coeficiente de variação (CV) para o VPL, calculado a uma taxa de desconto de 9% ao ano, e a TIR em cada alternativa tecnológica. As alternativas tecnológicas C, D e E tiveram os maiores retornos médios, com VPL de R\$ 39.100,91 para a alternativa E, contra um VPL médio de R\$ 16.422,21 na alternativa B e R\$ 4.090,10 na A. As TIRs médias também foram maiores para as alternativas tecnológicas C, D e E, e seus valores foram da ordem de 25,19% ao ano para a alternativa irrigada por malha E. Para a alternativa não-irrigada com alta produtividade B, a TIR média foi de 18,66%, e de 13,46% ao ano para a alternativa com baixa produtividade A.

Tabela 13 - Análise de risco do VPL e da TIR em termos de valores mínimos, médios, máximos, desvio-padrão (σ_K) e coeficiente de variação (CV) nas alternativas tecnológicas produtoras de café não-irrigado, irrigado e fertirrigado no cenário 1. Viçosa-MG

Valor	VPL				
	A	B	C	D	E
Mínimo	-25.409,63	-28.830,37	-33.698,25	-29.184,5	-30.791,4
Médio	4.090,10	16.422,21	36.640,28	37.774,72	39.100,91
Máximo	73.855,74	121.060,20	188.514,80	193.333,7	199.428,8
σ_K	15.909,17	25.543,19	39.289,63	39.136,76	39.257,68
CV	3,890	1,555	1,072	1,036	1,004
Valor	TIR				
	A	B	C	D	E
Mínimo	-0,1020	-0,0965	-0,0754	-0,0987	-0,0957
Médio	0,1346	0,1866	0,2243	0,2304	0,2519
Máximo	0,4879	0,5803	0,6033	0,6095	0,6931
σ_K	0,1145	0,1318	0,1316	0,1309	0,1426
CV	0,8506	0,7065	0,5867	0,5682	0,5661

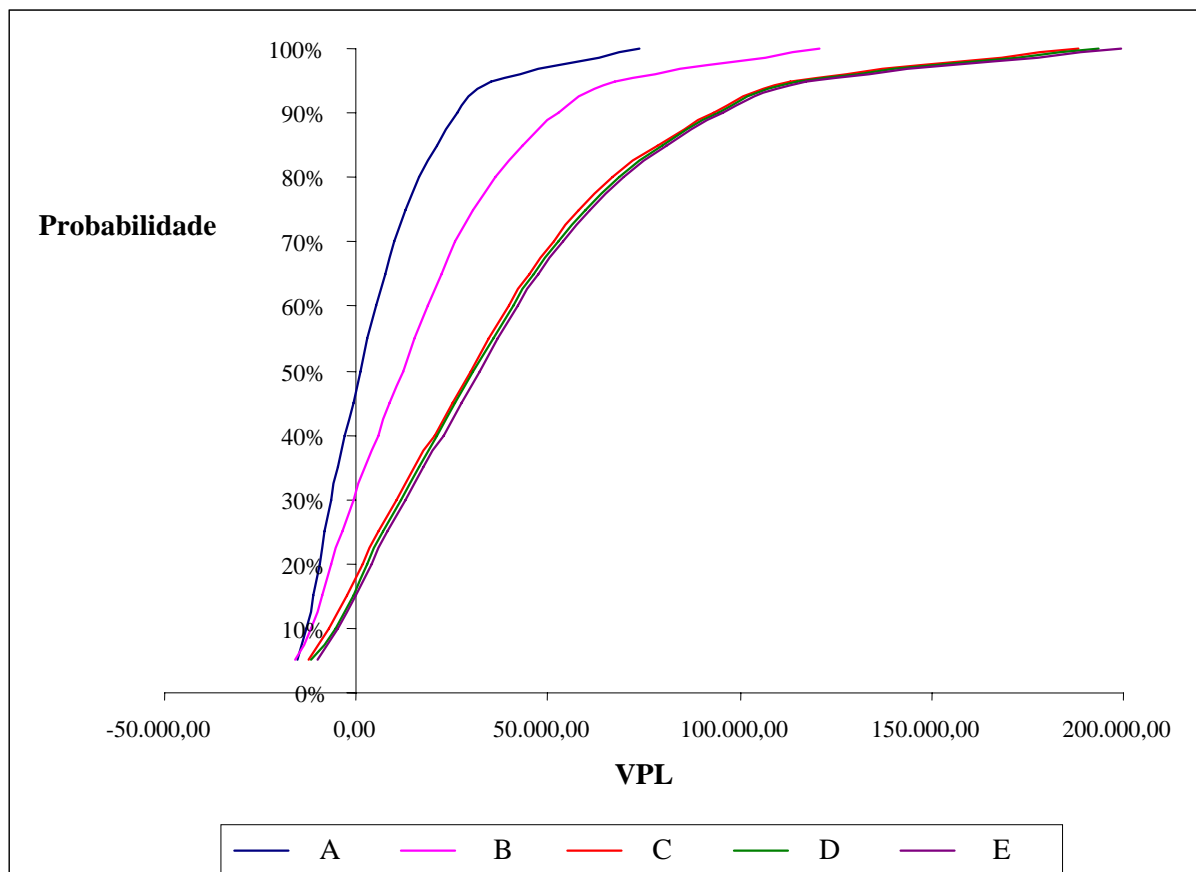
Fonte: Dados da pesquisa.

Como as médias do VPL e da TIR nas diferentes alternativas não foram iguais, utilizou-se como critério de análise de risco o CV, que representa a porcentagem do desvio em torno da média e é mais indicado que o σ_K para analisar a dispersão quando as amostras possuem médias diferentes. Pelo critério do CV, quanto maior o σ_K em

relação à média, maior a variação dos retornos e maior o grau de risco. Dessa forma, a alternativa tecnológica A foi a de maior grau de risco, uma vez que teve o maior CV tanto do VPL quanto da TIR. Nessa alternativa tecnológica, o CV do VPL foi de 389,00%, demonstrando que o σ_k foi 3,890 vezes superior à média do VPL. Para a TIR, foi estimado um CV de 85,06% (Tabela 13).

Verificando o VPL e a TIR mínima, média e máxima, as alternativas tecnológicas irrigadas e fertirrigada tiveram os maiores retornos médios e máximos e obtiveram os menores riscos de acordo com o CV (Tabela 13). Assim, a alternativa mais viável foi a irrigada por malha, seguida pela fertirrigada e irrigada por gotejamento. Comparando as alternativas tecnológicas não-irrigadas A e B, a segunda resultou em maiores retornos econômicos e menores riscos que a primeira.

Quando analisado o risco pela distribuição acumulada da probabilidade de ocorrência do VPL, a uma taxa de desconto de 9% ao ano (Figura 8), foi nítido que as alternativas tecnológicas A e B tiveram os menores retornos sob condições de risco em todos os níveis de probabilidade, ou seja, dada certa probabilidade de ocorrência do VPL, seus valores sempre foram menores para A e B. Tomando, por exemplo, o nível de probabilidade de 60%, teve-se um VPL de no máximo R\$ 5.200,94 na alternativa A, R\$ 18.443,25 na B, R\$ 39.520,60 na C, R\$ 40.900,75 na D e R\$ 42.013,12 na E.

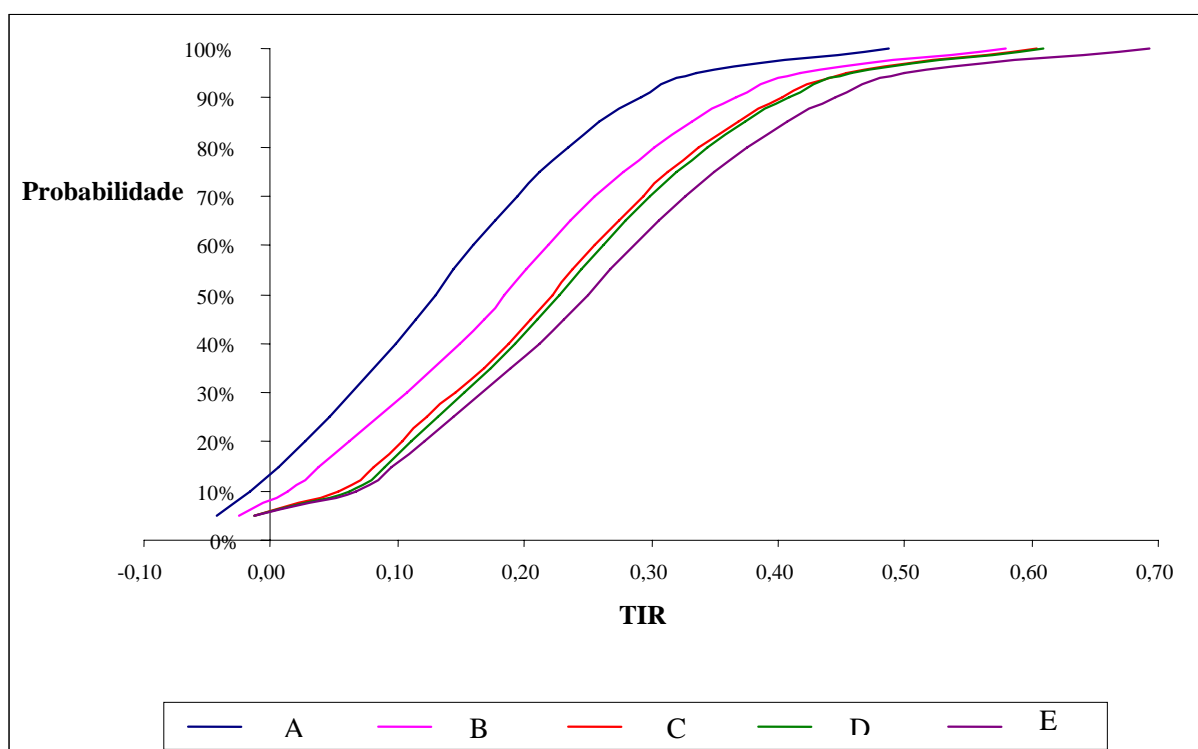


Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 8 - Análise gráfica de risco pela distribuição acumulada da probabilidade de ocorrência do VPL no cultivo de café não-irrigado, irrigado e fertirrigado no cenário 1, Viçosa-MG.

Ainda pela Figura 8, ocorreu entre 45% e 50% de probabilidade de o VPL na alternativa tecnológica A ser menor do que zero e entre 30% e 35% de probabilidade de o VPL ser menor do que zero na alternativa tecnológica B, evidenciando que a cafeicultura não-irrigada, e principalmente com baixa produtividade, é muito arriscada ao possuir relativa probabilidade de gerar um VPL negativo. As alternativas tecnológicas menos arriscadas foram à produção de café irrigado por malha e o fertirrigado e o irrigado por gotejamento, que apresentaram entre 15% e 20% de probabilidade de fracassarem, ou seja, de gerarem VPL negativos (As distribuições de probabilidades acumuladas do VPL para as alternativas tecnológicas são também vistas na Tabela 20 no Anexo 4).

Pela análise de risco através da distribuição acumulada da probabilidade de ocorrência da TIR, ficou evidenciada a superioridade das alternativas tecnológicas irrigadas e fertirrigadas sobre a cafeicultura não-irrigada. Ocorreu entre 35% e 40% da TIR na alternativa A ser menor que a taxa de desconto de 9% e entre 25% e 30% da TIR ser menor que a taxa de desconto na alternativa B. A alternativa tecnológica C e a D tiveram entre 15% e 20% de probabilidade de gerarem uma TIR inferior à taxa de desconto; e a alternativa E entre 10% e 15%. Por outro exemplo, ocorreram 60% de probabilidade de ocorrência da TIR da alternativa tecnológica A ser no máximo igual a 15,99% ao ano e a alternativa B ser de no máximo 21,83%, contra 25,60% em C, 26,30% em D e 28,65% em E (Figura 9) (As distribuições de probabilidades acumuladas da TIR para as alternativas tecnológicas são também vistas na Tabela 21 no Anexo 4).



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 9 - Análise gráfica de risco pela distribuição acumulada da probabilidade de ocorrência da TIR no cultivo de café não-irrigado, irrigado e fertirrigado no cenário 1, Viçosa-MG

5- CONCLUSÃO

Diante do problema sobre a viabilidade econômica da utilização da irrigação em regiões tradicionais, com clima úmido favorável a produção de café, este trabalho teve por objetivo analisar a viabilidade econômica da implantação de alternativas tecnológicas de irrigação na produção de café em uma região tradicionalmente produtora, tendo como hipótese que os benefícios líquidos gerados a partir da implantação das alternativas tecnológicas com sistemas de irrigação são positivos e maiores que os oriundos da cafeicultura não-irrigada, mesmo em regiões tradicionalmente produtoras de café.

Para isso, foi realizado um estudo de caso para o cultivo de café no município de Viçosa/MG, sendo analisadas cinco alternativas tecnológicas na produção de café: A - produção não-irrigada com baixa produtividade, B - produção não-irrigada com alta produtividade, C - produção irrigada por gotejamento, D - produção fertirrigada por gotejamento e E - produção irrigada por malha. Foi elaborado o fluxo de caixa para as alternativas tecnológicas de produção de café não-irrigado, irrigado e fertirrigado; foram construídos e simulados cenários para as alternativas tecnológicas; foram estimados indicadores de análise da viabilidade econômica de projetos nas diferentes alternativas tecnológicas; foram identificadas as variáveis mais sensíveis nos fluxos de caixa e simulado, pelo método aleatório de *Latin Hypercube*, seus valores e obtidas suas ordens de influência sobre os indicadores econômicos Valor

Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR) para as diferentes alternativas tecnológicas de produção; e foi quantificado o risco nas alternativas tecnológicas estimando a distribuição probabilística acumulada do VPL e TIR, seus valores máximos, médios, mínimos, desvio-padrão e coeficiente de variação via simulações *Latin Hypercube*.

Por uma análise global dos resultados, em todos os cenários (1, 2 e 3) a cafeicultura irrigada e fertirrigada apresentaram os melhores resultados econômicos, tendo os indicadores de viabilidade (VPL, TIR, CTMe e PP) sempre mais favoráveis principalmente à produção irrigada por malha, seguida pela fertirrigada e a irrigada por gotejamento, respectivamente.

Comparadas as duas alternativas tecnológicas não-irrigadas, conclui-se que, embora a produção de café não-irrigado com alta produtividade, tenha sido viável em todos os cenários, a produção de café com baixa produtividade, devido a pouca aplicação de insumos e precário manejo, não foi viável economicamente, pois, apesar de ter apresentado VPL positivo nos cenários 1 e 2, sua TIR e os valores do VPL nesses cenários foram muito baixos, chegando a ter um VPL negativo e uma TIR inferior à taxa de oportunidade de 9% ao ano - referente ao retorno nominal do capital aplicado na caderneta de poupança - no cenário 3. No entanto, a uma taxa de 6% ao ano - referente ao retorno real do capital aplicado na caderneta de poupança - a alternativa tecnológica não-irrigada com baixa produtividade foi viável em todos os cenários.

Quando analisados nos cenários (1, 2 e 3) a cobrança pela utilização da água, verificou-se pequenos impactos no VPL e na TIR e pequenas reduções do CTMe e do PP, de tal forma que ocorreu pequenas diferenças entre os indicadores econômicos da alternativa tecnológica irrigada por malha, e também da fertirrigada e irrigada por gotejamento, em relação as alternativas tecnológicas não-irrigadas. Dessa forma, conclui-se que a cobrança pelo uso da água na irrigação e fertirrigação possui pouca alteração nos indicadores econômicos, não comprometendo a viabilidade econômica da utilização desses sistemas.

Analisando cada cenário isoladamente, pode-se concluir que no cenário 1, quando adotou-se um preço do café constante igual a R\$ 297,00 durante a vida útil das alternativas tecnológicas, todas as alternativas foram viáveis economicamente, independente da cobrança ou não da água utilizada na irrigação e fertirrigação. Na comparação entre a alternativa irrigada por malha, que foi a mais rentável, com as alternativas tecnológicas não-irrigada no cenário 1 (sem a cobrança pela utilização da água), teve-se uma diferença (impacto) de R\$ 26.393,47 e R\$ 17.358,28 no VPL da alternativa tecnológica irrigada por malha em relação as alternativas não-irrigada com baixa e alta produtividade, quando utilizada a taxa de desconto de 9% ao ano, respectivamente. Em relação à TIR a diferença foi de 14,93% e 7,93%; para o CTMe houve uma queda de R\$ 65,83 e R\$ 31,29; e o PP reduziu 2,71 anos e 1,21 anos, respectivamente.

Em relação ao cenário 2, quando foi adotado um cenário com preços altos do café nos primeiros anos do fluxo de caixa nas cinco alternativas tecnológicas e preços baixos para os anos finais dos fluxos, conclui-se que diante desse cenário o cafeicultor tem os melhores indicadores econômicos devido às maiores receitas nos fluxos dos caixas das alternativas tecnológicas nos primeiros anos da produção, evidenciando a importância do produtor na escolha temporal para implantação da lavoura. As alternativas tecnológicas irrigadas e fertirrigadas também tiveram a maior viabilidade econômica na cobrança ou não pela utilização da água. A diferença no VPL, quando utilizada a irrigação por malha (sem a cobrança pela utilização da água) em relação a não utilização da irrigação com baixa e alta produtividade foi de R\$ 29.098,39 e R\$ 18.580,16 e na TIR de 19,26% e 9,39%.

No cenário 3, conclui-se que produção de café não-irrigado com baixa produtividade é inviável na presença de um cenário com preços baixos do café nos primeiros anos do fluxo de caixa nas cinco alternativas tecnológicas e preços altos para os anos finais dos fluxos, tendo a produção de café não-irrigado com alta produtividade um pequeno rendimento nesse cenário. Por outro lado, as alternativas tecnológicas irrigadas e fertirrigada tiveram alta rentabilidade mesmo no cenário 3, indicando que quando utilizada essas alternativas o cafeicultor adquire altos

rendimentos mesmo quando o preço do café está desfavorável. O impacto ocasionado pela irrigação quando utilizada a irrigação por malha (sem a cobrança pela utilização da água) em relação a não utilização da irrigação com baixa e alta produtividade foi de R\$ 26.635,19 e R\$ 17.716,06 no VPL e de 13,08% e 6,91% na TIR.

Analisando o grau de risco pelo cenário 1, independentemente da alternativa tecnológica de produção - não-irrigada, irrigada ou fertirrigada - todas foram sensíveis em seus retornos em relação às variações dos preços do café e produtividade da lavoura. Entretanto, as alternativas tecnológicas foram pouco sensíveis às variações das variáveis mão-de-obra eventual, fertilizante, uréia, energia elétrica, água, fungicida e inseticida, preço de aquisição da terra e dos sistemas de irrigação e fertirrigação por gotejamento e malha, o que permite concluir que o principal risco que atinge o retorno econômico do cafezal é causado pela variação dos preços do café e da produtividade.

Além disso, pela análise de risco, conclui-se que as produções de café não-irrigado com baixa e alta produtividade apresentaram os menores retornos (máximos, médios e mínimos) e os maiores riscos, pois tiveram os maiores coeficientes de variação (CV) (maiores variabilidades do VPL e TIR) e as maiores probabilidades de fracasso, ou seja, de inviabilidade econômica. Foi identificado entre 45% e 50% de probabilidade de o VPL na alternativa tecnológica não-irrigada com baixa produtividade ser negativo e entre 30% e 35% de probabilidade de o VPL ser negativo na alternativa tecnológica não-irrigada com alta produtividade, evidenciando que a cafeicultura não-irrigada, e principalmente com baixa produtividade, é muito arriscada ao possuir relativa probabilidade de gerar VPL negativo. A produção de café irrigado por malha e o fertirrigado e o irrigado por gotejamento, apresentaram entre 15% e 20% de gerarem VPL negativos.

Em relação a probabilidade de ocorrência da TIR, houve entre 35% e 40% da TIR na alternativa tecnológica não-irrigada com baixa produtividade ser menor que a taxa de desconto de 9% ao ano e entre 25% e 30% da TIR ser menor que a taxa de desconto na alternativa não-irrigada com alta produtividade. A alternativa tecnológica fertirrigada e a irrigada por gotejamento tiveram entre 15% e 20% de probabilidade de

gerarem uma TIR inferior a taxa de desconto; e a alternativa irrigada por malha entre 10% e 15%.

Portanto, as alternativas tecnológicas menos arriscadas foram a produção de café irrigado por malha e o fertirrigado e o irrigado por gotejamento, respectivamente, uma vez que tiveram as menores probabilidades de fracasso, ou seja, de gerarem VPL negativos e TIR inferior a taxa de desconto.

Em síntese, conclui-se que a cafeicultura irrigada é rentável e superior à alternativa tecnológica de produção não-irrigada mesmo em regiões tradicionalmente produtoras, como no município de Viçosa-MG, caracterizado por condições hídricas favoráveis à cultura do café, pois, além de elevar o retorno econômico, ainda reduz o risco da atividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANTES, L. A. Incidência tributária no segmento primário da cadeia agroindustrial do café em Minas Gerais. In: **Tributos indiretos incidentes nos segmentos primário e de processamento da cadeia agroindustrial do café em Minas Gerais**. 2005. p. 77-121. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade Federal de Lavras – MG.

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA (AGRIANUAL). São Paulo: FNP, 2006. 504 p.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CAFÉ 2002/2003. Rio de Janeiro: Coffe Business, 2002/2003. 101p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ (ABIC). **Indicadores da Indústria de Café no Brasil**. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/>>. Acesso em: 10 ago. 2006.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 7ª ed. Viçosa: Ed. UFV, 2005.

BONOMO, R. **Análise da irrigação na cafeicultura em áreas de cerrado de Minas Gerais**. 224 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1999.

BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos: uma apresentação didática**. 8ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991. 266 p.

COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; OLIVEIRA, S. L. **Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água.** Disponível em: <http://www.seagri.ba.gov.br/pdf/socioeconomia4_v7n1.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2006b.

COELHO, G.; SILVA, A. M.; SILVA, P. A. M.; LIMA, E. P. **Custo de produção da cafeicultura irrigada.** Disponível em: <http://www.editora.ufla.br/revista/suple_2002/art21.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2006a.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Segunda Previsão da Safra de Café 2006/2007.** Disponível em: <http://www.conab.gov.br/download/safra/2ºLevantamento-Safra_2006-07.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2006.

CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL (CECAFÉ). Disponível em: <<http://www.cecafe.com.br/>>. Acesso em: 18 set. 2006.

CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ. **Economia Cafeeira.** Disponível em: <http://www22.sede.embrapa.br/cafe/consorcio/home_4.htm>. Acesso em: 10 ago. 2006.

CONTADOR, C. R. **Avaliação social de projetos.** São Paulo: Atlas, 1981. 316 p.

CORDEIRO, E. A.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, C. M.; SOARES, A. A.; SILVA, J. G. F. Uniformidade de aplicação de água em sistemas de irrigação por gotejamento, abastecidos com água com altos teores de ferro. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 28. 2002, Caxambu. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2002. p. 145-147.

DEBERTIN, D. L. **Agricultural production economics.** New York: Collier Macmillan Canada, Inc., 1986. 366p.

DRUMOND, L. C. D.; FERNANDES, A. L. T.; SANTINATO, R.; MARTINS, C. A.; OLIVEIRA, C. B.; SOUZA, G. F.; TEIXEIRA, M. P. Avaliação da produtividade e qualidade do cafeeiro cultivado em condições de cerrado e irrigado por diferentes sistemas. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa em Cafeicultura Irrigada, 8., 2006, Araguari. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2006. p. 25-34.

DRUMOND, L. C. D.; FERNANDES, A. L. T.; SANTINATO, R.; OLIVEIRA, C. B.; SOUZA, G. F. Estudo comparativo técnico-econômico do café irrigado por aspersão por pivô central e em malha e irrigação por gotejamento e tripa. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa em Cafeicultura Irrigada, 5., 2002, Araguari. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2002. p. 52-57.

EMBRAPA CAFÉ. **Histórico**. Disponível em: <<http://www22.sede.embrapa.br/cafe/unidade/historico.htm>>. Acesso em: 10 ago. 2006.

FERNANDES, L. M. **Avaliação do rendimento financeiro e risco de investimento da cultura do milho irrigado no triângulo mineiro**. 68 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

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

GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. São Paulo: Makron books, 2000.

IRRIGAÇÃO E TECNOLOGIA MODERNA (ITEM). **Um panorama da cafeicultura irrigada no Brasil**. Brasília: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem (ABID), n. 48, set. 2000.

LANNA, A. E. **Economia dos Recursos Hídricos**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. 301 p. (Apostila).

MANTOVANI, E. C. A Irrigação do cafeeiro. **Revista irrigação e tecnologia moderna (ITEM)**, Brasília, DF, n. 48, p. 45-49, 2000.

MANTOVANI, E. C. Cafeicultura irrigada: produtividade, rentabilidade com sustentabilidade. In: MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. R. **Irrigação do cafeeiro: informações técnicas e coletânea de trabalhos**. Viçosa: UFV, DEA, 2003. p. 9-45.

MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. R.; VICENTE, M. R.; MUDRIK, A. Viabilidade de irrigação na cultura do café. In: MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. R. **Irrigação do cafeeiro: informações técnicas e coletânea de trabalhos**. Viçosa: UFV, DEA, 2003. p. 47-78.

MULLER, C. A. S. **Avaliação econômica do programa de erradicação da febre aftosa no Brasil**. 113 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.

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

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. São Paulo: Pearson Prentice Hall. 2006. 6ª ed., 641p.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise econômica e social de projetos florestais**. Viçosa: Editora UFV, 2001. 389 p.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JORDAN, B. D. **Princípios de administração financeira**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1997. 425 p.

RUFINO, J. L. S.; **Programa nacional de pesquisa e desenvolvimento do café: antecedentes, criação e evolução**. Brasília: Embrapa Café, 2006. 348 p.

SILVA, A. L.; FARIA, M. A.; REIS, R. P. Avaliação técnico-econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, Campina Grande, PB, v. 7, n. 1, p. 37-44, 2003a.

SILVA, A. M.; SILVA, R. A.; COELHO, G.; OLIVEIRA, P. M.; SILVA, A. C.; SATO, F. A. Efeito da época de irrigação e do parcelamento de adubação sobre a produtividade do cafeeiro (safra 01/02). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 6, 2003, Araguari, **Anais...** Uberlândia: UFU, 2003b. p. 75-79.

SOUZA, J. L. M. **Modelo para análise de risco econômico aplicado ao planejamento de projetos de irrigação para a cultura do cafeeiro**. 253 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2001.

SOUZA, L. O. C.; MANTOVANI, E. C., SOUSA, M. B. A.; BUFFON, V. B.; BONOMO, R. Uniformidade de aplicação de água em sistemas de irrigação por gotejamento utilizados na cafeicultura irrigada. In: MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. R. **Irrigação do cafeeiro: informações técnicas e coletânea de trabalhos**. Viçosa: UFV, DEA, 2003. p. 81-86.

TESSLER, M. H. Irrigação por gotejamento: uma revolução da cafeicultura brasileira. **Revista irrigação e tecnologia moderna (ITEM)**, Brasília, DF, n. 48, p. 74-77, 2000.

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

VARIAN, H. R. **Intermediate microeconomics: a modern approach**. New York: W. W. Norton e Company. 1993. 3º ed., 623p.

VARIAN, H. R. **Microeconomia: princípios básicos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. 6º ed., 778p.

VICENTE, M. R.; SOARES, A. R.; MANTOVANI, E. C.; Irrigação por aspersão tipo malha na cultura do cafeeiro na região da zona da Mata de Minas Gerais. In: MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. R. **Irrigação do cafeeiro: informações técnicas e coletânea de trabalhos**. Viçosa: UFV, DEA, 2003. p. 187-194.

VIEIRA, R. F.; BONOMO, R. Fertirrigação em café. **Revista irrigação e tecnologia moderna (ITEM)**, Brasília, DF, n. 48, p. 64-73, 2000.

WOILER, S.; MATHIAS, W. F. **Projetos: planejamento, elaboração e análise**. São Paulo: Atlas, 1996. 294 p.

ANEXOS

Anexo 1

Tabela 14 - Série anual histórica do preço do café pago ao produtor pela saca de 60kg de café bebida dura para melhor tipo 6 no período de 1990 a 2005, a preços de 2005

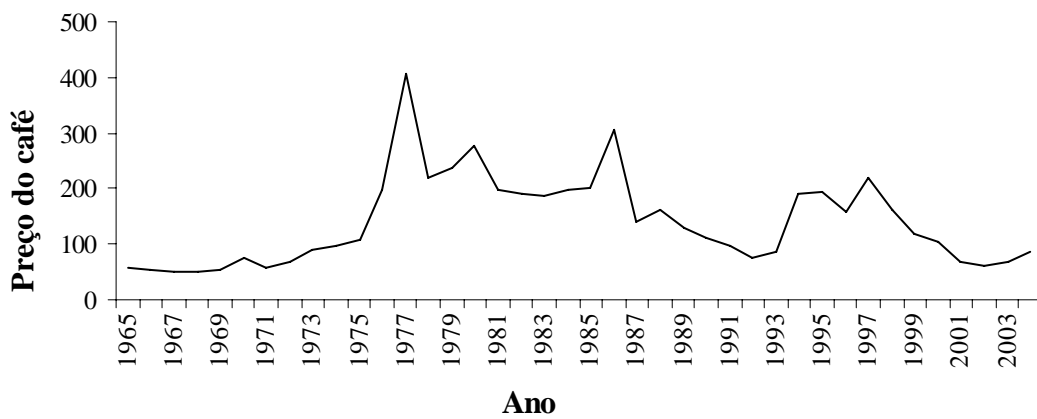
Período	Preço do café (R\$)
1990	323,98
1991	284,31
1992	239,81
1993	275,13
1994	447,71
1995	393,93
1996	320,03
1997	484,31
1998	363,68
1999	354,83
2000	290,45
2001	186,21
2002	163,97
2003	180,33
2004	195,39
2005	247,58
Média	296,98
Desvio-padrão	95,41

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da Cooperativa de Cafeicultores da Região de São Sebastião do Paraíso-MG (COOPARAÍSO) citado pelo ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CAFÉ (2002) e do Centro de Estudos Avançados em Economia aplicada (CEPEA) da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) citado pelo AGRIANUAL (2006).

Tabela 15 - Distribuição da frequência e probabilidade dos preços mensais do café do período 01/1990-12/2005 utilizados nas simulações de risco no cenário 1 pelo método *Latin Hypercube* com 10.000 interações

Período	Distribuição por faixa	Distribuição acumulada	Probabilidade %
<150	4	4	2,08
<175	10	14	5,21
<200	31	45	16,15
<225	10	55	5,21
<250	18	73	9,38
<275	17	90	8,85
<300	23	113	11,98
<325	17	130	8,85
<350	11	141	5,73
<375	11	152	5,73
<400	7	159	3,65
<425	4	163	2,08
<450	9	172	4,69
<475	6	178	3,13
<500	3	181	1,56
<525	3	184	1,56
<550	4	188	2,08
<696	4	192	2,08

Fonte: Elaborado pelo autor.



Fonte: Anuário Estatístico do Café (2002/2003).

Figura 10 - Preço do café arábica brasileiro na bolsa de Nova Iorque no período de 1965 a 2004 em US\$ por saca de 60kg

Anexo 2

Tabela 16 - Distribuição da frequência do grupo de *input variables* mais sensíveis do projeto para realização das simulações de risco no cenário 1

Variável	Distribuição de Probabilidade	Parâmetros
Preço do café 1990/2005	Histograma	riskhistogrm(138;696;{4;10;31;10;18;17;23;17;11;11;7;4;9;6;3;3;4;4})
Produção não-irrigada com baixa produtividade	Triangular	risktriang(15;25;35)
Produção não-irrigada com alta produtividade	Triangular	risktriang(21;42;55)
Produção irrigado/fertirrigado	Triangular	risktriang(36;65;83)
Mão-de-obra	Triangular	risktriang(14;15;17)
Fertilizante	Triangular	risktriang(0.60;0.79;1.00)
Fungicida + inseticida	Triangular	risktriang(11;14;17)
Uréia	Triangular	risktriang(0,71;0,94;1,17)
Energia Gotejamento	Triangular	risktriang(83;111;138)
Energia Malha	Triangular	risktriang(143;190;238)
Água Gotejamento	Triangular	risktriang(59;79;99)
Água Malha	Triangular	risktriang(142;190;238)
Terra	Triangular	risktriang(800;2500;5000)
Sistema Gotejamento	Triangular	risktriang(3750;5000;6250)
Sistema Malha	Triangular	risktriang(1200;1600;2000)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Anexo 3

Tabela 17 - Estimaco do VPL para todas as alternativas tecnolgicas de produo sem a cobrana da utilizao da água a diferentes taxas de desconto, ou taxas de juros, para o cenário 1

JURO (%)	VPL				
	A	B	C	D	E
0	R\$ 12.420,93	R\$ 34.867,80	R\$ 70.851,44	R\$ 72.009,35	R\$ 73.105,60
1	R\$ 10.589,32	R\$ 30.802,03	R\$ 63.268,63	R\$ 64.347,87	R\$ 65.622,52
2	R\$ 8.929,90	R\$ 27.153,11	R\$ 56.470,91	R\$ 57.479,70	R\$ 58.914,01
3	R\$ 7.424,12	R\$ 23.871,84	R\$ 50.364,43	R\$ 51.310,01	R\$ 52.887,54
4	R\$ 6.055,66	R\$ 20.915,49	R\$ 44.867,85	R\$ 45.756,56	R\$ 47.462,89
5	R\$ 4.810,11	R\$ 18.246,85	R\$ 39.910,50	R\$ 40.747,93	R\$ 42.570,34
6	R\$ 3.674,77	R\$ 15.833,51	R\$ 35.430,84	R\$ 36.221,92	R\$ 38.149,20
7	R\$ 2.638,38	R\$ 13.647,10	R\$ 31.375,21	R\$ 32.124,30	R\$ 34.146,53
8	R\$ 1.690,98	R\$ 11.662,83	R\$ 27.696,68	R\$ 28.407,65	R\$ 30.516,03
9	R\$ 823,72	R\$ 9.858,91	R\$ 24.354,17	R\$ 25.030,45	R\$ 27.217,19
10	R\$ 28,75	R\$ 8.216,22	R\$ 21.311,62	R\$ 21.956,28	R\$ 24.214,42
11	-R\$ 700,93	R\$ 6.717,91	R\$ 18.537,35	R\$ 19.153,11	R\$ 21.476,46
12	-R\$ 1.371,55	R\$ 5.349,12	R\$ 16.003,45	R\$ 16.592,74	R\$ 18.975,76
13	-R\$ 1.988,68	R\$ 4.096,72	R\$ 13.685,29	R\$ 14.250,29	R\$ 16.688,03
14	-R\$ 2.557,28	R\$ 2.949,09	R\$ 11.561,09	R\$ 12.103,76	R\$ 14.591,78
15	-R\$ 3.081,82	R\$ 1.895,92	R\$ 9.611,59	R\$ 10.133,69	R\$ 12.667,98
16	-R\$ 3.566,27	R\$ 928,05	R\$ 7.819,68	R\$ 8.322,81	R\$ 10.899,77
17	-R\$ 4.014,22	R\$ 37,33	R\$ 6.170,19	R\$ 6.655,76	R\$ 9.272,16
18	-R\$ 4.428,89	-R\$ 783,49	R\$ 4.649,58	R\$ 5.118,89	R\$ 7.771,79
19	-R\$ 4.813,17	-R\$ 1.540,90	R\$ 3.245,81	R\$ 3.700,02	R\$ 6.386,77
20	-R\$ 5.169,68	-R\$ 2.240,69	R\$ 1.948,11	R\$ 2.388,30	R\$ 5.106,48
21	-R\$ 5.500,76	-R\$ 2.888,04	R\$ 746,86	R\$ 1.173,98	R\$ 3.921,41
22	-R\$ 5.808,55	-R\$ 3.487,62	-R\$ 366,56	R\$ 48,38	R\$ 2.823,06
23	-R\$ 6.094,97	-R\$ 4.043,60	-R\$ 1.399,89	-R\$ 1.967,17	R\$ 1.803,78
24	-R\$ 6.094,97	-R\$ 4.559,74	-R\$ 2.360,07	-R\$ 996,33	R\$ 856,73
25	-R\$ 6.094,97	-R\$ 5.039,42	-R\$ 3.253,36	-R\$ 2.870,44	-R\$ 24,28
26	-R\$ 6.842,63	-R\$ 5.485,71	-R\$ 4.085,39	-R\$ 3.711,84	-R\$ 844,81
27	-R\$ 7.059,45	-R\$ 5.901,36	-R\$ 4.861,25	-R\$ 4.496,51	-R\$ 1.609,88
28	-R\$ 7.262,14	-R\$ 6.288,87	-R\$ 5.585,53	-R\$ 5.229,08	-R\$ 2.324,02
29	-R\$ 7.451,79	-R\$ 6.650,50	-R\$ 6.262,40	-R\$ 5.913,75	-R\$ 2.991,35
30	-R\$ 7.629,39	-R\$ 6.988,30	-R\$ 6.895,62	-R\$ 6.554,34	-R\$ 3.615,58
31	-R\$ 7.795,82	-R\$ 7.304,13	-R\$ 7.488,60	-R\$ 7.154,29	-R\$ 4.200,10
32	-R\$ 7.951,92	-R\$ 7.599,69	-R\$ 8.044,47	-R\$ 7.716,75	-R\$ 4.747,97
33	-R\$ 8.098,44	-R\$ 7.876,52	-R\$ 8.566,04	-R\$ 8.244,56	-R\$ 5.261,98
34	-R\$ 8.236,07	-R\$ 8.136,02	-R\$ 9.055,89	-R\$ 8.740,33	-R\$ 5.744,68
35	-R\$ 8.365,43	-R\$ 8.379,49	-R\$ 9.516,37	-R\$ 9.206,43	-R\$ 6.198,38

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 18 - Estimação do VPL para todas as alternativas tecnológicas de produção sem a cobrança da utilização da água a diferentes de desconto, ou taxas de juros, para o cenário 2

JURO (%)	VPL				
	A	B	C	D	E
0	R\$ 8.702,99	R\$ 30.937,66	R\$ 65.626,69	R\$ 66.784,60	R\$ 67.880,86
1	R\$ 7.831,76	R\$ 28.185,04	R\$ 59.850,86	R\$ 60.930,09	R\$ 62.204,74
2	R\$ 7.000,85	R\$ 25.660,82	R\$ 54.599,19	R\$ 55.607,98	R\$ 57.042,29
3	R\$ 6.209,32	R\$ 23.341,59	R\$ 49.813,54	R\$ 50.759,12	R\$ 52.336,65
4	R\$ 5.455,98	R\$ 21.206,75	R\$ 45.443,25	R\$ 46.331,96	R\$ 48.038,28
5	R\$ 4.739,51	R\$ 19.238,16	R\$ 41.444,01	R\$ 42.281,43	R\$ 44.103,84
6	R\$ 4.058,48	R\$ 17.419,75	R\$ 37.777,00	R\$ 38.568,08	R\$ 40.495,36
7	R\$ 3.411,41	R\$ 15.737,33	R\$ 34.408,15	R\$ 35.157,25	R\$ 37.179,47
8	R\$ 2.796,79	R\$ 14.178,26	R\$ 31.307,46	R\$ 32.018,44	R\$ 34.126,82
9	R\$ 2.213,09	R\$ 12.731,32	R\$ 28.448,46	R\$ 29.124,75	R\$ 31.311,48
10	R\$ 1.658,84	R\$ 11.386,48	R\$ 25.807,75	R\$ 26.452,41	R\$ 28.710,54
11	R\$ 1.132,55	R\$ 10.134,79	R\$ 23.364,58	R\$ 23.980,34	R\$ 26.303,69
12	R\$ 632,80	R\$ 8.968,24	R\$ 21.100,55	R\$ 21.689,84	R\$ 24.072,86
13	R\$ 158,22	R\$ 7.879,63	R\$ 18.999,27	R\$ 19.564,27	R\$ 22.002,01
14	-R\$ 292,52	R\$ 6.862,49	R\$ 17.046,12	R\$ 17.588,80	R\$ 20.076,81
15	-R\$ 720,68	R\$ 5.910,99	R\$ 15.228,05	R\$ 15.750,16	R\$ 18.284,45
16	-R\$ 1.127,50	R\$ 5.019,88	R\$ 13.533,37	R\$ 14.036,49	R\$ 16.613,46
17	-R\$ 1.514,10	R\$ 4.184,40	R\$ 11.951,59	R\$ 12.437,15	R\$ 15.053,56
18	-R\$ 1.881,60	R\$ 3.400,24	R\$ 10.473,28	R\$ 10.942,59	R\$ 13.595,49
19	-R\$ 2.231,04	R\$ 2.663,49	R\$ 9.089,96	R\$ 9.544,18	R\$ 12.230,92
20	-R\$ 2.563,40	R\$ 1.970,61	R\$ 7.793,98	R\$ 8.234,17	R\$ 10.952,35
21	-R\$ 2.879,61	R\$ 1.318,35	R\$ 6.578,42	R\$ 7.005,54	R\$ 9.752,97
22	-R\$ 3.180,56	R\$ 703,78	R\$ 5.437,02	R\$ 5.851,95	R\$ 8.626,64
23	-R\$ 3.467,07	R\$ 124,21	R\$ 4.364,10	R\$ 3.747,41	R\$ 7.567,77
24	-R\$ 3.467,07	-R\$ 422,84	R\$ 3.354,51	R\$ 4.767,65	R\$ 6.571,31
25	-R\$ 3.467,07	-R\$ 939,60	R\$ 2.403,56	R\$ 2.786,48	R\$ 5.632,64
26	-R\$ 4.247,66	-R\$ 1.428,15	R\$ 1.506,98	R\$ 1.880,53	R\$ 4.747,56
27	-R\$ 4.483,86	-R\$ 1.890,39	R\$ 660,87	R\$ 1.025,61	R\$ 3.912,25
28	-R\$ 4.709,13	-R\$ 2.328,05	-R\$ 138,33	R\$ 218,13	R\$ 3.123,18
29	-R\$ 4.924,05	-R\$ 2.742,75	-R\$ 893,88	-R\$ 545,23	R\$ 2.377,17
30	-R\$ 5.129,18	-R\$ 3.135,96	-R\$ 1.608,76	-R\$ 1.267,49	R\$ 1.671,27
31	-R\$ 5.325,02	-R\$ 3.509,06	-R\$ 2.285,72	-R\$ 1.951,41	R\$ 1.002,78
32	-R\$ 5.512,08	-R\$ 3.863,29	-R\$ 2.927,27	-R\$ 2.599,55	R\$ 369,23
33	-R\$ 5.690,80	-R\$ 4.199,84	-R\$ 3.535,73	-R\$ 3.214,26	-R\$ 231,68
34	-R\$ 5.861,62	-R\$ 4.519,78	-R\$ 4.113,24	-R\$ 3.797,68	-R\$ 802,02
35	-R\$ 6.024,95	-R\$ 4.824,10	-R\$ 4.661,75	-R\$ 4.351,82	-R\$ 1.343,76

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 19 - Estimação do VPL para todas as alternativas tecnológicas de produção sem a cobrança da utilização da água a diferentes de desconto, ou taxas de juros, para o cenário 3

JURO (%)	VPL				
	A	B	C	D	E
0	R\$ 12.810,09	R\$ 37.990,28	R\$ 78.533,89	R\$ 79.718,01	R\$ 80.826,25
1	R\$ 10.305,49	R\$ 32.727,01	R\$ 68.974,42	R\$ 70.079,10	R\$ 71.365,38
2	R\$ 8.077,51	R\$ 28.054,43	R\$ 60.477,56	R\$ 61.511,06	R\$ 62.956,66
3	R\$ 6.092,99	R\$ 23.899,64	R\$ 52.911,92	R\$ 53.881,49	R\$ 55.469,99
4	R\$ 4.323,08	R\$ 20.199,52	R\$ 46.163,86	R\$ 47.075,87	R\$ 48.792,85
5	R\$ 2.742,65	R\$ 16.899,35	R\$ 40.134,91	R\$ 40.994,98	R\$ 42.827,74
6	R\$ 1.329,73	R\$ 13.951,60	R\$ 34.739,59	R\$ 35.552,67	R\$ 37.490,01
7	R\$ 65,11	R\$ 11.314,87	R\$ 29.903,53	R\$ 30.674,01	R\$ 32.706,02
8	-R\$ 1.068,00	R\$ 8.953,09	R\$ 25.561,95	R\$ 26.293,73	R\$ 28.411,62
9	-R\$ 2.084,38	R\$ 6.834,75	R\$ 21.658,29	R\$ 22.354,82	R\$ 24.550,81
10	-R\$ 2.996,98	R\$ 4.932,28	R\$ 18.143,11	R\$ 18.807,46	R\$ 21.074,61
11	-R\$ 3.817,19	R\$ 3.221,52	R\$ 14.973,09	R\$ 15.608,01	R\$ 17.940,13
12	-R\$ 4.555,06	R\$ 1.681,27	R\$ 12.110,23	R\$ 12.718,18	R\$ 15.109,73
13	-R\$ 5.219,46	R\$ 292,89	R\$ 9.521,14	R\$ 10.104,30	R\$ 12.550,35
14	-R\$ 5.818,21	-R\$ 960,03	R\$ 7.176,40	R\$ 7.736,77	R\$ 10.232,87
15	-R\$ 6.358,23	-R\$ 2.091,97	R\$ 5.050,12	R\$ 5.589,46	R\$ 8.131,63
16	-R\$ 6.845,67	-R\$ 3.115,70	R\$ 3.119,41	R\$ 3.639,32	R\$ 6.223,97
17	-R\$ 7.285,96	-R\$ 4.042,53	R\$ 1.364,02	R\$ 1.865,95	R\$ 4.489,84
18	-R\$ 7.683,93	-R\$ 4.882,46	-R\$ 233,96	R\$ 251,30	R\$ 2.911,49
19	-R\$ 8.043,88	-R\$ 5.644,37	-R\$ 1.690,43	-R\$ 1.220,66	R\$ 1.473,20
20	-R\$ 8.369,64	-R\$ 6.336,16	-R\$ 3.019,51	-R\$ 2.564,16	R\$ 160,96
21	-R\$ 8.664,60	-R\$ 6.964,82	-R\$ 4.233,76	-R\$ 3.791,84	-R\$ 1.037,65
22	-R\$ 8.931,83	-R\$ 7.536,61	-R\$ 5.344,37	-R\$ 4.915,00	-R\$ 2.133,72
23	-R\$ 9.174,02	-R\$ 8.057,10	-R\$ 6.361,31	-R\$ 6.886,86	-R\$ 3.137,12
24	-R\$ 9.174,02	-R\$ 8.531,24	-R\$ 7.293,51	-R\$ 5.943,68	-R\$ 4.056,68
25	-R\$ 9.174,02	-R\$ 8.963,50	-R\$ 8.148,92	-R\$ 7.752,59	-R\$ 4.900,29
26	-R\$ 9.773,50	-R\$ 9.357,84	-R\$ 8.934,70	-R\$ 8.548,05	-R\$ 5.675,02
27	-R\$ 9.937,48	-R\$ 9.717,83	-R\$ 9.657,23	-R\$ 9.279,69	-R\$ 6.387,21
28	-R\$ 10.086,31	-R\$ 10.046,66	-R\$ 10.322,27	-R\$ 9.953,32	-R\$ 7.042,54
29	-R\$ 10.221,40	-R\$ 10.347,20	-R\$ 10.934,98	-R\$ 10.574,12	-R\$ 7.646,14
30	-R\$ 10.344,01	-R\$ 10.622,05	-R\$ 11.500,00	-R\$ 11.146,80	-R\$ 8.202,59
31	-R\$ 10.455,31	-R\$ 10.873,52	-R\$ 12.021,53	-R\$ 11.675,56	-R\$ 8.716,04
32	-R\$ 10.556,31	-R\$ 11.103,70	-R\$ 12.503,34	-R\$ 12.164,23	-R\$ 9.190,24
33	-R\$ 10.647,96	-R\$ 11.314,48	-R\$ 12.948,85	-R\$ 12.616,23	-R\$ 9.628,55
34	-R\$ 10.731,08	-R\$ 11.507,58	-R\$ 13.361,13	-R\$ 13.034,68	-R\$ 10.034,04
35	-R\$ 10.806,45	-R\$ 11.684,53	-R\$ 13.742,99	-R\$ 13.422,40	-R\$ 10.409,47

Fonte: Dados da pesquisa.

Anexo 4

Tabela 20 - Análise de risco pela distribuição acumulada da probabilidade de ocorrência do VPL no cultivo de café não-irrigado, irrigado e fertirrigado no cenário 1, Viçosa-MG

Probabilidade	VPL				
	A	B	C	D	E
5%	-15.649,34	-15.783,56	-12.630,57	-11.757,02	-10.311,08
10%	-13.313,22	-11.929,94	-7.095,84	-5.658,97	-4.615,24
15%	-11.487,83	-8.925,74	-2.508,55	-808,23	-54,53
20%	-9.732,49	-6.301,40	1.627,51	3.029,56	4.140,08
25%	-8.129,40	-3.608,74	5.524,32	6.836,37	8.385,04
30%	-6.410,87	-710,03	10.211,22	11.548,49	12.696,49
35%	-4.773,92	2.373,54	15.326,68	16.291,89	17.409,60
40%	-2.798,33	5.586,07	20.208,45	21.084,33	22.510,56
45%	-935,49	8.763,63	24.970,12	25.974,47	27.337,97
50%	1.121,63	12.108,21	29.764,07	30.578,64	32.039,38
55%	3.100,45	15.188,22	34.312,93	35.552,20	36.927,43
60%	5.200,94	18.443,25	39.520,60	40.900,75	42.013,12
65%	7.418,56	21.952,04	45.301,97	46.449,47	47.533,08
70%	9.935,19	25.889,31	51.255,13	52.593,54	53.731,42
75%	12.776,03	30.583,31	58.083,77	59.585,90	60.894,68
80%	16.323,51	36.163,58	66.811,59	68.411,28	69.606,02
85%	20.741,66	43.594,50	78.759,41	79.452,38	80.764,81
90%	26.404,48	52.820,82	93.472,58	94.162,63	95.800,84
95%	35.291,54	67.499,16	113.323,62	114.894,56	117.500,60
100%	73.855,74	121.060,20	188.514,80	193.333,70	199.428,80

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 21 - Análise de risco pela distribuição acumulada da probabilidade de ocorrência da TIR no cultivo de café não-irrigado, irrigado e fertirrigado no cenário 1, Viçosa-MG

Probabilidade	TIR				
	A	B	C	D	E
5%	-0,0422	-0,0242	-0,0136	-0,0129	-0,0124
10%	-0,0163	0,0129	0,0537	0,0618	0,0671
15%	0,0060	0,0377	0,0808	0,0894	0,0960
20%	0,0268	0,0620	0,1031	0,1111	0,1209
25%	0,0461	0,0849	0,1234	0,1310	0,1442
30%	0,0645	0,1077	0,1463	0,1522	0,1664
35%	0,0818	0,1291	0,1684	0,1734	0,1893
40%	0,0988	0,1493	0,1878	0,1926	0,2114
45%	0,1140	0,1678	0,2052	0,2111	0,2313
50%	0,1292	0,1844	0,2227	0,2274	0,2502
55%	0,1440	0,2015	0,2388	0,2447	0,2681
60%	0,1599	0,2183	0,2560	0,2630	0,2865
65%	0,1763	0,2359	0,2747	0,2800	0,3060
70%	0,1937	0,2555	0,2932	0,2995	0,3263
75%	0,2128	0,2774	0,3133	0,3205	0,3493
80%	0,2347	0,3023	0,3374	0,3440	0,3753
85%	0,2598	0,3322	0,3682	0,3735	0,4070
90%	0,2918	0,3672	0,4034	0,4085	0,4464
95%	0,3355	0,4168	0,4543	0,4581	0,4998
100%	0,4879	0,5803	0,6033	0,6095	0,6931

Fonte: Dados da pesquisa.

Anexo 5

Tabela 22 - Orçamento e fluxo de caixa da implantação e operacionalização da alternativa tecnológica de produção A - sem a cobrança pela utilização da água - do cenário 1 em 15 anos da produção de café Catuaí com 4.000 pés em 1 ha para o município de Viçosa-MG

Descrição	ESP.	V.U.	QT.	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	...	Ano 15
A- Entradas						4455,00	5940,00	7425,00	...	2970,00
Receita	R\$...	
Produção	sc/kg					15	20	25	...	10
Preço	R\$					297,00	297,00	297,00	...	297,00
Valor residual liquido	R\$...	500,00
B- Saídas					2967,72	4901,96	5204,14	5496,70	...	4673,66
1.Custos variáveis									...	
1.1. Custos operacionais									...	
1.1.1. Manutenção do sistema de irrigação	R\$				0,00	0,00	0,00	0,00	...	0,00
1.1.2. Energia	R\$				0,00	0,00	0,00	0,00	...	0,00
1.1.3. Água	R\$				0,00	0,00	0,00	0,00	...	0,00
1.2. Insumos e materiais									...	
1.2.1. Calcário	R\$/ton	45,00	0,75		33,75	33,75	33,75	33,75	...	33,75
1.2.2. Formulato 20-05-20	R\$/kg	0,79	1536		1213,44	1213,44	1213,44	1213,44	...	1213,44
1.2.4. Uréia	R\$/ton	0,00	0,95		0,00	0,00	0,00	0,00	...	0,00
1.2.5. Cloreto de Potássio	R\$/kg	0,00	66		0,00	0,00	0,00	0,00	...	0,00
1.2.6. Herbicida	R\$/lit	0,00	3		0,00	0,00	0,00	0,00	...	0,00
1.2.7. Inseticida	R\$/lit	0,00	1		0,00	0,00	0,00	0,00	...	0,00
1.2.8. Fungicida (Ox. Cobre + sist.)	R\$/kg	15,00	6		90,00	90,00	90,00	90,00	...	90,00
1.2.9. Fung. + inset. (Granulado)	R\$/kg	0,00	40		0,00	0,00	0,00	0,00	...	0,00
1.2.10. Sacarias	R\$/un	3,20				48,00	64,00	80,00	...	32,00
1.3. Manutenção									...	
1.3.1. Capina	HD	15,00	18		270,00	270,00	270,00	270,00	...	270,00
1.3.2. Desbrota	HD	15,00	5		75,00	75,00	75,00	75,00	...	75,00
1.3.3. Calagem	HM	0,00	2,7		0,00	0,00	0,00	0,00	...	0,00
1.3.4. Calagem	HD	15,00	2		30,00	30,00	30,00	30,00	...	30,00
1.3.5. Adubação manual	HD	15,00	4,80		72,00	72,00	72,00	72,00	...	72,00
1.3.6. Aplicação defensivo manual	HD	15,00	6		90,00	90,00	90,00	90,00	...	90,00

1.3.7. Aplicação Herbicida	HM	0,00	2,90		0,00	0,00	0,00	0,00	...	0,00
1.3.9. Cerca m-d-o e material	R\$/ha.				103,00	103,00	103,00	103,00	...	103,00
1.4. Colheita									...	
1.4.1. Colheitas	R\$/sc	36,00				540,00	720,00	900,00	...	360,00
1.4.3. Secagem	HD	15,00	7,20			108,00	108,00	108,00	...	108,00
1.4.4. Arruação/ Esparração	HD	15,00	15			225,00	225,00	225,00	...	225,00
1.4.5. Beneficiamento	R\$/sc	3,00				45,00	60,00	75,00	...	75,00
1.4.6. Transporte interno	HM	31,78	2			63,56	63,56	63,56	...	63,56
1.4.7. Utensílios e ferramentas para colheita						317,00	317,00	317,00	...	317,00
1.4.8. Armazenagem (6 meses)	R\$/sc	4,50				67,50	90,00	112,50	...	45,00
2. Custos Fixos									...	
2.1. Administração									...	
2.1.1. M-D-O administrativa	R\$/ha.	280,00	1		280,00	280,00	280,00	280,00	...	280,00
2.1.2. Assistência técnica e viagens	R\$/ha.	110,00	1		110,00	110,00	110,00	110,00	...	110,00
2.1.3. Contabilidade	R\$/ha.	66,00	1		66,00	66,00	66,00	66,00	...	66,00
2.1.4. Telefone/ luz	R\$/ha.	96,00	1		96,00	96,00	96,00	96,00	...	96,00
3.1. Depreciação					346,11	663,11	663,11	663,11	...	663,11
3.2. INSS/CPMF	R\$/%	0,027	0,027			119,394	159,192	198,99	...	79,596
3.3. Outros impostos e contribuições	R\$/ha.				92,42	176,20	205,09	224,35	...	176,20
C- Lucros Tributáveis					-2967,72	-446,96	735,86	1928,30	...	-1703,66
D- Imposto de Renda (IR)	R\$/%	0,275	0,275				202,36	530,28	...	
E- Lucro Líquido					-2967,72	-446,96	533,50	1398,02	...	-1703,66
F- Depreciação e restituição do IR	R\$/ha.				346,11	663,11	1035,11	1035,11	...	663,11
G- Investimento em sistemas de irrigação	R\$/ha.			0,00					...	
H- Investimento na formação do cafeeiro *	R\$/ha.			-7343,72					...	
I- Investimento em terra	R\$/ha.			-2500,00					...	
J- Fluxo Líquido do Caixa				-9843,72	-2621,61	216,16	1568,61	2433,13	...	-540,55
L- Fluxo Líquido do Caixa Acumulado	R\$/ha.			-9843,72	-12465,33	-12249,17	-10680,57	-8247,44	...	12420,93

ESP: Especificação. V.U: Valor Unitário. QT: Quantidade. HD: Homem-Dia. HM: Hora-Máquina. Sc: Saca de 60kg de café beneficiado.

*Aração, calagem, gradeação, conservação do solo, dessecação com herbicida, sulcação, distribuição calcários nos sulcos, distribuição de fertilizantes, incorporação de adubo no sulco, transporte das mudas, plantio, replantio, superfosfato simples, nitrato de amônia, ácido bórico mais cloreto de potássio, oxiclreto de cobre, utensílios e ferramentas, cerca, terreiro e tulha, mudas, outros.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 23 - Orçamento e fluxo de caixa da implantação e operacionalização da alternativa tecnológica de produção B - sem a cobrança pela utilização da água - do cenário 1 em 15 anos da produção de café Catuaí com 4.000 pés em 1 ha para o município de Viçosa-MG

Descrição	ESP.	V.U.	QT.	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	...	Ano 15
A- Entradas						5940,00	8910,00	12622,50	...	7425,00
Receita	R\$...	
Produção	sc/kg					20	30	42,5	...	25
Preço	R\$					297,00	297,00	297,00	...	297,00
Valor residual líquido	R\$...	500,00
B- Saídas					4299,50	6567,70	7122,82	7876,71	...	6886,00
1.Custo variável									...	
1.1. Custos operacionais da irrig/fertirrigação									...	
1.1.1. Manutenção	R\$				0,00	0,00	0,00	0,00	...	0,00
1.1.2. Energia	R\$				0,00	0,00	0,00	0,00	...	0,00
1.1.3. Água	R\$				0,00	0,00	0,00	0,00	...	0,00
1.2. Insumos e materiais									...	
1.2.1. Calcário	R\$/ton	45,00	1,50		67,50	67,50	67,50	67,50	...	67,50
1.2.2. Formulato 20-05-20	R\$/kg	0,79	1800		1422,00	1422,00	1422,00	1422,00	...	1422,00
1.2.4. Uréia	R\$/ton	0,00	0,95		0,00	0,00	0,00	0,00	...	0,00
1.2.5. Cloreto de Potássio	R\$/kg	0,00	66		0,00	0,00	0,00	0,00	...	0,00
1.2.6. Herbicida	R\$/lit	11,20	3		33,60	33,60	33,60	33,60	...	33,60
1.2.7. Inseticida	R\$/lit	48,00	1		48,00	48,00	48,00	48,00	...	48,00
1.2.8. Fungicida (Ox. Cobre + sist.)	R\$/kg	20,00	6		120,00	120,00	120,00	120,00	...	120,00
1.2.9. Fung. + inset. (Granulado)	R\$/kg	14,00	40		560,00	560,00	560,00	560,00	...	560,00
1.2.10. Sacarias	R\$/un	3,20				64,00	96,00	136,00	...	80,00
1.3. Manutenção									...	
1.3.1. Capina	HD	15,00	18		270,00	270,00	270,00	270,00	...	270,00
1.3.2. Desbrota	HD	15,00	13,90		208,50	208,50	208,50	208,50	...	208,50
1.3.3. Calagem	HM	37,28	2,7		100,65	100,65	100,65	100,65	...	100,65
1.3.4. Calagem	HD	15,00	2,20		33,00	33,00	33,00	33,00	...	33,00
1.3.5. Adubação manual	HD	15,00	4,80		72,00	72,00	72,00	72,00	...	72,00
1.3.6. Aplicação defensivo manual	HD	15,00	6,30		94,50	94,50	94,50	94,50	...	94,50
1.3.7. Aplicação Herbicida	HM	34,22	2,90		99,24	99,24	99,24	99,24	...	99,24
1.3.9. Cerca m-d-o e material	R\$/ha.				103,00	103,00	103,00	103,00	...	103,00

1.4. Colheita									...	
1.4.1. Colheitas	R\$/sc	36,00				720,00	1080,00	1530,00	...	900,00
1.4.3. Secagem	HD	15,00	7,20			108,00	108,00	108,00	...	108,00
1.4.4. Arruação/ Esparração	HD	15,00	15			225,00	225,00	225,00	...	225,00
1.4.5. Beneficiamento	R\$/sc	3,00				60,00	60,00	120,00	...	120,00
1.4.6. Transporte interno	HM	31,78	3			95,34	95,34	95,34	...	95,34
1.4.7. Utensílios e ferramentas para colheita						317,00	317,00	317,00	...	317,00
1.4.8. Armazenagem (6 meses)	R\$/sc	4,50				90,00	135,00	191,25	...	112,50
2. Custo Fixo									...	
2.1. Administração									...	
2.1.1. M-D-O administrativa	R\$/ha.	280,00	1		280,00	280,00	280,00	280,00	...	280,00
2.1.2. Assistência técnica e viagens	R\$/ha.	158,00	1		158,00	158,00	158,00	158,00	...	158,00
2.1.3. Contabilidade	R\$/ha.	66,00	1		66,00	66,00	66,00	66,00	...	66,00
2.1.4. Telefone/ luz	R\$/ha.	96,00	1		96,00	96,00	96,00	96,00	...	96,00
3.1. Depreciação					360,00	677,00	677,00	677,00	...	677,00
3.2. INSS/CPMF	R\$/%	0,027	0,027			159,19	238,78	338,283	...	198,99
3.3.Outros impostos e contribuições	R\$/ha.				107,506	220,17	258,69	306,847	...	220,17
C- Lucros Tributáveis					-4299,50	-627,70	1787,18	4745,79	...	539,00
D- Imposto de Renda (IR)	R\$/%	0,275	1				491,47	1305,09	...	148,22
E- Lucro Líquido					-4299,50	-627,70	1295,71	3440,69	...	390,77
F- Depreciação e restituição do IR	R\$/ha.				360,00	677,00	1049,00	1049,00	...	1049,00
G- Investimento em sistemas de irrigação	R\$/ha.			0,00					...	
H- Investimento na formação do cafeeiro *	R\$/ha.			-8925,50					...	
I- Investimento em terra	R\$/ha.			-2500,00					...	
J- Fluxo Líquido do Caixa				-11425,50	-3939,50	49,30	2344,71	4489,69	...	1939,77
L- Fluxo Líquido Acumulado	R\$/ha.			-11425,50	-15365,00	-15315,70	-12971,00	-8481,30	...	34867,80

ESP: Especificação. V.U: Valor Unitário. QT: Quantidade. HD: Homem-Dia. HM: Hora-Máquina. Sc: Saca de 60kg de café beneficiado.

*Aração, calagem, gradeação, conservação do solo, dessecação com herbicida, sulcação, distribuição calcários nos sulcos, distribuição de fertilizantes, incorporação de adubo no sulco, transporte das mudas, plantio, replantio, superfosfato simples, nitrato de amônia, ácido bórico mais cloreto de potássio, oxocloreto de cobre, utensílios e ferramentas, cerca, terreiro e tulha, mudas, outros.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 24 - Orçamento e fluxo de caixa da implantação e operacionalização da alternativa tecnológica de produção C - sem a cobrança pela utilização da água - do cenário 1 em 15 anos da produção de café Catuaí com 4.000 pés em 1 ha para o município de Viçosa-MG

Descrição	ESP.	V.U.	QT.	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	...	Ano 15
A- Entradas						8910,00	11880,00	19305,00	...	11880,00
Receita	R\$...	
Produção	sc/kg					30	40	65	...	40
Preço	R\$					297,00	297,00	297,00	...	297,00
Valor residual líquido	R\$...	500,00
B- Saídas					5201,73	8118,61	8673,72	10151,51	...	8763,72
1.Custos variáveis									...	
1.1. Custos operacionais									...	
1.1.1. Manutenção do sistema de irrigação	R\$				500,00	500,00	500,00	500,00	...	500,00
1.1.2. Energia	R\$				110,00	110,00	110,00	110,00	...	110,00
1.1.3. Água	R\$				0,00	0,00	0,00	0,00	...	0,00
1.2. Insumos e materiais									...	
1.2.1. Calcário	R\$/ton	45,00	1,50		67,50	67,50	67,50	67,50	...	67,50
1.2.2. Formulato 20-05-20	R\$/kg	0,79	1800		1422,00	1422,00	1422,00	1422,00	...	1422,00
1.2.4. Uréia	R\$/ton	0,00	0,95		0,00	0,00	0,00	0,00	...	0,00
1.2.5. Cloreto de Potássio	R\$/kg	0,00	66		0,00	0,00	0,00	0,00	...	0,00
1.2.6. Herbicida	R\$/lit	11,20	3		33,60	33,60	33,60	33,60	...	33,60
1.2.7. Inseticida	R\$/lit	48,00	1		48,00	48,00	48,00	48,00	...	48,00
1.2.8. Fungicida (Ox. Cobre + sist.)	R\$/kg	20,00	6		120,00	120,00	120,00	120,00	...	120,00
1.2.9. Fung. + inset. (Granulado)	R\$/kg	14,00	40		560,00	560,00	560,00	560,00	...	560,00
1.2.10. Sacarias	R\$/un	3,20				96,00	128,00	208,00	...	128,00
1.3. Manutenção									...	
1.3.1. Capina	HD	15,00	18		270,00	270,00	270,00	270,00	...	270,00
1.3.2. Desbrota	HD	15,00	13,90		208,50	208,50	208,50	208,50	...	208,50
1.3.3. Calagem	HM	37,28	2,70		100,66	100,66	100,66	100,66	...	100,66
1.3.4. Calagem	HD	15,00	2,20		33,00	33,00	33,00	33,00	...	33,00
1.3.5. Adubação manual	HD	15,00	4,80		72,00	72,00	72,00	72,00	...	72,00
1.3.6. Aplicação defensivo manual	HD	15,00	6,30		94,50	94,50	94,50	94,50	...	94,50
1.3.7. Aplicação Herbicida	HM	34,22	2,90		99,24	99,24	99,24	99,24	...	99,24
1.3.8. Cerca m-d-o e material	R\$/ha.				103,00	103,00	103,00	103,00	...	103,00

1.4. Colheita									...	
1.4.1. Colheitas	R\$/sc	36,00				1080,00	1440,00	2340,00	...	1440,00
1.4.3. Secagem	HD	15,00	7,20			108,00	108,00	108,00	...	108,00
1.4.4. Arruação/ Esparração	HD	15,00	15			225,00	225,00	225,00	...	225,00
1.4.5. Beneficiamento	R\$/sc	3,00				90,00	90,00	180,00	...	180,00
1.4.6. Transporte interno	HM	31,78	5			158,90	158,90	158,90	...	158,90
1.4.7. Utensílios e ferramentas para colheita						317,00	317,00	317,00	...	317,00
1.4.8. Armazenagem (6 meses)	R\$/sc	4,50				135,00	180,00	292,50	...	180,00
2. Custos Fixos									...	
2.1. Administração									...	
2.1.1. M-D-O administrativa	R\$/ha.	280,0	1		280,00	280,00	280,00	280,00	...	280,00
2.1.2. Assistência técnica e viagens	R\$/ha.	158,56	1		158,56	158,56	158,56	158,56	...	158,56
2.1.3. Contabilidade	R\$/ha.	66,00	1		66,00	66,00	66,00	66,00	...	66,00
2.1.4. Telefone/ luz	R\$/ha.	96,00	1		96,00	96,00	96,00	96,00	...	96,00
3.1. Depreciação					651,67	968,67	968,67	968,67	...	968,67
3.2. INSS/CPMF	R\$/%	0,027	0,027			238,788	318,38	517,37	...	318,38
3.3. Outros impostos e contribuições	R\$/ha.				107,506	258,69	297,22	393,52	...	297,22
C- Lucros Tributáveis					-5201,73	791,39	3206,28	9153,49	...	3116,28
D- Imposto de Renda (IR)	R\$/%	0,275	0,275			217,63	881,727	2517,21	...	856,98
E- Lucro Líquido					-5201,73	573,76	2324,55	6636,28	...	2259,30
F- Depreciação e restituição do IR	R\$/ha.				651,67	1340,67	1340,67	1340,67	...	1340,67
G- Investimentos em sistemas de irrigação	R\$/ha.			-5000,00					...	
H- Investimento na formação do cafeeiro *	R\$/ha.			-10077,73					...	
I- Investimento em terra	R\$/ha.			-2500,00					...	
J- Fluxo Líquido do Caixa				-17577,73	-4550,06	1914,43	3665,22	7976,95	...	4099,97
L- Fluxo Líquido do Caixa Acumulado	R\$/ha.			-17577,73	-22127,79	-20213,36	-16548,14	-8571,19	...	70851,44

ESP: Especificação. V.U: Valor Unitário. QT: Quantidade. HD: Homem-Dia. HM: Hora-Máquina. Sc: Saca de 60kg de café beneficiado.

*Aração, calagem, gradeação, conservação do solo, dessecação com herbicida, sulcação, distribuição calcários nos sulcos, distribuição de fertilizantes, incorporação de adubo no sulco, transporte das mudas, plantio, replantio, superfosfato simples, nitrato de amônia, ácido bórico mais cloreto de potássio, oxocloreto de cobre, utensílios e ferramentas, cerca, terreiro e tulha, mudas, outros.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 25 - Orçamento e fluxo de caixa da implantação e operacionalização da alternativa tecnológica de produção D - sem a cobrança pela utilização da água - do cenário 1 em 15 anos da produção de café Catuaí com 4.000 pés em 1 ha para o município de Viçosa-MG

Descrição	ESP.	V.U.	QT.	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	...	Ano 15
A- Entradas						8910,00	11880,00	19305,00	...	11880,00
Receita	R\$...	
Produção	sc/kg					30	40	65	...	40
Preço	R\$					297,00	297,00	297,00	...	297,00
Valor residual liquido	R\$...	500,00
B- Saídas					5106,43	8023,30	8578,42	10056,21	...	8668,42
1.Custos variáveis									...	
1.1. Custos operacionais									...	
1.1.1. Manutenção do sistema de irrigação	R\$				500,00	500,00	500,00	500,00	...	500,00
1.1.2. Energia	R\$				110,00	110,00	110,00	110,00	...	110,00
1.1.3. Água	R\$				0,00	0,00	0,00	0,00	...	0,00
1.2. Insumos e materiais									...	
1.2.1. Calcário	R\$/ton	45,00	1,50		67,50	67,50	67,50	67,50	...	67,50
1.2.2. Formulato 20-05-20	R\$/kg	0,00	1800		0,00	0,00	0,00	0,00	...	0,00
1.2.4. Uréia	R\$/ton	0,94	910		855,40	855,40	855,40	855,40	...	855,40
1.2.5. Cloreto de Potássio	R\$/kg	0,81	670		542,70	542,70	542,70	542,70	...	542,70
1.2.6. Herbicida	R\$/lit	11,20	3		33,60	33,60	33,60	33,60	...	33,60
1.2.7. Inseticida	R\$/lit	48,00	1		48,00	48,00	48,00	48,00	...	48,00
1.2.8. Fungicida (Ox. Cobre + sist.)	R\$/kg	20,00	6		120,00	120,00	120,00	120,00	...	120,00
1.2.9. Fung. + inset. (Granulado)	R\$/kg	14,00	40		560,00	560,00	560,00	560,00	...	560,00
1.2.10. Sacarias	R\$/un	3,20				96,00	128,00	208,00	...	128,00
1.3. Manutenção									...	
1.3.1. Capina	HD	15,00	18		270,00	270,00	270,00	270,00	...	270,00
1.3.2. Desbrota	HD	15,00	13,90		208,50	208,50	208,50	208,50	...	208,50
1.3.3. Calagem	HM	37,28	2,70		100,66	100,66	100,66	100,66	...	100,66
1.3.4. Calagem	HD	15,00	2,20		33,00	33,00	33,00	33,00	...	33,00
1.3.5. Adubação manual	HD	15,00	0,50		7,50	7,50	7,50	7,50	...	7,50
1.3.6. Aplicação defensivo manual	HD	15,00	6,30		94,50	94,50	94,50	94,50	...	94,50
1.3.7. Aplicação Herbicida	HM	34,22	2,90		99,24	99,24	99,24	99,24	...	99,24

1.3.8. Cerca m-d-o e material	R\$/ha.				103,00	103,00	103,00	103,00	...	103,00
1.4. Colheita									...	
1.4.1. Colheitas	R\$/sc	36,00				1080,00	1440,00	2340,00	...	1440,00
1.4.3. Secagem	HD	15,00	7,20			108,00	108,00	108,00	...	108,00
1.4.4. Arruação/ Esparração	HD	15,00	15			225,00	225,00	225,00	...	225,00
1.4.5. Beneficiamento	R\$/sc	3,00				90,00	90,00	180,00	...	180,00
1.4.6. Transporte interno	HM	31,78	5			158,90	158,90	158,90	...	158,90
1.4.7. Utensílios e ferramentas para colheita						317,00	317,00	317,00	...	317,00
1.4.8. Armazenagem (6 meses)	R\$/sc	4,50				135,00	180,00	292,50	...	180,00
2. Custos Fixos									...	
2.1. Administração									...	
2.1.1. M-D-O administrativa	R\$/ha.	280,00	1		280,00	280,00	280,00	280,00	...	280,00
2.1.2. Assistência técnica e viagens	R\$/ha.	158,56	1		158,56	158,56	158,56	158,56	...	158,56
2.1.3. Contabilidade	R\$/ha.	66,00	1		66,00	66,00	66,00	66,00	...	66,00
2.1.4. Telefone/ luz	R\$/ha.	96,00	1		96,00	96,00	96,00	96,00	...	96,00
3.1. Depreciação					651,67	968,67	968,67	968,67	...	968,67
3.2. INSS/CPMF	R\$/%	0,027	0,027			238,79	318,38	517,37	...	318,38
3.3. Outros impostos e contribuições	R\$/ha.				100,60	251,79	290,32	386,62	...	290,32
C- Lucros Tributáveis					-5106,43	886,70	3301,58	9248,79	...	3211,58
D- Imposto de Renda (IR)	R\$/%	0,275	0,275			243,84	907,93	2543,42	...	883,18
E- Lucro Líquido					-5106,43	642,85	2393,65	6705,37	...	2328,40
F- Depreciação e restituição do IR	R\$/ha.				651,67	1340,67	1340,67	1340,67	...	1340,67
G- Investimentos em sistemas de irrigação	R\$/ha.				-5000,00				...	
H- Investimento na formação do cafeeiro *	R\$/ha.				-9982,43				...	
I- Investimento em terra	R\$/ha.				-2500,00				...	
J- Fluxo Líquido do Caixa					-17482,43	-4454,76	1983,52	3734,31	8046,04	4169,06
L- Fluxo Líquido do Caixa Acumulado	R\$/ha.				-17482,43	-21937,18	-19953,66	-16219,35	-8173,31	72009,35

ESP: Especificação. V.U: Valor Unitário. QT: Quantidade. HD: Homem-Dia. HM: Hora-Máquina. Sc: Saca de 60kg de café beneficiado.

*Aração, calagem, gradeação, conservação do solo, dessecação com herbicida, sulcação, distribuição calcários nos sulcos, distribuição de fertilizantes, incorporação de adubo no sulco, transporte das mudas, plantio, replantio, superfosfato simples, nitrato de amônia, ácido bórico mais cloreto de potássio, oxiclreto de cobre, utensílios e ferramentas, cerca, terreiro e tulha, mudas, outros.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 26 - Orçamento e fluxo de caixa da implantação e operacionalização da alternativa tecnológica de produção E - sem a cobrança pela utilização da água - no cenário 1 em 15 anos da produção de café Catuaí com 4.000 pés em 1 ha, para o município de Viçosa-MG

Descrição	ESP.	V.U.	QT.	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	...	Ano 15
A- Entradas						8910,00	11880,00	19305,00	...	11880,00
Receita	R\$...	
Produção	sc/kg					30	40	65	...	40
Preço	R\$					297,00	297,00	297,00	...	297,00
Valor residual líquido	R\$...	500,00
B- Saídas				5062,84	5062,84	7979,72	8534,83	10012,62	...	8624,83
1.Custos variáveis									...	
1.1. Custos operacionais									...	
1.1.1. Manutenção do sistema de irrigação	R\$				500,00	500,00	500,00	500,00	...	500,00
1.1.2. Energia	R\$				160,00	160,00	160,00	160,00	...	160,00
1.1.3. Água	R\$				0,00	0,00	0,00	0,00	...	0,00
1.2. Insumos e materiais									...	
1.2.1. Calcário	R\$/ton	45,00	1,50		67,50	67,50	67,50	67,50	...	67,50
1.2.2. Formulato 20-05-20	R\$/kg	0,79	1800		1422,00	1422,00	1422,00	1422,00	...	1422,00
1.2.4. Uréia	R\$/ton	0,00	0,95		0,00	0,00	0,00	0,00	...	0,00
1.2.5. Cloreto de Potássio	R\$/kg	0,00	66		0,00	0,00	0,00	0,00	...	0,00
1.2.6. Herbicida	R\$/lit	11,20	3		33,60	33,60	33,60	33,60	...	33,60
1.2.7. Inseticida	R\$/lit	48,00	1		48,00	48,00	48,00	48,00	...	48,00
1.2.8. Fungicida (Ox. Cobre + sist.)	R\$/kg	20,00	6		120,00	120,00	120,00	120,00	...	120,00
1.2.9. Fung. + inset. (Granulado)	R\$/kg	14,00	40		560,00	560,00	560,00	560,00	...	560,00
1.2.10. Sacarias	R\$/un	3,20				96,00	128,00	208,00	...	128,00
1.3. Manutenção									...	
1.3.1. Capina	HD	15,00	18		270,00	270,00	270,00	270,00	...	270,00
1.3.2. Desbrota	HD	15,00	13,90		208,50	208,50	208,50	208,50	...	208,50
1.3.3. Calagem	HM	37,28	2,7		100,656	100,66	100,66	100,66	...	100,66
1.3.4. Calagem	HD	15,00	2,20		33,00	33,00	33,00	33,00	...	33,00
1.3.5. Adubação manual	HD	15,00	4,80		72,00	72,00	72,00	72,00	...	72,00
1.3.6. Aplicação defensivo manual	HD	15,00	6,30		94,50	94,50	94,50	94,50	...	94,50
1.3.7. Aplicação Herbicida	HM	34,22	2,90		99,24	99,24	99,24	99,24	...	99,24

1.3.8. Cerca m-d-o e material	R\$/ha.				103,00	103,00	103,00	103,00	...	103,00
1.4. Colheita									...	
1.4.1. Colheitas	R\$/sc	36,00				1080,00	1440,00	2340,00	...	1440,00
1.4.3. Secagem	HD	15,00	7,20			108,00	108,00	108,00	...	108,00
1.4.4. Arruação/ Esparração	HD	15,00	15			225,00	225,00	225,00	...	225,00
1.4.5. Beneficiamento	R\$/sc	3,00				90,00	90,00	180,00	...	180,00
1.4.6. Transporte interno	HM	31,78	5			158,90	158,90	158,90	...	158,90
1.4.7. Utensílios e ferramentas para colheita						317,00	317,00	317,00	...	317,00
1.4.8. Armazenagem (6 meses)	R\$/sc	4,50				135,00	180,00	292,50	...	180,00
2. Custos Fixos									...	
2.1. Administração									...	
2.1.1. M-D-O administrativa	R\$/ha.	280,00	1		280,00	280,00	280,00	280,00	...	280,00
2.1.2. Assistência técnica e viagens	R\$/ha.	158,56	1		158,56	158,56	158,56	158,56	...	158,56
2.1.3. Contabilidade	R\$/ha.	66,00	1		66,00	66,00	66,00	66,00	...	66,00
2.1.4. Telefone/ luz	R\$/ha.	96,00	1		96,00	96,00	96,00	96,00	...	96,00
3.1. Depreciação					462,78	779,78	779,78	779,78	...	779,78
3.2. INSS/CPMF	R\$/%	0,027	0,027			238,79	318,38	517,37	...	318,38
3.3. Outros impostos e contribuições	R\$/ha.				107,51	258,69	297,22	393,52	...	297,22
C- Lucros Tributáveis					-5062,84	930,28	3345,17	9292,38	...	3255,17
D- Imposto de Renda (IR)	R\$/%	0,275	0,275			255,83	919,92	2555,40	...	895,171
E- Lucro Líquido					-5062,84	674,46	2425,25	6736,97	...	2360,00
F- Depreciação e restituição do IR	R\$/ha.				462,78	1151,78	1151,78	1151,78	...	1151,78
G- Investimentos em sistemas de irrigação	R\$/ha.				-1600,00				...	
H- Investimento na formação do cafeeiro *	R\$/ha.				-9938,84				...	
I- Investimento em terra	R\$/ha.				-2500,00				...	
J- Fluxo Líquido do Caixa					-14038,84	-4600,06	1826,23	3577,02	7888,75	4011,77
L- Fluxo Líquido do Caixa Acumulado	R\$/ha.				-14038,84	-18638,90	-16812,66	-13235,64	-5346,89	73105,60

ESP: Especificação. V.U: Valor Unitário. QT: Quantidade. HD: Homem-Dia. HM: Hora-Máquina. Sc: Saca de 60kg de café beneficiado.

*Aração, calagem, gradeação, conservação do solo, dessecação com herbicida, sulcação, distribuição calcários nos sulcos, distribuição de fertilizantes, incorporação de adubo no sulco, transporte das mudas, plantio, replantio, superfosfato simples, nitrato de amônia, ácido bórico mais cloreto de potássio, oxiclreto de cobre, utensílios e ferramentas, cerca, terreiro e tulha, mudas, outros.

Fonte: Elaborado pelo autor.