

CAROLINE PETROLL RODRIGUES

**ANÁLISE DE INVESTIMENTO EM  
CANA-DE-AÇÚCAR IRRIGADA  
NO NOROESTE MINEIRO**

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  
2009

CAROLINE PETROLL RODRIGUES

**ANÁLISE DE INVESTIMENTO EM  
CANA-DE-AÇÚCAR IRRIGADA  
NO NOROESTE MINEIRO**

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*.

APROVADA: 16 de junho de 2009.

---

Elaine Aparecida Fernandes

---

Altair Dias de Moura

---

Brício dos Santos Reis  
(Co-orientador)

---

Aziz Galvão da Silva Júnior

---

Viviani Silva Lírio  
(Orientadora)

**Á minha família,  
Ao meu namorado,  
Aos meus amigos,  
Dedico com muito carinho**

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por me guiar por momentos de felicidade e dificuldade, por me dar serenidade e conforto na fé e por me proporcionar família e amigos maravilhosos.

Aos meus pais, por me criarem com tanta dedicação e me estimularem tanto os estudos, por me darem valores sólidos e um lar de muito amor. Á minha mãe, por ter sempre me motivado e apoiado em qualquer coisa que fiz. Ao meu pai, por me questionar bastante e por sempre me estimular a ser uma pessoa melhor.

Aos meus irmãos que muito amo, obrigada por existirem. À Luiza, obrigado pelas ajudas constantes, dicas e pelo pouso. Ao Renato, pela companhia diária, pela alegria e pelos momentos de culinária.

Ao meu namorado Marcelo, obrigada pelo carinho dedicado, pela compreensão nos momentos de nervosismo e pela alegria contagiante. E obrigado também à minha família de Viçosa, especialmente à Dona Iraci, Irani, Luciana e Mariana.

Á minha família gaúcha, que mesmo de longe, sempre lembram e mostram carinho e apoio.

Aos meus amigos, de Paracatu, São Paulo e Viçosa, por sempre torcerem, por me agüentarem, por me divertirem, por terem rido e chorado comigo e por sempre estarem presente. Clarisse Marchi, Daniel, Adriano, Saulo, Clarisse Alvim, Raquel,

Ana Lúcia, Abelardo, Cinara, Paulinha, Stefani, Maíra, Aline, Mariana, vocês foram essenciais. Aos outros que não citei, desculpas.

Aos amigos do mestrado, que vivem a mesma realidade e lutam a mesma batalha, obrigada pelos momentos de estudo, diversão, listas de exercício e estresses em conjunto.

Aos professores que tive em minha vida, por me tornarem a aluna que sou hoje. Não posso deixar de citar alguns dos mestres que muito me ensinaram, dentro e fora da sala de aula: Professores Sílvio, Antonieta e Ana Bruner (Santa Cruz) e aos Professores Novaes, Juarez e Maria Ignez (UFV). Admiro vocês muito.

À minha orientadora, Viviani, pela orientação, pelas dicas, motivação, por acreditar em mim e por me dar “puxões de orelha” muito valiosos.

Às pessoas entrevistadas e aos produtores de Paracatu, obrigada pela paciência e pelo fornecimento dos dados.

Ao Xodó e à Iara Francisca, pelos bons momentos juntos e pela amizade fiel e incondicional.

## **BIOGRAFIA**

CAROLINE PETROLL RODRIGUES nasceu em Uruguaiana-RS, no mês de outubro de 1984. Ainda jovem, mudou-se para Paracatu-MG, onde residiu até os 14 anos. Fez segundo grau no Colégio Santa Cruz, em São Paulo e graduou-se em Zootecnia e Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa, em dezembro de 2005 e março de 2007, respectivamente.

Em 2007, iniciou o mestrado em Economia Aplicada, também pela Universidade Federal de Viçosa.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS .....	ix
LISTA DE QUADROS .....	xii
LISTA DE TABELAS .....	xvi
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Considerações iniciais .....	1
1.2 O problema e sua importância .....	6
1.3 Hipóteses .....	10
1.4 Objetivos .....	10
1.5 Estrutura do trabalho .....	11
2. AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA NO BRASIL .....	12
2.1 O setor canavieiro em Minas Gerais .....	17
2.2 O Noroeste de Minas Gerais e o Vale do Paracatu .....	22
3. ASPECTOS AGRONÔMICOS DO CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR .....	27

	Página
4. REFERENCIAL TEÓRICO .....	32
4.1 Tomada de decisão .....	32
4.2 Análise econômica de projetos .....	35
4.3 Análise de risco do projeto .....	39
5. MODELO ANALÍTICO .....	44
5.1 Etapas de elaboração da pesquisa, levantamento de informações e montagem do fluxo de caixa .....	44
5.2 Indicadores de Viabilidade Econômica .....	49
5.3 Análise de Risco .....	52
5.4 Operacionalização do modelo .....	57
5.5 Cenários analíticos .....	58
5.5.1 1º Cenário: Plantio de cana-de-açúcar .....	58
5.5.2 2º Cenário: Plantio de Soja e Milho Semente .....	59
5.5.3 3º Cenário: Plantio de Soja e Milho Comercial .....	60
5.5.4 4º Cenário: Plantio de Milho Comercial e Feijão .....	60
5.5.5 5º Cenário: Plantio de Soja, Feijão e Milho Comercial .....	60
5.5.6 6º Cenário: Plantio de Milho Comercial e Feijão (2x) .....	60
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	62
6.1 Análise do 1º Cenário: Cultivo de Cana-de-Açúcar irrigada por pivô central.....	62
6.1.1 Análise do fluxo de caixa .....	62
6.1.2 Análise dos indicadores de viabilidade econômica .....	68
6.1.3 Análise de risco .....	70



	Página
6.2 Análise das culturas alternativas à cana-de-açúcar – soja, milho e feijão – plantadas em diferentes sistemas de rotação.....	80
6.2.1 Análise dos fluxos de caixa .....	80
6.2.2 Análise dos indicadores de viabilidade econômica .....	83
6.2.3 Análise de risco .....	85
7. CONCLUSÕES .....	94
REFERÊNCIAS .....	99
APÊNDICES .....	108
APÊNDICE A: Zoneamento Agropedoclimático da Cana-de-Açúcar para o município de Paracatu .....	109
APÊNDICE B: Custo do milímetro irrigado em um pivot central .....	111
APÊNDICE C: Comportamento dos preços da cana-de-açúcar, feijão, soja e milho.	125
APÊNDICE D: Construção dos histogramas .....	129
APÊNDICE E: Custo de produção das diferentes culturas .....	133
APÊNDICE F: Fluxo de caixa dos diferentes cenários analíticos .....	170

## LISTA DE FIGURAS

	Página
1	Localização do Noroeste de Minas e de suas microrregiões..... 23
2	Ciclos fenológicos da cana-de-açúcar..... 28
3	Etapas do processo de tomada de decisão..... 34
4	Preferências e comportamento diante do risco..... 41
5	Comportamento diante do risco representado através de curvas de indiferença..... 42
6	Distribuição de probabilidade contínua do retorno de um ativo..... 42
7	Distribuição de probabilidade acumulada do VPL (5,33%)..... 77
8	Distribuição de probabilidade acumulada da relação B/C..... 79

	Página
A1 Zoneamento Agropedoclimático da Cana-de-Açúcar para o município de Paracatu-MG e localização do Projeto de Irrigação Entre Ribeiros..	109
B1 Esquema de um pivot central.....	111
C1 Preço mensal da cana-de-açúcar, de janeiro de 1999 a dezembro de 2008.....	125
C2 Flutuação do preço médio da tonelada de cana-de-açúcar ao longo do ano, considerando o período de janeiro de 1999 a dezembro de 2008.....	125
C3 Preço mensal da saca de feijão carioca, de janeiro de 1999 a dezembro de 2008.....	126
C4 Flutuação do preço médio da saca de feijão carioca ao longo do ano, considerando o período de janeiro de 1999 a dezembro de 2008.....	126
C5 Preço mensal da saca de milho, de janeiro de 1999 a dezembro de 2008..	127
C6 Flutuação do preço médio da saca de milho ao longo do ano, considerando o período de janeiro de 1999 a dezembro de 2008.....	127
C7 Preço mensal da saca de soja, de janeiro de 1999 a dezembro de 2008.....	128
C8 Flutuação do preço médio da saca de soja ao longo do ano, considerando o período de janeiro de 1999 a dezembro de 2008.....	128
D1 Histograma dos preços da cana-de-açúcar (R\$/tonelada).....	130

	Página
D2 Histograma dos preços do feijão carioca (R\$/sc).....	131
D3 Histograma dos preços do milho (R\$/sc).....	131
D4 Histograma dos preços da soja (R\$/sc).....	132

## LISTA DE QUADROS

	Página
1 Mudança na área agrícola, em hectares, com a expansão da cana-de-açúcar, safra 2007/08, no Estado de Minas Gerais.....	20
2 Classificação de projetos.....	37
3 Opções de Culturas adotadas pelos produtores de Paracatu-MG.....	58
B1 Funcionamento e volume de água irrigado por diferentes equipamentos em situações diversas.....	118
E1 Fluxo de caixa representativo do gasto com produção de um hectare de cana-de-açúcar irrigada por pivot central, em 7 cortes, no município de Paracatu-MG (Projeto Entre Ribeiros). Os gastos com milímetro irrigado referente à um equipamento de pivot central de 150 hectares e lâmina de 4mm.....	133

	Página
E2	Custo total por hectare e por tonelada da cana-de-açúcar..... 140
E3	Custo total por hectare e por tonelada da cana-de-açúcar irrigada com equipamento dimensionado para cereais..... 142
E4	Fluxo de Caixa representativo do custo de produção de um hectare de feijão irrigado por pivot central, no município de Paracatu-MG (Projeto Entre Ribeiros). Os custo do milímetro irrigado referente à um equipamento de pivot central de 150 hectares e lâmina de 9mm..... 144
E5	Fluxo de Caixa representativo do custo de produção de um hectare de milho irrigado por pivot central, no município de Paracatu-MG (Projeto Entre Ribeiros), plantado no período de seca – após maio. Os custo do milímetro irrigado referente à um equipamento de pivot central de 150 hectares e lâmina de 9mm..... 149
E6	Fluxo de Caixa representativo do custo de produção de um hectare de milho irrigado por pivot central, no município de Paracatu-MG (Projeto Entre Ribeiros), plantado no período de chuvas – após novembro. Os custo do milímetro irrigado referente à um equipamento de pivot central de 150 hectares e lâmina de 9mm. Considerou-se a escolha de milho transgênico – não atacado por lagartas..... 154
E7	Fluxo de Caixa representativo do custo de produção de um hectare de milho semente irrigado por pivot central, no município de Paracatu-MG (Projeto Entre Ribeiros). Os custo do milímetro irrigado referente à um equipamento de pivot central de 150 hectares e lâmina de 9mm..... 159

E8	Fluxo de Caixa representativo do custo de produção de um hectare de soja irrigada por pivot central, no município de Paracatu-MG (Projeto Entre Ribeiros). Os custo do milímetro irrigado referente à um equipamento de pivot central de 150 hectares e lâmina de 9mm.....	164
F1	Fluxo de caixa representativo da implementação e operacionalização de uma lavoura de cana-de-açúcar irrigada com um equipamento de pivô central de 150 hectares (sem financiamento) e lâmina de 4mm, durante 20 anos de produção (com renovação do canavial a cada 7 anos), no município de Paracatu-MG.....	170
F2	Fluxo de caixa representativo da implementação e operacionalização de uma lavoura de cana-de-açúcar irrigada com um equipamento de pivô central (financiado) de 150 hectares e lâmina de 4mm, durante 20 anos de produção (com renovação do canavial a cada 7 anos), no município de Paracatu-MG.....	172
F3	Fluxo de caixa representativo da implementação e operacionalização de uma lavoura de cana-de-açúcar irrigada com um equipamento de pivô central (não financiado) de 150 hectares e lâmina de 9mm, durante 20 anos de produção (com renovação do canavial a cada 7 anos), no município de Paracatu-MG.....	175
F4	Fluxo de caixa representativo da implementação e operacionalização de uma lavoura de cana-de-açúcar irrigada com um equipamento de pivô central (financiado) de 150 hectares e lâmina de 9mm, durante 20 anos de produção (com renovação do canavial a cada 7 anos), no município de Paracatu-MG.....	177

F5	Fluxo de caixa representativo da implementação e operacionalização de um pivô central com 150 hectares e lâmina de 9mm para o plantio alternado de soja e milho semente, no município de Paracatu-MG.....	181
F6	Fluxo de caixa representativo da implementação e operacionalização de um pivô central com 150 hectares e lâmina de 9mm para o plantio alternado de soja e milho comercial, no município de Paracatu-MG.....	184
F7	Fluxo de caixa representativo da implementação e operacionalização de um pivô central com 150 hectares e lâmina de 9mm para o plantio alternado de milho comercial (verão) e feijão, no município de Paracatu-MG.....	187
F8	Fluxo de caixa representativo da implementação e operacionalização de um pivô central com 150 hectares e lâmina de 9mm para o plantio alternado de soja, feijão e milho no município de Paracatu-MG.....	190
F9	Fluxo de caixa representativo da implementação e operacionalização de um pivô central com 150 hectares e lâmina de 9mm para o plantio alternado de milho comercial (verão) e feijão (duas safras), no município de Paracatu-MG.....	193



## LISTA DE TABELAS

	Página
1 Evolução da produtividade média das lavouras de cana-de-açúcar, em toneladas por hectare.....	2
2 Evolução da produção de cana-de-açúcar, em mil toneladas, dos principais estados produtores, nas safras de 90/91 a 07/08.....	3
3 Produção de cana-de-açúcar em toneladas nas Mesorregiões de Minas Gerais, nos anos de 1990 e 2006.....	4
4 Produtividade comparativa de cana-de-açúcar em quilos por hectare no Noroeste de Minas e nas principais regiões produtoras do Estado de São Paulo, em 1990 e 2006.....	4
5 Culturas economicamente expressivas no Noroeste de Minas.....	6
6 Importância das principais culturas agrícolas, temporárias e permanentes, em termos de valor da produção, para o município de Paracatu-MG .....	8

	Página
7	Ranking de produtores de cana-de-açúcar no mundo ..... 12
8	Custo de produção de açúcar e álcool nas unidades produtoras, em dólar de 2006..... 14
9	Mudança na área agrícola, em hectares, com a expansão da cana-de-açúcar, safra 2007/08..... 16
10	Culturas agrícolas mais importantes em Minas Gerais, de acordo com a área plantada, em 2006..... 19
11	Ocupação do Território Mineiro, em 2007..... 19
12	Produtos agropecuários de importância econômica para o estado de Minas Gerais, em 2006..... 21
13	Usinas e Destilarias em Minas Gerais..... 22
14	Culturas agrícolas importantes no noroeste mineiro, em termos de valor da produção (em mil reais)..... 24
15	Usinas e Destilarias no Noroeste de Minas Gerais..... 24
16	Importância das principais culturas agrícolas, temporárias e permanentes, em termos de valor da produção, para o Município de Paracatu-MG..... 25
17	Preços de terras na região de Unaí-MG, nos meses de maio e junho de 2007, em R\$/ha..... 46

	Página	
18	Alíquotas progressivas para o cálculo anual do Imposto de Renda de Pessoa Física para o exercício de 2010, ano-calendário de 2009.....	48
19	Preços utilizados na montagem do fluxo de caixa.....	49
20	Distribuição de probabilidade das variáveis selecionadas ( <i>input variables</i> ) para realização das simulações de risco.....	55
21	Preços utilizados nos diferentes cenários.....	61
22	Gastos com aquisição e funcionamento de diferentes pivôs centrais, durante o horizonte do projeto (20 anos).....	63
23	Custo de produção, produtividade e custo por tonelada da cana-de-açúcar, em pivô central com lâmina de 4 mm (dimensionado para cana-de-açúcar).....	64
24	Custo de produção, produtividade e custo por tonelada da cana-de-açúcar em pivô central com lâmina de 9mm (dimensionado para cereais)	65
25	Despesas com a cana-de-açúcar irrigada por pivô central, em reais, e importância relativa de cada gasto, entre parênteses.....	67
26	Indicadores de viabilidade econômica do cultivo de 150 hectares de cana-de-açúcar irrigada por dois diferentes equipamentos de pivô central, no município de Paracatu-MG.....	68
27	Análise da sensibilidade do valor presente líquido em relação às variáveis que mais causaram impacto sobre o fluxo de caixa da produção de cana-de-açúcar irrigada por pivô central, no município de Paracatu-MG.....	71

28	Análise da sensibilidade da relação benefício-custo em relação às variáveis que mais causaram impacto sobre o fluxo de caixa da produção de cana-de-açúcar irrigada por pivô central, no município de Paracatu-MG.....	72
29	Valores mínimos, médios, máximos, desvios-padrão ( $\sigma_k$ ) e coeficientes de variação (CV) do VPL para o plantio de cana-de-açúcar irrigada em Paracatu-MG.....	74
30	Valores mínimos, médios, máximos, desvios-padrão ( $\sigma_k$ ) e coeficientes de variação (CV) da relação B/C para o plantio de cana-de-açúcar irrigada em Paracatu-MG.....	74
31	Distribuição acumulada de probabilidade de ocorrência do VPL para o investimento em cana-de-açúcar irrigada por pivô central no município de Paracatu-MG.....	76
32	Distribuição acumulada de probabilidade de ocorrência da relação B/C para o investimento em cana-de-açúcar irrigada por pivô central no município de Paracatu-MG.....	78
33	Principais sistemas de rotação de culturas adotados em Paracatu-MG	80
34	Importância relativa da irrigação nos diferentes cenários.....	82
35	Comparação dos indicadores de viabilidade econômica do cultivo de diferentes culturas irrigadas por dois diferentes equipamentos de pivô central, no município de Paracatu-MG.....	83

36	Análise da sensibilidade do VPL em relação às variáveis que mais causaram impacto sobre o fluxo de caixa da produção de diversas rotações de culturas irrigadas por pivô central, no município de Paracatu-MG.....	86
37	Análise da sensibilidade da relação B/C em relação às variáveis que mais causaram impacto sobre o fluxo de caixa da produção de diversas rotações de culturas irrigadas por pivô central, no município de Paracatu-MG.....	87
38	Valores mínimos, médios, máximos, desvios-padrão ( $\sigma_R$ ) e coeficientes de variação (CV) do VPL para os diferentes cenários.....	90
39	Valores mínimos, médios, máximos, desvios-padrão ( $\sigma_R$ ) e coeficientes de variação (CV) da relação B/C para os diferentes cenários.....	90
40	Distribuição acumulada de probabilidade de ocorrência do VPL para o investimento em diversas culturas irrigadas por pivô central no município de Paracatu-MG.....	92
41	Distribuição acumulada de probabilidade de ocorrência da relação B/C para o investimento em diversas culturas irrigadas por pivô central no município de Paracatu-MG.....	93
A1	Parâmetros ideais para a cultura da cana-de-açúcar.....	110
B1	Custo de aquisição inicial para diferentes tipos de equipamentos.....	113
B2	Financiamento do equipamento 1.....	113
B3	Financiamento do equipamento 2.....	114

	Página
B4	Financiamento do equipamento 3..... 114
B5	Financiamento do equipamento 4..... 114
B6	Financiamento do equipamento 5..... 115
B7	Financiamento do equipamento 6..... 115
B8	Depreciação, seguro e manutenção para os seis diferentes tipos de equipamento..... 116
B9	Preço da Tarifa de Energia Elétrica, em função do horário..... 117
B10	Custo de demanda energética para os diferentes equipamentos, em uso ou parados..... 117
B11	Volume total irrigado por equipamento de pivot central, durante a vida útil, em mil milímetros..... 119
B12	Consumo de energia nos diferentes equipamentos em situações diversas..... 119
B13	Custo de água do projeto Entre-Ribeiros, em reais de dezembro de 2008..... 120
B14	Custo médio de irrigação de cereais durante a vida útil dos equipamentos 1 e 3..... 121

	Página	
B15	Custo médio de irrigação de cana-de-açúcar durante a vida útil dos equipamentos 1 e 3, dimensionados para irrigação de cereais (lâmina de 9mm).....	122
B16	Custo médio de irrigação de cana-de-açúcar durante a vida útil dos equipamentos 2 e 4, adequados à cultura (lâmina de 4mm).....	122
B17	Custo médio de irrigação de cana-de-açúcar durante a vida útil dos equipamentos rebocáveis.....	123
B18	Comparativo dos custos médios finais de irrigação.....	124
D1	Construção do Histograma das variáveis de preço.....	129
D2	Frequências de ocorrência dos dados de preço em cada classe.....	130
E1	Composição dos custos e importância relativa de cada etapa da produção de um hectare de cana-de-açúcar.....	140
E2	Composição dos custos e importância relativa de cada item da produção de um hectare de cana-de-açúcar.....	141
E3	Composição dos custos e importância relativa de cada item da produção de um hectare de cana-de-açúcar irrigada com equipamento dimensionado para cereais.....	143
E4	Composição dos custos e importância relativa de cada etapa da produção de um hectare de feijão irrigado.....	147
E5	Composição dos custos e importância relativa de cada item da produção de um hectare de feijão irrigado.....	148

	Página
E6	Composição dos custos e importância relativa de cada etapa da produção de um hectare de milho irrigado..... 152
E7	Composição dos custos e importância relativa de cada item da produção de um hectare de milho irrigado..... 153
E8	Composição dos custos e importância relativa de cada etapa da produção de um hectare de milho irrigado (safra de verão)..... 157
E9	Composição dos custos e importância relativa de cada item da produção de um hectare de milho irrigado (safra de verão)..... 158
E10	Composição dos custos e importância relativa de cada etapa da produção de um hectare de milho semente irrigado..... 162
E11	Composição dos custos e importância relativa de cada item da produção de um hectare de milho semente irrigado..... 163
E12	Composição dos custos e importância relativa de cada etapa da produção de um hectare de soja irrigada..... 167
E13	Composição dos custos e importância relativa de cada item da produção de um hectare de soja irrigada..... 168
E14	Importância relativa de cada item da produção de cana-de-açúcar, feijão, milho e soja..... 169
F1	Composição final dos custos de cana-de-açúcar irrigada por um pivô específico para a cultura, financiado ou não..... 174



F2	Composição final dos custos de cana-de-açúcar irrigada por um pivô dimensionado para irrigar cereais, financiado ou não.....	179
F3	Comparativo da composição final dos custos de cana-de-açúcar irrigada por diferentes equipamentos (1 e 3, financiados).....	180
F4	Composição final dos custos de soja e milho semente irrigados por pivô central.....	183
F5	Composição final dos custos de soja e milho comercial irrigados por pivot central.....	186
F6	Composição final dos custos de feijão e milho comercial irrigados por pivot central.....	189
F7	Composição final dos custos de soja, feijão e milho comercial irrigados por pivot central.....	192
F8	Composição final dos custos de duas safras de feijão e uma de milho comercial, irrigados por pivot central.....	195

## RESUMO

RODRIGUES, Caroline Petroll, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, Junho de 2009.  
**Análise de investimento na cana-de-açúcar irrigada no noroeste mineiro.**  
Orientadora: Viviani Silva Lírio. Co-orientadores: Brício dos Santos Reis e Sônia Maria Leite Ribeiro do Vale.

O aumento na demanda dos principais produtos da cana-de-açúcar – o açúcar e o álcool – tanto a nível nacional quanto internacional vêm causando uma expansão das áreas plantadas com a cultura em todo o país. Em virtude da saturação de áreas no estado de São Paulo, principal estado produtor, a ampliação das lavouras de cana-de-açúcar vem acontecendo em outros estados, com destaque para Minas Gerais. O Noroeste de Minas, tradicional região agrícola do estado, vêm recebendo sistemáticos investimentos em unidades processadoras de cana-de-açúcar e a produção da matéria-prima tem se dado em áreas irrigadas por pivô central. Apesar do que se observa na prática, a literatura sugere que a condução de canaviais irrigados é inviável economicamente. Diante desta contradição, este trabalho teve por objetivo de avaliar a viabilidade econômica do cultivo de cana-de-açúcar irrigada por pivô central e, além disso, comparar seu resultado com a viabilidade de outras culturas irrigadas pelo mesmo método. A escolha das culturas a serem comparadas levou em consideração a tradição da região no cultivo de cereais como feijão, milho e soja e, diante disso, foram elaborados cinco possíveis combinações entre as culturas: milho semente e soja, milho e soja, feijão e milho, feijão, soja e milho e milho seguido de duas lavouras de feijão. Para a consecução dos objetivos propostos foram elaborados diversos fluxos de caixa

representativos das diferentes culturas, calculados indicadores de viabilidade econômica e feita a análise de risco. Os indicadores calculados foram: a) Valor Presente Líquido (VPL), b) Taxa Interna de Retorno (TIR), c) Período de Payback descontado (PPD) e d) Relação benefício-custo. A análise de risco foi realizada por meio de simulação de Monte Carlo. Os resultados indicaram que, ao contrário do que se pressupunha, o cultivo de cana-de-açúcar irrigada por pivô central é viável economicamente, apresentando VPL positivo, TIR superior à taxa de desconto considerada e relação benefício-custo superior a um. Quando analisado o risco da cultura da cana-de-açúcar, as variáveis preço da tonelada de cana-de-açúcar e preço das operações de corte, carregamento e transporte (CCT) foram as que mais afetaram os indicadores selecionados (VPL e relação B/C). Adicionalmente, a análise de risco, por meio da distribuição acumulada de probabilidade, mostrou que investir em cana-de-açúcar irrigada por pivô central tem entre 20 e 25% de chances de fracasso. Comparativamente às outras culturas, o investimento em cana-de-açúcar é mais vantajoso que as rotações de milho (semente ou não) e soja, porém apresentou desempenho econômico inferior à rotações de cultura que envolvem o feijão. Pela análise de risco constatou-se, adicionalmente, que a rotação entre milho e soja, apesar de proporcionar os piores retornos em relação à cana-de-açúcar, apresentou menores coeficientes de variação (CV). Os maiores coeficientes de variação (CV) foram obtidos nas rotações entre milho e feijão, em virtude da grande variação de preços deste último. A análise de risco por meio da distribuição acumulada de probabilidade, ao contrário, mostrou que a probabilidade de se obter indicadores desfavoráveis ( $VPL < 0$  e  $B/C < 1$ ) é menor quando se adotam rotações entre milho e feijão, em relação à cana-de-açúcar e às outras rotações consideradas. Sendo assim, conclui-se que a cana-de-açúcar é viável economicamente e propicia aos produtores retornos superiores aos de milho e soja, porém inferiores ao de rotações que envolvem o feijão.

## ABSTRACT

RODRIGUES, Caroline Petroll, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, June 2009.  
**Economic analysis of irrigated sugar cane in Minas Gerais' northwest.** of Adviser:  
Viviani Silva Lírio. Co-adviserss: Brício dos Santos Reis and Sônia Maria Leite Ribeiro  
do Vale.

The increasing demand of sugar and alcohol, the sugar cane main products, both in domestic and international market, is causing the expansion of sugar cane fields all over the country. Due to the lack of available land in São Paulo, the most important sugar cane producer, other states, like Minas Gerais, are amplifying sugar cane fields. The northwest of this state is a prominent agricultural region, and large quantities of money are being invested in sugar cane industry. The raw material for this industry is being produced in fields under center pivots irrigation. In spite of what is happening, previous applications suggest that growing irrigated sugar cane is not profitable. Thus, this work aimed to analyze the economic feasibility of sugar cane irrigated cultivation and, besides that, to compare its results to another irrigated growing – like corn, bean and soybean. To reach the objectives of this research, cash flows representative of all productive systems were elaborated, main feasibility indicators were calculated and risk analysis was performed. The indicators calculated were: a) Net Present Value (NPV), b) Internal Rate of Return (IRR), c) Discounted Payback and d) Benefit-Cost Ratio. Risk analysis was performed by the Monte Carlo simulation model. The results indicated that irrigated sugar cane growing is feasible. Risk analysis showed that the price of sugar cane and the harvest cost were the variables that most affected the indicators

selected (NPV and Benefit-Cost Ratio), an indication that these variables are the most relevant in the project. Additionally, the risk analysis indicated that the investment in irrigated sugar cane has between 20 e 25% of loss probability. Comparatively to another growing, sugar cane is more profitable than corn and soybean combinations. However, combinations between bean and corn or between bean, corn and soybean are gainful. Through the risk analysis, is was noted that, in spite of smaller returns, growing corn seed and soybean presented smaller risks, since the variation coefficient (VC) were smaller. The higher VC was obtained in bean combinations, because of its larger price variation. When the accumulated distribution of probability was analyzed, its results showed the opposite: combination between bean and other growing has smaller chances of failure. Thus, it was concluded that irrigated sugar cane is feasible, and allow producers better return than soybean and corn combination, but less return than bean combinations.

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Considerações iniciais

A cana-de-açúcar é uma cultura significativa na economia brasileira. É uma gramínea que vêm gerando divisas desde a colonização do país e tem características agronômicas muito importantes: é renovável, semi-perene, bastante adaptável, muito produtiva e com diversos usos alternativos. (VIDAL et al., 2006). No entanto, de acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), 87,5% da cana colhida no Brasil é processada na indústria sucroalcooleira, sendo o restante dedicado à produção de cachaça, alimentação animal e outras finalidades.

O Brasil é atualmente o principal produtor mundial de cana-de-açúcar e também o maior exportador de álcool e açúcar do mundo. A área ocupada pela cana-de-açúcar no país é de aproximadamente sete milhões de hectares (cerca de 1,78% do total agricultável), produzindo um total de 473.158.100 toneladas de cana, com rendimentos médios próximos a 70 toneladas por hectare. (AGRIANUAL, 2008). No entanto, produtividades maiores que 180 toneladas por hectares já estão sendo obtidas em lavouras de primeiro corte, bem manejadas. A Tabela 1 retrata a produtividade brasileira de cana-de-açúcar e sua evolução na últimas décadas, de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Agriannual.

Tabela 1 – Evolução da produtividade média das lavouras de cana-de-açúcar, em toneladas por hectare

Região	Ano			Evolução (%)		
	1990	2000	2008	90-00	00-08	90-08
Norte	49,77	57,99	53,71	16,52	-7,38	7,92
Nordeste	48,54	55,44	49,36	14,22	-10,97	1,69
Sudeste	68,92	72,92	73,66	5,80	1,01	6,88
Sul	65,85	65,72	69,51	-0,20	5,77	5,56
Centro-Oeste	65,40	65,56	67,29	0,24	2,64	2,89
<b>Brasil</b>	<b>61,48</b>	<b>67,88</b>	<b>68,34</b>	<b>10,41</b>	<b>0,68</b>	<b>11,16</b>

Fonte: Elaborado pela autora com base em dados do IBGE, Pesquisa Agrícola Municipal, 2006 e Agrianual, 2008.

A produção nacional de cana-de-açúcar está concentrada na região centro-sul, tendo o estado de São Paulo particular importância na produção nacional – cerca de 62% da produção brasileira de cana-de-açúcar. No entanto, novas técnicas agronômicas possibilitaram a superação de pontos críticos para o desenvolvimento da cultura no cerrado brasileiro, tornando viável a ocupação de milhares de hectares com cana-de-açúcar e a propagação da cultura para novas fronteiras.

A Tabela 2 mostra a situação da produção de cana nos principais estados produtores. Percebe-se, no período de 1990 a 2007, a diminuição da importância relativa dos estados no nordeste na produção canavieira e a crescente participação de estados como Minas Gerais e Goiás. Segundo dados do IBGE (Pesquisa Agrícola Municipal, 2006), em 1990 os estados nordestinos eram responsáveis por 26,5% da produção nacional de cana-de-açúcar, e já na safra 2007/2008 a participação da região caiu para 12,4% da produção brasileira. Nesse mesmo período, a importância de Minas Gerais cresceu de 4,42% para 7,55%, posicionando o estado como 3º maior produtor de cana-de-açúcar em 2008 (5ª em 1990). Segundo projeções da CONAB (2008), no próximo ciclo (2008/2009) Minas Gerais já irá superar a produção paranaense, figurando como o segundo produtor nacional.

Tabela 2 – Evolução da produção de cana-de-açúcar, em mil toneladas, dos principais estados produtores, nas safras de 90/91 a 07/08

<b>Safra</b>	<b>São Paulo</b> (62,62%) <sup>a</sup>	<b>Paraná</b> (8,53%) <sup>a</sup>	<b>Minas Gerais</b> (7,55%) <sup>a</sup>	<b>Alagoas</b> (6,22%) <sup>a</sup>	<b>Goiás</b> (4,46%) <sup>a</sup>	<b>Pernambuco</b> (3,70%) <sup>a</sup>
90/91	131.814,54	10.751,11	9.850,49	22.617,20	4.257,80	18.679,26
91/92	137.281,28	11.182,13	10.434,20	21.482,55	4.672,10	18.328,16
92/93	136.562,23	11.978,77	8.680,88	21.047,86	4.904,22	17.278,75
93/94	143.832,06	12.476,58	8.420,83	15.827,00	5.078,59	12.052,34
94/95	148.941,52	15.518,96	9.485,37	20.067,35	5.830,53	16.477,94
95/96	152.097,97	18.557,00	8.991,96	19.706,08	6.329,50	17.076,51
96/97	170.424,12	22.258,51	9.906,24	23.542,25	8.215,69	20.157,16
97/98	180.596,91	24.874,69	11.971,31	23.698,08	8.192,96	16.970,79
98/99	199.521,25	24.177,86	13.483,62	17.345,11	8.536,43	15.588,25
99/00	194.234,47	24.351,05	13.599,49	19.315,23	7.162,81	13.320,16
00/01	148.256,44	19.320,86	10.634,65	25.198,25	7.207,65	14.366,99
01/02	176.574,25	23.075,62	12.204,82	23.124,56	8.782,28	14.351,05
02/03	192.486,64	23.892,65	15.599,51	22.645,22	9.922,49	14.891,50
03/04	207.810,96	28.485,78	18.915,98	29.536,82	13.041,23	17.003,19
04/05	230.280,44	28.997,55	21.649,74	26.029,77	14.006,06	16.684,87
05/06	243.767,35	24.808,91	24.583,57	22.532,29	14.559,76	13.858,32
06/07	263.870,14	31.994,58	29.034,20	23.635,10	16.140,04	15.293,70
07/08	296.313,96	40.369,06	35.723,25	29.444,41	21.082,01	17.535,55
<b>Var. <sup>b</sup></b>	<b>124,80%</b>	<b>275,49%</b>	<b>262,65%</b>	<b>30,19%</b>	<b>395,14%</b>	<b>-6,12%</b>
<b>TGC<sup>c</sup></b>	<b>4,18</b>	<b>6,71</b>	<b>7,68</b>	<b>1,71</b>	<b>8,65</b>	<b>-0,79</b>

<sup>a</sup>: Porcentagem da produção de cana-de-açúcar nacional, na safra 07/08.

<sup>b</sup>: Variação porcentual da primeira safra (90/91) para a última (07/08), calculada pela autora.

<sup>c</sup>: Taxa geométrica de crescimento, percentual, calculada pela autora.

Fonte: União da Indústria de Cana-de-açúcar (ÚNICA), 2008.

O crescimento da produção em Minas Gerais se concentra, principalmente, no Noroeste de Minas, Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Campo das Vertentes e Oeste de Minas, onde se observam maiores evoluções na produção, de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006). O noroeste mineiro foi a região do estado de Minas Gerais que apresentou o maior crescimento da produção de cana entre os anos de 1990 e 2006 (395,61%), o que sinaliza o forte investimento que vem sendo realizado na região (Tabela 3).



Tabela 3 – Produção de cana-de-açúcar em toneladas nas mesorregiões de Minas Gerais, nos anos de 1990 e 2006

<b>Regiões de Minas Gerais</b>	<b>1990</b>	<b>2006</b>	<b>Evolução</b>
Noroeste de Minas	204.710	1.014.576	<b>395,61%</b>
Triângulo Mineiro / Alto Paranaíba	7.332.891	20.521.710	179,86%
Campo das Vertentes	40.940	89.989	119,81%
Oeste de Minas	205.447	441.384	114,84%
Vale do Mucuri	334.085	654.875	96,02%
Central Mineira	1.375.317	2.031.232	47,69%
Vale do Rio Doce	453.791	610.663	34,56%
Metropolitana de Belo Horizonte	435.603	512.785	17,71%
Norte de Minas	1.075.225	1.099.177	2,22%
Sul/ Sudoeste de Minas	3.427.314	3.241.966	-5,41%
Zona da Mata	2.164.500	1.640.656	-24,20%
Jequetinhonha	483.545	353.561	-26,88%

Fonte: IBGE, Pesquisa Agrícola Municipal, 2006.

O crescimento do setor sucroalcooleiro no Noroeste de Minas Gerais vem sendo realizado de forma moderna e com técnicas agronômicas adequadas, o que se reflete nas produtividades obtidas, semelhantes àquelas que se tem nas principais regiões produtoras do estado de São Paulo, conforme mostra a Tabela 4. A produtividade regional evoluiu 76,25%, no período de 1990 a 2006, em termos de quilos de cana-de-açúcar colhida por hectare.

Tabela 4 – Produtividade comparativa de cana-de-açúcar em quilos por hectare no Noroeste de Minas Gerais e nas principais regiões produtoras do estado de São Paulo, em 1990 e 2006

<b>Região</b>	<b>1990</b>	<b>2006</b>	<b>Evolução</b>
Noroeste de Minas – MG	46.780	82.452	<b>76,25%</b>
Ribeirão Preto – SP	79.483	83.929	5,59%
São José do Rio Preto – SP	75.973	84.196	10,82%
Bauru – SP	78.049	79.988	2,48%

Fonte: IBGE, Pesquisa Agrícola Municipal, 2006.

A produtividade da cana-de-açúcar é influenciada, sobretudo, pela disponibilidade de água e nutrientes. Com relação à água, a cana-de-açúcar tem uma demanda hídrica entre 1500 e 2500 milímetros por ciclo vegetativo, dependendo principalmente do cultivar implantado, do estágio vegetativo e das condições climáticas. Nem sempre a precipitação é suficiente para atender a necessidade hídrica da cultura, e, nesse contexto, surge a importância da irrigação para suprir a demanda de água, da mesma forma que a adubação visa um aporte nutricional às plantas. (FRIZZONE et al., 2001; SANTOS, 2005)

A irrigação justifica-se como recurso tecnológico indispensável ao aumento da produtividade das culturas, em regiões onde a precipitação é insuficiente ou mal distribuída. Especificamente para a cana-de-açúcar, a irrigação tem particular validade para a expansão da cultura para outras regiões, aumento da longevidade das lavouras, aumento da qualidade do produto, aproveitamento das áreas próximas às usinas instaladas (diminuindo custos de transporte), redução de custos de preparo de solo e multiplicação de mudas. Entretanto, a viabilidade econômica é um fator indispensável para a adoção da técnica, cujos custos adicionais em relação às lavouras de sequeiro devem ser cobertos pelo aumento da produtividade. (DALRI et al., 2002; MARQUES et al., 2006; SANTOS et al., 2006).

Devido à grande variedade de solos, climas, culturas, disponibilidade de água e energia, vários são os métodos de irrigação, cada um com suas particularidades e vantagens, classificados em função de como a água é aplicada. Em função destes critérios, quatro são os possíveis métodos de irrigação: superfície, aspersão, localizada e sub-irrigação. Para cada método, há ainda um ou mais sistemas de irrigação que podem ser empregados. O pivô central é um sistema de irrigação por aspersão, largamente utilizado no noroeste mineiro em função da sua eficiência na aplicação de água, adaptabilidade à diversas culturas e em função da necessidade reduzida de mão-de-obra.

No Noroeste de Minas, o município de Paracatu tem grande destaque na agricultura irrigada, possuindo a maior área irrigada por aspersão contínua da América Latina, ocupando uma área de 37.150 hectares, sendo predominante (88%) a irrigação por pivô central. (BORTOLOZZO, 2001; RODRIGUEZ, 2004). O município conta com dois projetos de usinas processadoras de cana-de-açúcar - com foco exclusivo para produção de álcool - em andamento, com capacidade conjunta de processamento de 3,6 milhões de toneladas por safra, o que demandará, sob as produtividades médias obtidas no Noroeste de Minas (IBGE, 2006), a incorporação de mais de quarenta mil hectares para a produção da cana-de-açúcar. Com a

demanda de uma área de tal tamanho, seria possível prever a ocupação de grande parte do município com a cultura. Desta forma, a irrigação é importante para possibilitar a produção de maior quantidade de produto por área, de forma a evitar que se instale a monocultura na região, que se destaca atualmente pela produção de cereais como soja, feijão e milho (Tabela 5).

Tabela 5 – Culturas economicamente expressivas no Noroeste de Minas Gerais

<b>Cultura</b>	<b>Valor da produção (em mil reais)</b>	<b>Porcentagem do valor produzido de Minas Gerais</b>
Soja	307.973	31,93%
Feijão	183.490	33,94%
Milho	124.867	9,16%
Café	70.160	1,29%
Algodão	44.519	48,78%
Cana-de-Açúcar	42.098	3,62%
Mandioca	15.815	5,11%

Fonte: IBGE, Pesquisa Agrícola Municipal, 2006.

## 1.2 O problema e sua importância

As perspectivas do setor sucroalcooleiro são de crescimento para seus principais produtos. A decisão da Organização Mundial do Comércio (OMC), em 2004, que determinou que os subsídios da União Européia à produção de açúcar violam as regras internacionais do comércio, ampliou as possibilidades de exportação do produto brasileiro. A partir desta data, portanto, países como o Brasil, que produzem açúcar sem subsídios, passam a ser favorecidos. Além disso, o crescimento da demanda interna e externa de álcool, em virtude da criação do carro *flex-fuel* e das crescentes preocupações ambientais, expandem a necessidade de produção de etanol. Complementarmente, a Lei 10.438/2002 instituiu o Programa de Incentivo às Fontes de Energia Alternativa (PROINFA) possibilitando ao setor a

comercialização de um terceiro produto, a energia elétrica a partir do bagaço da cana-de-açúcar. (SANTOS, 2005; SCANDIFFIO, 2006).

Diante da perspectiva de crescimento de demanda, a cultura da cana de açúcar vem se expandindo tanto em produção quanto em área plantada, em regiões tradicionalmente produtoras e em novas fronteiras agrícolas. Técnicas agronômicas de plantio, melhoramento e manejo de plantas possibilitaram essa expansão. Em Minas Gerais, essa expansão foi marcante. O estado cresceu em produção, área plantada e em importância no setor sucroalcooleiro.

O Noroeste de Minas, tradicional produtor de grãos, é o local onde a cultura mais cresce em Minas Gerais, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A região vem recebendo sistemáticos investimentos no setor sucroalcooleiro, que visam aproveitar o potencial agrícola e a infra-estrutura instalada na região. Os investimentos em usinas processadoras demandarão, em um futuro próximo, grandes áreas a serem plantadas com cana-de-açúcar. Nesse cenário, muitas áreas tradicionalmente utilizadas na produção de grãos e cereais serão possivelmente realocadas para produção de cana-de-açúcar. Adicionalmente, em virtude da demanda da cana-de-açúcar para as usinas, novas áreas anteriormente ocupadas com matas nativas e pecuária poderão também ser incorporadas à agricultura.

A produção de cana-de-açúcar na região demandará irrigação, em virtude das baixas precipitações em comparação com a necessidade hídrica da cultura de cana-de-açúcar, segundo estudo governamental, que será detalhado posteriormente.

A região já apresenta grande infra-estrutura de irrigação, especificamente adotando a técnica do pivô central. Especificamente no município de Paracatu, situado no Noroeste de Minas, está localizada a maior área irrigada por aspersão contínua da América Latina, ocupando uma área de 37.150 hectares, sendo predominante (88%) a irrigação por pivot central. (BORTOLOZZO, 2001; RODRIGUEZ, 2004).

As áreas irrigadas no município de Paracatu são destinadas, principalmente, à produção de cereais, com destaque para soja, milho e feijão, que juntos representam mais de 60% do valor de produção das culturas agrícolas no município. A Tabela 6 mostra a importância das principais culturas, em termos de valores gerados, na agricultura do município. A cana-de-açúcar, apesar de estar se expandindo para a região do Noroeste de Minas, ainda representa pequena parcela em termos de valor de produção.

Tabela 6 – Importância das principais culturas agrícolas, temporárias e permanentes, em termos de valor da produção, para o município de Paracatu-MG

<b>Cultura</b>	<b>Valor da produção (milhões de reais)</b>	<b>Importância em relação ao valor de produção total</b>
Soja	32,400	27,98%
Feijão	23,140	19,98%
Milho	15,282	13,20%
Café	10,868	9,39%
Algodão	8,438	7,29%
Arroz	3,694	3,19%
<b>Cana-de-açúcar</b>	<b>3,600</b>	<b>3,10%</b>
Outras	18,355	15,87%

Fonte: IBGE, Pesquisa Agrícola Municipal, 2006.

Se por um lado existe a tendência de expansão da cana-de-açúcar na região, por outro existem as culturas já estabelecidas, com as quais a cana-de-açúcar deverá competir – soja, feijão e milho, no caso do Noroeste de Minas. Caberá aos produtores decidirem por uma cultura em detrimento da outra e, para isso, são necessárias informações acerca da viabilidade econômica da implantação da cultura da cana-de-açúcar e das vantagens e desvantagens em relação a outras culturas.

Alguns estudos já foram conduzidos com a finalidade de verificar a viabilidade econômica da irrigação da cana-de-açúcar. Matioli (1998) avaliou a adoção da irrigação em lavouras de cana-de-açúcar no estado de São Paulo e concluiu que somente existe viabilidade na técnica, se forem considerados seus benefícios indiretos, tais como redução da área plantada, dos custos de transporte, das operações mecanizadas, etc. Frizzone et al. (2001), também no mesmo estado, chegou a resultados negativos com o uso da irrigação. Os estudos de Santos (2005) e Santos et al. (2006), feitos na região Nordeste, também corroboram com as conclusões do estudos feitos no estado de São Paulo, ou seja, sugerem que não existe viabilidade econômica na utilização da irrigação em cana-de-açúcar.

No entanto, apesar dos resultados existentes na literatura apontarem no sentido de não haver benefícios financeiros na condução de lavouras de cana-de-açúcar irrigadas, são necessárias algumas considerações que justificam a importância deste estudo.

Em primeiro lugar, a existência de plantas industriais de grande porte já instaladas na região questiona a aplicabilidade dos dados da literatura. Somado a isso, os números apontam no sentido do aumento da área plantada na região (Tabela 5).

Em segundo lugar, estudos de viabilidade econômica são bastante restritos ao caso em que avaliam, sendo de difícil comparação com outras realidades. Não há estudos que avaliem a especificidade regional, que aponta maior potencial produtivo e maior qualidade da cana-de-açúcar, o que sugere rendimentos superiores aos obtidos na região nordeste e no estado de São Paulo, em virtude das condições edafoclimáticas da região.

Em terceiro lugar, considera-se, na maioria dos projetos, que o equipamento de pivô central tenha vida útil de 10 a 15 anos, embora existam muitos equipamentos a campo funcionando com mais idade, cujos custos de instalação já foram pagos pelas culturas anteriores. Esses equipamentos, apesar de terem perdido parte de sua eficiência, ainda podem ser utilizados para irrigação da cana-de-açúcar, pois a cultura é menos exigente em irrigação, quando comparada ao milho, soja e feijão. Para a instalação de equipamentos novos, existe a opção de equipamentos específicos para a cultura – com menor vazão, e, conseqüentemente, com menores custos de bombeamento. Por isso, torna-se necessário um estudo que avalie pivôs centrais adotando-se maior vida útil, o que certamente irá alterar o resultado da avaliação econômica.

Em virtude do aumento da demanda dos principais produtos da cana-de-açúcar (açúcar e álcool), é inevitável o crescimento das áreas plantadas, principalmente para fora do Estado de São Paulo, onde as possibilidades de crescimento são pequenas. Deve-se considerar que em função da Lei 11.241<sup>1</sup>, de 19 de setembro de 2002, a queimada da palha de cana-de-açúcar, que facilita a colheita manual, deverá ser extinta até 2021. Desta forma, a mecanização da colheita será imprescindível ao setor. Muitas áreas, que não podem ser mecanizadas (devido à declividade ou outro motivo), provavelmente serão abandonadas, devendo priorizar-se o plantio da cultura em áreas mecanizáveis, como é o caso do noroeste de Minas Gerais.

Desta forma, é procedente a realização de um estudo que analise a viabilidade econômica da irrigação da cana-de-açúcar comparativamente às outras culturas já implantadas

---

<sup>1</sup> A Lei estadual 11.241 de 19 de setembro de 2002 dispõe sobre a eliminação gradativa da palha de cana-de-açúcar e dá providências correlatas, para o estado de São Paulo. Em áreas mecanizáveis, a lei determina que deve-se eliminar a queimada, gradativamente, até 2021. Em áreas não mecanizáveis, o prazo vai até 2031. Além disso, a lei proíbe queimadas em lavouras próximas à cidadess, estações de energia e/ou telecomunicações, reservas ambientais e impõe regras para queimadas que ocorrerão até o final do prazo (2031). (SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2002).

na região de Paracatu, um município do noroeste mineiro, que se destaca na agricultura irrigada do país.

### **1.3 Hipóteses**

A hipótese central é que o cultivo de cana-de-açúcar irrigada por pivô central é inviável economicamente, gerando benefícios líquidos iguais ou menores que zero. Conseqüentemente à hipótese central, infere-se que a cana-de-açúcar apresenta rentabilidade menor que os cereais tradicionalmente cultivados na região sob mesmo sistema de irrigação.

### **1.4 Objetivos**

O objetivo geral deste trabalho é analisar a viabilidade econômica da produção de cana-de-açúcar irrigada sob pivô central no município de Paracatu/MG, comparativamente às culturas tradicionalmente conduzidas sob esse sistema de irrigação, a saber, milho (semente e comercial), soja e feijão. Especificamente, pretende-se:

- a. Elaborar os fluxos de caixa do cultivo irrigado de cana-de-açúcar e das culturas tradicionalmente implantadas sob o sistema de pivô central, determinando os valores de entrada e saída de caixa resultante do cultivo irrigado dessas culturas.
- b. Estimar indicadores de viabilidade econômica, estimando valores para os benefícios líquidos gerados pelas culturas, para o retorno dos investimentos e para o tempo necessário de retorno destes.
- c. Simular cenários possíveis para as culturas, tais como cenário de substituição de culturas considerando o mesmo horizonte temporal, cenário de implantação de pivô central para as duas alternativas (plantio de cana de açúcar ou de cereais), etc.
- d. Analisar o risco associado às diferentes alternativas de investimento.

## **1.5 Estrutura do Trabalho**

Este trabalho está organizado em quatro capítulos além desta introdução. O Capítulo II apresenta uma revisão de literatura abordando o cenário atual do setor canavieiro do Brasil e sua situação no estado de Minas Gerais. O Capítulo III abrange aspectos agronômicos inerentes à cultura, necessários ao entendimento do fluxo de caixa. O referencial teórico e o modelo analítico que norteiam as atividades desenvolvidas estão nos Capítulos IV e V. Os resultados e as discussões da pesquisa são apresentados no Capítulo VI, e as conclusões no Capítulo VII.



## 2. AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA NO BRASIL

O setor sucroalcooleiro no Brasil é, atualmente, uma atividade econômica de grande destaque. Além disso, o Brasil se destaca na atividade a nível mundial, como o maior produtor de cana-de-açúcar, como se pode ver pelos dados da Tabela 7. Seus principais produtos são o açúcar e o álcool, mas seus subprodutos também são de grande importância; a vinhaça serve para a fertilização dos solos e o bagaço é utilizado para a produção de energia.

Tabela 7 – Ranking de produtores de cana-de-açúcar no mundo

País	Posição	Área (hectares)	Produção (toneladas)	Produtividade (ton/ha)
Brasil	1º	6.711.779	514.079.729	76,59
Índia	2º	4.900.000	355.520.000	72,56
China	3º	1.235.500	106.316.000	86,05
Tailândia	4º	1.010.287	64.364.682	63,71
Paquistão	5º	1.029.000	54.752.000	53,21
México	6º	680.000	50.680.000	74,53

Fonte: Food and Agriculture Organization (FAO), 2008.

Uma das características mais relevantes do setor é a flexibilidade de produção, que permite o fácil direcionamento da cana-de-açúcar tanto para açúcar quanto para álcool, permitindo aos produtores adequarem as atividades às condições de mercado. No Brasil, segundo a CONAB (2008), 65,6% das usinas são mistas, ou seja, se dedicam à produção de açúcar e de álcool, enquanto apenas 30,3% e 4,1% são dedicadas exclusivamente à produção de álcool e açúcar, respectivamente. No entanto, a expectativa da entidade é que as usinas exclusivamente alcooleiras aumentem sua expressividade no cenário nacional.

A cana-de-açúcar, na safra 2006/07, foi direcionada a produção de 30,74 milhões de toneladas de açúcar e 17,94 bilhões de litros de álcool. De forma geral, o setor movimentava cerca de 2% do PIB, algo que, em valores, equivale a trinta e nove bilhões de reais. (AGRIANUAL, 2008; OLIVEIRA E VASCONCELOS, 2006; ÚNICA, 2008).

O Brasil não tem destaque somente na produção de cana-de-açúcar; é o maior produtor mundial de açúcar, seguido da Índia, União Européia, China, Estados Unidos e Tailândia. É também o maior exportador mundial do produto, comercializando cerca de 45% do açúcar negociado no mundo, na forma bruta e refinada. (AGRIANUAL, 2008).. O país é também o maior exportador mundial de álcool combustível, de acordo com dados da FAO (2008). As exportações do setor sucroalcooleiro são de grande importância, respondendo por cerca de 6% do total registrado pela balança comercial brasileira e movimentando valores superiores a 8 bilhões de reais (8ª maior receita de exportações), segundo dados da ÚNICA (2008).

O setor sucroalcooleiro brasileiro tem destaque internacional devido à grande competitividade do setor, que se reflete nos menores custos de produção do mundo, conforme mostra a Tabela 8, em dólares de 2006. Em virtude da ausência de dados mais recentes, apresentam-se os dados de 2006, pelo fato de refletirem a grande diferença nos custos de produção dos países. Além disso, espera-se que não tenha havido mudanças significativas.

Tabela 8 – Custo de produção de açúcar e álcool nas unidades produtoras, em dólar de 2006

Produtor	AÇÚCAR (US\$/tonelada)		ÁLCOOL(US\$/litro)	
	Custo	Matéria-prima	Custo	Matéria-prima
Brasil	120	Cana-de-açúcar	0,20	Cana-de-açúcar
Tailândia	178	Cana-de-açúcar	0,29	Cana-de-açúcar
Austrália	195	Cana-de-açúcar	0,32	Cana-de-açúcar
Estados Unidos	290	Milho	0,47	Milho
União Européia	760	Beterraba	0,97	Cereais

Fonte: Nastari (2006).

O setor canavieiro, além da importância econômica, tem enorme importância social, no sentido de empregar um grande contingente de pessoas. Um estudo de Veiga Filho et. al. (2003) constatou que o setor é o que mais emprega no estado de São Paulo, tanto no setor agrícola quanto na indústria. O mesmo estudo estimou um emprego gerado, em média, a cada 14,25 hectares de cana-de-açúcar, o que permite inferir, que no Brasil, cerca de 432,5 mil pessoas estão envolvidas somente em atividades agrícolas ligadas à cultura. No entanto, os autores constataram que o setor vive em uma fase crescente de adoção de tecnologias poupadoras de mão-de-obra, tanto na indústria como na parte agrícola, o que levará a uma demanda cada vez menor de mão-de-obra, principalmente não-qualificada. Por isso, as empresas do setor estão investindo em treinamento das pessoas, nas diversas áreas.

Reforçando o trabalho de Veiga Filho et. al. (2003), Moraes (2007) afirma que a despeito do aumento da produção do setor canavieiro, verificou-se, no período de 1992 a 2005, uma redução de 23% no número de pessoas empregadas em virtude principalmente da adoção da mecanização nas fases do plantio e colheita da cana-de-açúcar. No entanto, as condições de trabalho e o nível de educação pouco melhoraram no período; das 519.917 pessoas envolvidas no setor, 27,1% trabalham de forma informal. Além disso, 70% tem até quatro anos de estudo (29% de analfabetos) e recebem salários médios de R\$647,22 no setor agrícola, R\$698,99 na indústria do açúcar e R\$706,29 na indústria do álcool.

A cana-de-açúcar é plantada em praticamente todo território nacional, o que garante uma safra contínua durante todo o ano, em função das diferentes épocas de cultivo e

colheita. No entanto, a região Sudeste tem destaque no cultivo e processamento desta gramínea. A região Nordeste, tradicional produtora de cana-de-açúcar, vem perdendo em quantidade produzida e em importância ao longo dos anos, conforme mostra a Tabela 2 do Capítulo I. Neste período (1990-2006), a região Sudeste aumentou sua participação na produção nacional, e novas regiões, como a região Sul, em virtude da expansão da cultura no estado do Paraná e a região Centro-Oeste, cresceram também em importância.

O estado de São Paulo detém a liderança nacional no cultivo e processamento da cana-de-açúcar. No entanto, a expansão da cana-de-açúcar para outros estados é marcante. Enquanto os estados da região Nordeste perdem participação nacional, outros estados da região Sudeste, Sul e Centro-Oeste têm produções crescentes.

A expansão da cana-de-açúcar está principalmente relacionada ao álcool, que segundo a CONAB (2008), apresenta mercado crescente. A expansão da demanda interna foi significativa em consequência da tecnologia *flex fuel*. Internacionalmente, a demanda de energia, de acordo com o Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011 tende a apresentar um aumento anual de 1,7% ao ano, de 2000 a 2030, de forma que o petróleo existente no mundo, a maioria no subsolo dos países da Organização dos Países Exportadores do Petróleo (OPEP), será suficiente para abastecer o mundo por somente quarenta anos, mantido o nível atual de consumo. Desta forma, o consumo de biocombustíveis deverá aumentar muito nos próximos anos. E o álcool brasileiro, de cana-de-açúcar, é atualmente a alternativa mais viável mundialmente (ver Tabela 8), pois o uso do álcool já é interessante economicamente quando o preço do petróleo gira entre 30 e 35 dólares o barril, enquanto o biodiesel, com tecnologia ainda imatura, é viável somente quando o preço do barril de petróleo atinge 60 dólares, segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2006).

Neste contexto, o Brasil tem uma série de vantagens que possibilitam liderar o mercado de agroenergia: disponibilidade de terras (que se ampliam com a possibilidade de irrigação), clima tropical, reservas de água doce, grande biodiversidade, etc. (MAPA, 2006).

A pesquisa relacionada à cana-de-açúcar propiciou o aumento de produtividade da cultura, do rendimento industrial da planta, o desenvolvimento de tecnologias de manejo da cultura e técnicas agronômicas que possibilitaram a expansão da cana-de-açúcar para o cerrado brasileiro. Prova disto são os incrementos das produções e participações relativas de estados como Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Esses aumentos de produção se dão em virtude da expansão da cultura em áreas anteriormente ocupadas por pastagens, soja e outras culturas, como destaca a Tabela 9. Na região Centro-Sul, por

exemplo, 617.017 hectares destinados a pastagens, soja, milho e outras culturas foram remanejados para o plantio de cana-de-açúcar.

Tabela 9 – Mudança na área agrícola, em hectares, com a expansão da cana-de-açúcar, safra 2007/08

<b>Cultura/Região</b>	<b>Norte/Nordeste</b>	<b>Centro-Sul</b>	<b>Total Brasil</b>
Pasto	13.699	409.421	<b>423.120</b>
Soja	-	110.447	<b>110.447</b>
Milho	-	32.111	<b>32.111</b>
Laranja	-	30.796	<b>30.796</b>
Áreas Novas	6.754	8.792	<b>15.546</b>
Café	-	2.705	<b>2.705</b>
Outros	16.251	22.646	<b>38.897</b>
<b>Total</b>	<b>36.705</b>	<b>617.017</b>	<b>653.722</b>

Fonte: Conab, 2008.

Dentro da região Centro-Sul, a CONAB (2008) aponta que a substituição de outras culturas pela cana-de-açúcar ocorre, em maior dimensão, nos estados do Paraná (82.173 hectares), Minas Gerais (75.913 hectares), Goiás (51.497 hectares) e Mato Grosso do Sul (39.229 hectares). Especificamente no estado de Minas Gerais, a cana-de-açúcar já figura entre os principais produtos da agropecuária do estado (ver Tabela 10).

A crescente expansão das áreas agrícolas destinadas a biocombustíveis (principalmente ao álcool) tem sido alvo de muitas críticas, e à essa expansão tem sido creditada a culpa pelo aumento dos preços das *commodities* e dos alimentos mundialmente e, neste cenário, o Brasil está no centro da maioria das discussões como o grande vilão. No entanto, embora tenha aumentado a destinação de matéria-prima para a produção de biocombustíveis, o país não reduziu o ritmo de produção de alimentos. (SEIBEL,2007).

Delgado (2008) também descarta a hipótese de que a produção sucroalcooleira é, por si só, a causa da elevação recente dos preços dos alimentos. O autor destaca que, da mesma forma que a cana-de-açúcar teve expressiva expansão no período 1995-2007, outras culturas agroindustriais tiveram expansão no mesmo sentido e que os preços agrícolas maiores se devem a um conjunto de fatores, tais como: volatilidade natural dos preços de produtos agropecuários, o crescimento da demanda de países asiáticos (como China e Índia),

aumento das exportações em detrimento do mercado interno (no caso do Brasil), aumento no preço do petróleo (que influencia muito no custo de produção dos alimentos) etc.

Em virtude das preocupações sobre a invasão da cana-de-açúcar sobre áreas de outras culturas, o governo brasileiro está elaborando um zoneamento agropedoclimático<sup>2</sup> da cana-de-açúcar, que deverá indicar épocas e locais adequados para a implantação da cultura, além de proibir o avanço da cultura em biomas como o Pantanal e Amazônia, priorizando a implantação da cultura em áreas degradadas. Para Minas Gerais, este zoneamento está pronto, indicando áreas aptas a produção de cana-de-açúcar em todo o estado. O trabalho foi elaborado pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais (EPAMIG) e pelo Instituto de Desenvolvimento Integrado de Minas Gerais (INDI). No Apêndice A deste trabalho é apresentado o zoneamento da cultura da cana-de-açúcar para o município de Paracatu (EPAMIG E INDI, 2006)

## **2.1 O setor canavieiro em Minas Gerais**

O cultivo da cana-de-açúcar no estado de Minas Gerais teve início com a descoberta do ouro na região e com as conseqüentes migrações para a região, que trouxeram conhecimento técnico de fabricação de açúcar, mercado consumidor e mão-de-obra. Estes fatores, somados à disponibilidade de terras, propiciaram a proliferação de engenhos no estado. No entanto, a proibição estatal de construção de engenhos no período de 1714 a 1827 e o elevado consumo de aguardente impossibilitaram o estado de estar entre os grandes produtores de açúcar. Além disso, o fato do cultivo da cana-de-açúcar ser uma atividade secundária à exploração mineral fez com que a atividade, inicialmente, fosse pouco competitiva e voltada apenas ao mercado local. (SHIKIDA, 1992; SIQUEIRA, 2004).

Somente no final do século XIX que teve início uma transformação tecnológica no setor, com a implantação do primeiro engenho central de açúcar em Minas Gerais, em 1883 – a Companhia Engenho Central Rio Branco. No entanto, a agroindústria mineira da cana-de-açúcar permaneceu defasada em relação à paulista em virtude da falta de incentivos

---

<sup>2</sup> Refere-se à avaliação da aptidão agrícola, pedológica (dos solos) e climática de uma região para o cultivo de determinada cultura. A partir dos dados coletados, é elaborado um mapa que mostra se a região é apta ou não ao cultivo de determinada cultura, ou ainda se existe aptidão agrícola, mas restrições de ordem climática.

governamentais (voltados ao nordeste e ao estado de São Paulo), à adversidades climáticas, à menor disponibilidade de capitais, à menor infra-estrutura, à falta de centros de pesquisa, às condições climáticas e à disponibilidade de mão-de-obra proveniente da imigração estrangeira em São Paulo. (SHIKIDA, 1992).

Foi somente na década de 1970, com a chamada “Revolução Verde<sup>3</sup>”, que a ocupação agrícola do cerrado teve início, com investimentos no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. A produção cana-de-açúcar mineira cresceu e se intensificou muito nesse período. O Programa Nacional do Alcool (Proálcool) também, nessa mesma época, contribuiu para uma pequena melhora nas usinas mineiras. Mais recentemente, no final dos anos 90, ocorreu a transferência das atividades industriais da cana-de-açúcar, antes concentrada principalmente nas regiões Sul e Zona da Mata, para a região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, devido aos investimentos de grupos empresariais nordestinos, atraídos pela proximidade com o estado de São Paulo, pelas condições climáticas parecidas e pela possibilidade de mecanização total das áreas. (SIQUEIRA, 2004).

Atualmente, a cultura da cana-de-açúcar tem grande importância econômica no cenário agrícola do estado de Minas Gerais, terceiro maior produtor nacional da cultura. A agricultura no estado de Minas Gerais envolve 3.547.511 hectares com lavouras temporárias e 1.177.453 hectares com lavouras permanentes. A cana-de-açúcar ocupa, 12,16% da área de lavouras permanentes no estado e 9,13% de toda a área agrícola mineira, ocupando a quarta posição em termos de área plantada, conforme mostra a Tabela 10. No entanto, apesar da importância supracitada, a cana-de-açúcar ainda ocupa uma área relativamente pequena do estado – 0,80%, conforme ilustra a Tabela 11.

---

<sup>3</sup> A Revolução Verde refere à adoção de novas práticas agrícolas que permitiram um vasto aumento na produção dos países menos desenvolvidos. Essa revolução se deu nas décadas de 1960 e 1970, mas seus efeitos são sentidos até hoje: uso de insumos industriais (fertilizantes e agroquímicos), material genético melhorado, mecanização, tecnologias de irrigação, melhorias no manejo, etc. No Brasil, a Revolução Verde permitiu um substancial aumento da fronteira agrícola e da produção nacional.

Tabela 10 – Culturas agrícolas mais importantes em Minas Gerais, de acordo com a área plantada, em 2006<sup>4</sup>

<b>Cultura</b>	<b>Caráter</b>	<b>Área Plantada</b>	<b>% lavoura temporária / permanente</b>	<b>% da área agrícola total</b>
Milho	Temporária	1.331.108	37,52%	28,17%
Café	Permanente	1.074.471	91,25%	22,74%
Soja	Temporária	1.009.366	28,45%	21,36%
Cana-de-açúcar	Temporária	431.338	12,16%	9,13%
Feijão	Temporária	427.616	12,05%	9,05%
Outras	Permanentes	70.282	8,75%	5,60%
Outras	Temporárias	261.285	7,37%	2,11%

Fonte: IBGE, Pesquisa Agrícola Municipal, 2006.

Tabela 11 – Ocupação do Território Mineiro, em 2007

<b>Produto/ Cobertura Vegetal</b>	<b>Área ocupada (hectares)</b>	<b>Porcentagem da área total</b>
Pastagens	25.348.603	43,08%
Vegetação Nativa	19.806.062	33,65%
Grãos	2.665.257	4,53%
Florestas Plantadas	1.167.267	1,98%
Café	1.074.470	1,83%
Cana-de-açúcar	468.666	0,80%
Olerícolas	101.269	0,17%
Fruticultura	81.484	0,14%
Outros usos	8.129.322	13,82%

Fonte: Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais, 2008.

Apesar da área pequena em relação ao total do estado, a expansão da cana-de-açúcar tende a aumentar a proporção de área ocupada com cana-de-açúcar em detrimento de outras culturas, principalmente em relação a pecuária. A safra 2007/08 sinaliza uma ocupação de mais 75.913 hectares no estado de Minas Gerais, o que representa um aumento de 16,2%

<sup>4</sup> Dados mais recentes não estão disponíveis. A última pesquisa agrícola municipal data de 2006.



em relação à 2007. A cana-de-açúcar avança principalmente sobre áreas de pastagem e de soja, conforme mostra o Quadro 1. Na safra 2007/08, 48.562 hectares que eram utilizados para pastagens em Minas Gerais passaram a ser destinados a exploração da cultura da cana-de-açúcar. Essa área representa 63,97% de toda área que, a partir desta safra, mudou de uso, ou seja, passou a ser cultivada com a cana-de-açúcar.

Quadro 1 – Mudança na área agrícola, em hectares, com a expansão da cana-de-açúcar, safra 2007/08, no Estado de Minas Gerais

<b>Cultura Substituída</b>	Pasto	Soja	Milho	Café	Laranja	Áreas Novas	Outros	Total
	48.562	15.851	5.415	300	280	250	5.255	<b>75.913</b>
% área	63,97	20,88	7,13	0,40	0,37	0,33	6,92	<b>100</b>

Fonte: Conab – Companhia de Abastecimento Nacional, 2008.

A cana-de-açúcar tem, apesar de ainda ter pequena representatividade da área agropecuária, possui considerável importância econômica. Em termos de valor de produção, a cana-de-açúcar ocupa a sexta posição entre os produtos agropecuários e a terceira posição quando se considera somente produtos agrícolas. O valor da produção da cana-de-açúcar no estado de Minas é de aproximadamente 1,3 bilhões de reais, que representa 6% da produção agropecuária do estado (Tabela 12).

Comparando as Tabelas 11 e 12, é possível fazer um comparativo entre as culturas, em termos de valor gerado por área. Enquanto as pastagens ocupam 43,08% do estado de Minas Gerais, os produtos comercializados provenientes de seu uso (leite e carne bovina) representam apenas 33,35% do valor da produção agropecuária mineira, o que significa uma geração de cerca de R\$277,95 por hectare ocupado. Já a cana-de-açúcar, com apenas 0,8% de Minas Gerais, gera 6% do valor da produção agropecuária mineira, o que significa um rendimento quase dez vezes superior ao rendimento de uma pastagem, o que justifica a opção de muitos agropecuaristas pela exploração da cultura da cana-de-açúcar em suas áreas de pastagem.

Tabela 12 – Produtos agropecuários de importância econômica para o estado de Minas Gerais, em 2006

<b>Produto</b>	<b>Valor da produção (milhões de reais)</b>	<b>Participação</b>
Café Beneficiado	5.627,90	26,64%
Leite	3.567,30	16,89%
Carne bovina	3.478,40	16,46%
Milho	1.425,20	6,75%
Frango	1.319,40	6,24%
Cana-de-açúcar	1.266,70	6,00%
Soja	1.050,10	4,97%
Culturas Agrícolas (total)	11.804,90	55,88%
Produtos Pecuários (total)	9.322,20	44,12%

Fonte: Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Minas Gerais (FAEMG), 2006.

A atual importância da cultura tende a aumentar nos próximos anos, em virtude dos investimentos feitos principalmente no Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, conforme destaca Siqueira (2004). No entanto, outras regiões, como o Noroeste de Minas também vêm recebendo recursos de investidores do setor.

O Noroeste de Minas é atualmente uma fronteira de expansão da cultura da cana-de-açúcar. Isso é percebido através da análise da evolução da produção no período de 1990 a 2006 (Tabela 3), e também da recente implantação de usinas e destilarias na região (Tabela 14). Para elaboração da Tabela 13, extraíram-se os dados referentes ao ano de 2003 do trabalho de Siqueira (2004), que lista o nome das empresas instaladas em cada região do estado de Minas Gerais. Para a obtenção dos dados referentes ao ano de 2008, várias fontes foram consultadas. As usinas/destilarias que foram fundadas após o trabalho de Siqueira (2004), ou seja, que apareciam em outras fontes mais recentes, foram computadas como novas empresas do setor.

Ainda na Tabela 13, pode-se verificar a rapidez da expansão da cana-de-açúcar no estado de Minas Gerais, já citado anteriormente. Em apenas cinco anos, o Noroeste de Minas se tornou uma fronteira de expansão da cultura, e o Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba se firmou como um importante pólo sucroalcooleiro do Brasil.

Tabela 13 – Usinas e Destilarias em Minas Gerais

<b>Regiões de Minas Gerais</b>	<b>2003<sup>1</sup></b>	<b>2008<sup>2</sup></b>	<b>Evolução</b>
Noroeste de Minas	1	4	<b>300,00%</b>
Triângulo Mineiro / Alto Paranaíba	13	34	161,54%
Central Mineira	2	4	100,00%
Zona da Mata	1	2	100,00%
Campo das Vertentes	0	1	100,00%
Sul/ Sudoeste de Minas	4	4	0,00%
Vale do Mucuri	2	2	0,00%
Norte de Minas	1	1	0,00%
Vale do Rio Doce	0	0	0,00%
Metropolitana de Belo Horizonte	0	0	0,00%
Oeste de Minas	0	0	0,00%
Jequetinhonha	0	0	0,00%

<sup>1</sup>: Fonte: Siqueira (2004)

<sup>2</sup>: Fontes: SIAMIG<sup>5</sup>, FIEMIG<sup>6</sup>, CONSULCANA<sup>7</sup> e UDOP<sup>8</sup>, 2008.

A performance e o destaque que Minas Gerais apresenta em relação à cultura de cana se deve não somente ao seu potencial edafoclimático para a cultura, mas principalmente devido aos expressivos investimentos que estão sendo realizados no Estado.

## 2.2 O Noroeste de Minas Gerais e o Vale do Paracatu

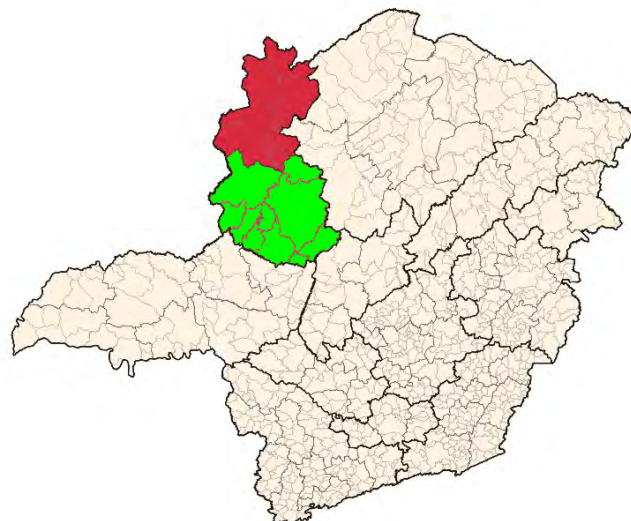
O Noroeste de Minas é uma das doze mesorregiões do estado de Minas Gerais, formada pela união de dezenove municípios, agregados em duas microrregiões (Paracatu e Unaí). É uma região cuja economia gira em torno do agronegócio, que é responsável por 56,5% do valor arrecadado em ICMS, segundo o IBGE (Pesquisa Agrícola Municipal, 2006).

<sup>5</sup> Sindicato da Indústria de Fabricação do Alcool do Estado de Minas Gerais.

<sup>6</sup> Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais.

<sup>7</sup> Consultoria, Assessoria Agrônômica, Tecnologia e Logística Aplicada a Cana-de-Açúcar.

<sup>8</sup> União dos Produtores de Bioenergia.



#### LEGENDA

- Microrregião de Unai
- Microrregião de Paracatu

Figura 1 – Localização do Noroeste de Minas e de suas microrregiões

Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Noroeste\\_de\\_minas](http://pt.wikipedia.org/wiki/Noroeste_de_minas), adaptado pela autora.

A região Noroeste de Minas Gerais era, nas décadas de 1950 e 1960, caracterizada pelo vazio demográfico, organização socioeconômica arcaica e pela insignificante importância econômica para o país. Seu desenvolvimento se deu a partir da construção de Brasília, Goiânia e as conseqüentes obras em infra-estruturas e estradas. Com uma vasta região de cerrados inexplorados, favoráveis a mecanização e com a proximidade da capital, a região passou a ter atenção governamental, que se tornou um pólo de desenvolvimento. Alguns programas como o POLOCENTRO, na década de 1970, e o PRODECER (Programa de Desenvolvimento dos Cerrados), na década de 1980, atraíram grande quantidade de investimentos para a região, que hoje conta com moderna agropecuária. (INDI, 2003).

A Tabela 14 mostra as principais culturas agrícolas da região em 2006, em termos de valor de produção, e sua evolução no período de 2000 a 2006. A agricultura na região é destaque na produção de grãos, principalmente soja, feijão e milho. A cana-de-açúcar ocupa o 6º lugar (2006) em termos de importância econômica, e apresentou uma evolução de 353,80% no valor de sua produção no período 2000-2006, período em que saltou da 9º para a 6º

posição. Espera-se um crescimento ainda maior, em virtude da instalação de duas destilarias no município de Paracatu, no ano de 2007.

Tabela 14 – Culturas agrícolas importantes no noroeste mineiro, em termos de valor da produção (em mil reais)

<b>Cultura</b>	<b>2000</b>	<b>2006</b>	<b>Evolução</b>
Soja	88.849	307.973	246,62%
Feijão	75.465	183.490	143,15%
Milho	115.612	124.867	8,00%
Café beneficiado	21.370	70.160	228,31%
Algodão	27.465	44.519	62,09%
Cana-de-Açúcar	9.277	42.098	353,80%

Fonte: IBGE, Pesquisa Agrícola Municipal, 2006.

A produção de cana-de-açúcar do Noroeste Mineiro está concentrada na Microrregião de Paracatu-MG, que responde por 98,74% da produção da região, em virtude da localização das empresas processadoras, nos municípios de Paracatu e João Pinheiro, listadas na Tabela 15.

Tabela 15 – Usinas e Destilarias no Noroeste de Minas Gerais

<b>Usina/Destilaria</b>	<b>Cidade</b>	<b>Microrregião</b>
Destilaria Vale do Paracatu Agroenergia Ltda.	Paracatu	Paracatu
Bioenergética Vale do Paracatu	Paracatu	Paracatu
Destilaria Rio do Cachimbo	João Pinheiro	Paracatu
G5 Agropecuária – Fazenda Tapera	João Pinheiro	Paracatu

Fontes: Siqueira (2004), SIAMIG, FIEMIG, CONSULCANA E UDOP, 2008.

Paracatu é um município do noroeste mineiro com cerca de 80 mil habitantes. A área do município é 8.232km<sup>2</sup>, sendo que a metade desta é ocupada por estabelecimentos agropecuários e nestes, 10% são lavouras, 22% pastagens naturais, e 14% matas nativas. O agronegócio envolve diretamente 5,6% da população do município e gera 23% do PIB do

município e 13% do valor da produção agrícola do noroeste mineiro, além de gerar 63,36% do valor arrecadado em ICMS no município. Na Tabela 16 apresentam-se algumas culturas significativas para o município. (IBGE, Pesquisa Agrícola Municipal, 2006).

Tabela 16 – Importância das principais culturas agrícolas, temporárias e permanentes, em termos de valor da produção, para o Município de Paracatu-MG

<b>Cultura</b>	<b>Valor da produção (milhões de reais)</b>	<b>Importância em relação ao valor de produção total</b>
Soja	32,400	27,98%
Feijão	23,140	19,98%
Milho	15,282	13,20%
Café	10,868	9,39%
Algodão	8,438	7,29%
Arroz	3,694	3,19%
<b>Cana-de-acúcar</b>	<b>3,600</b>	<b>3,10%</b>
Outras	18,355	15,87%

Fonte: IBGE, Pesquisa Agrícola Municipal, 2006.

A cidade está situada às margens das rodovias BR 040 e MG 188, e dista 220 quilômetros da capital federal. A região começou a ser explorada no século XVIII, com a extração de ouro. No entanto, foi a mudança da capital para Brasília que fez com que a cidade retomasse seu crescimento alicerçado na agropecuária, via projetos de colonização como o Projeto Entre Ribeiros e Mundo Novo, que foram iniciados no final da década de 1970. A agricultura irrigada também ganhou muitos incentivos governamentais nessa época, com programas como o PLANOROESTE (Plano de Desenvolvimento Rural Integrado do Noroeste Mineiro) e o PRODECER (Programa de Desenvolvimento do Cerrado Brasileiro). (BORTOLOZZO, 2001).

Em Paracatu, o primeiro projeto atendido pelo PRODECER foi o Projeto de Colonização Paracatu Entre Ribeiros, implantado em 1983 e dividido em quatro etapas, sendo algumas já em funcionamento e outros ainda somente implantados. Houve comprometimento entre várias entidades governamentais, para a gestão e financiamento do Projeto Entre Ribeiros, que hoje posiciona o município como um dos maiores e mais importante pólo de agricultura irrigada no Brasil, com destaque para a irrigação por pivô central. (BORTOLOZZO, 2001; RODRIGUEZ, 2004).

Na região coexiste hoje a agropecuária intensiva e diversificada e a exploração mineral empresarial realizada pela multinacional RPM<sup>9</sup> (ouro) e pela Votorantim Metais (zinco).

O município está incluído na região de Cerrado, que é o segundo maior bioma do Brasil. Possui topografia predominantemente plana ondulada, solos bem drenados (majoritariamente do tipo Latossolo Vermelho, Vermelho-Amarelo e Amarelo) e facilidade para retirada da vegetação, o que favorece as práticas agrícolas mecanizadas. As temperaturas médias anuais oscilam entre 21 e 24°C, e o regime pluviométrico é de 1400 mm anuais, em média. O município está localizado na região Aw de classificação climática de Köppen, possuindo temperaturas elevadas com chuva no verão e seca no inverno. Segundo o Zoneamento Agropedoclimático da Cana-de-Açúcar, o município de Paracatu e especificamente o Projeto Entre Ribeiros, possuem áreas classificadas como zonas aptas, porém com restrição hídrica e áreas inaptas, conforme APÊNDICE A deste trabalho.

Os aspectos naturais favoráveis somados à presença de completa infra-estrutura de apoio fazem do município um pólo agrícola de destaque em Minas Gerais.

O potencial agrícola do município e especificamente do Projeto Entre Ribeiros motivou o investimento de dois grupos em usinas na região: a Destilaria Vale do Paracatu - Agroenergia Ltda. e a Bioenergética Vale do Paracatu, ambas com foco exclusivo de produção de etanol. Ambas encontram-se em fase de construção e com previsão de início de funcionamento em 2009. As empresas terão suas sedes de funcionamento na região do Projeto Entre Ribeiros. A Destilaria Vale do Paracatu terá capacidade de processar em torno de três mil toneladas de cana por dia, conforme parecer técnico aprovado pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente (2007), e a Bioenergética adquiriu uma planta industrial capaz de moer ao redor de quinze mil toneladas de cana por dia, conforme informações obtidas na própria empresa.

Com essa capacidade instalada, a demanda dessas empresas será ao redor de 3,6 milhões de toneladas por safra, o que demandará, sob as produtividades médias obtidas no Noroeste de Minas (IBGE, 2006), a incorporação de mais de quarenta mil hectares para a produção da cana-de-açúcar.

---

<sup>9</sup> Rio Paracatu Mineração S.A.

### **3. ASPECTOS AGRONÔMICOS DO CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR**

Para a elaboração de um projeto como este, de natureza aplicada, é necessário o conhecimento de vários aspectos técnicos inerentes à condução da cultura da cana-de-açúcar. Torna-se necessário, portanto, a abordagem dos mesmos, o que será feito, de forma abrangente, neste capítulo.

A cana-de-açúcar é uma cultura que se desenvolve em forma de touceiras (moitas) e é propagada vegetativamente, a partir de mudas, que são obtidas a partir do corte de sua parte aérea (colmos). O ciclo da cultura é dividido basicamente em cana-planta e cana-soca. A *cana-planta* é aquela obtida a partir do plantio das mudas (toletes) e do desenvolvimento destas, até o momento da colheita. Esse período pode ser de doze meses, o que irá denominar o canavial em “cana-de-ano”, ou, opcionalmente, pode-se deixar a cana-planta por um período maior no campo, o que tecnicamente é chamado de “cana-de-ano-e-meio”. Com a colheita, inicia-se, então, outro ciclo, chamado de *cana-soca*, que se inicia com a brotação dos tocos (rizomas) das plantas colhidas, que demora doze meses e pode repetir-se por vários anos, dependendo do manejo dispensado ao canavial. Após esse período, o canavial deve ser reformado, iniciando-se outro ciclo de cana-planta. (SEGATO et. al., 2006). A Figura 3, na página seguinte, esquematiza os ciclos da cultura da cana-de-açúcar.



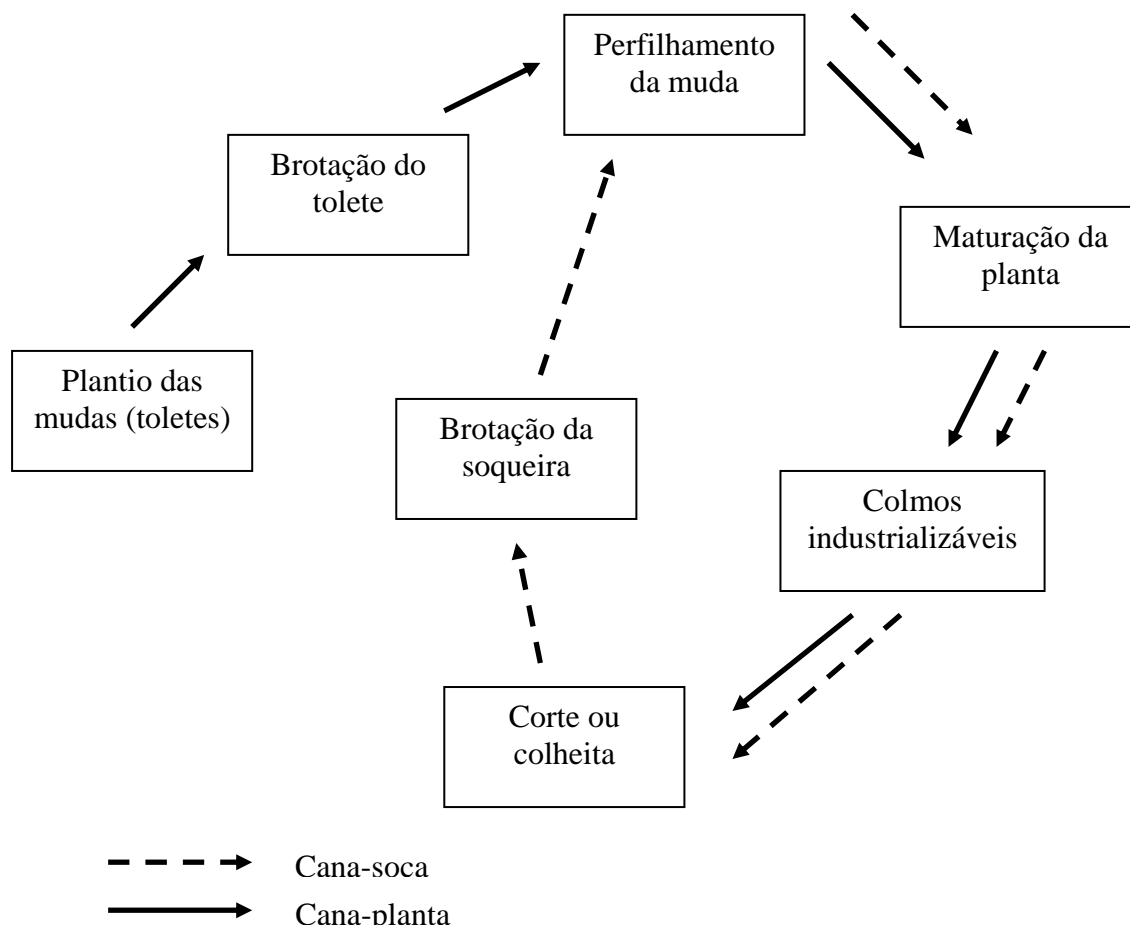


Figura 2 – Ciclos fenológicos da cana-de-açúcar

Fonte: Adaptado de Segato et. al. (2006).

A cultura é adaptada a condições de alta temperatura e intensidade luminosa, ideal, portanto, para condições tropicais. Desta forma, conforme Barbieri e Villa Nova (1977), citado por Marchiori (2004), certas áreas possuem clima adequado para a cultura da cana-de-açúcar, ao passo que outras apresentam restrições térmicas e/ou hídricas, mas que permitem a produção econômica da cultura com a adoção de algumas técnicas agrônomicas. Entretanto, há regiões que apresentam restrições limitantes, onde o plantio da cana-de-açúcar não é recomendado. Por isso, é necessário que se faça um zoneamento climático no país, para orientar a produção da cultura; esse estudo existe somente para o estado de Minas Gerais.

Alguns fatores, além do clima citado anteriormente, afetam o ciclo fenológico e a produtividade da cana-de-açúcar, como: genética (variedade), tipo de solo, disponibilidade de água e nutrientes, temperatura, competição com plantas daninhas, ocorrência de pragas e doenças, etc. Desta forma, a escolha do local de implantação e um manejo adequado da

cultura são de fundamental importância para que se obtenha uma produção satisfatória. (SEGATO et. al., 2006).

As práticas agrícolas devem estar todas interligadas. Boas dosagens de adubo não compensam a escolha de uma variedade inadequada a uma região, assim como a irrigação não contrabalança um manejo deficitário de pragas e doenças. Uma lavoura bem sucedida em termos agronômicos depende de um ajuste fino e equilibrado entre as técnicas agronômicas e o meio ambiente.

Para a implantação de uma lavoura de cana-de-açúcar, a escolha do local é de extrema importância. Além da observação dos fatores edafoclimáticos e da adoção de técnicas citadas anteriormente, o produtor deve atentar para a distância entre a lavoura e a unidade industrial, que não deverá ultrapassar cinquenta quilômetros para não onerar os custos de transporte. (CNA e SENAR, 2007).

Uma vez definido o local e a variedade a ser implantada, um conjunto de operações agrícolas é necessário. As operações agrícolas são as fases necessárias do processo produtivo, compreendendo, para a cultura da cana-de-açúcar, o preparo de solo, o plantio, a adubação, os tratos culturais, a colheita e o transporte do produto. (OLIVEIRA et. al., 2003).

No momento do plantio e na renovação do canavial, devem ser adotadas práticas de preparo de solo, que compreendem a subsolagem, a correção da acidez e a gradagem. É interessante adotar, no intervalo entre plantios de cana, o plantio de leguminosas para fim de rotação de culturas, que podem ser incorporadas por meio de gradagens. Uma vez pronto o preparo de solo, é feito o sulcamento do solo e a adubação (de acordo com a análise de solo), para posteriormente efetuar-se o plantio. (MAIA e RIBEIRO, 2004).

O preparo do solo para a cultura da cana-de-açúcar deve considerar o tempo em que a cultura permanecerá na área e a profundidade do sistema radicular da cultura, exigindo, portanto, bastante critério e cuidado nesta etapa.

O plantio consiste na distribuição de toletes ou colmos inteiros (mudas) no campo, que irão brotar e formar novas plantas. O plantio tem grande importância no desempenho de um canavial, e seus reflexos são sentidos durante todo o período de exploração da cultura, pois influencia aspectos como brotação, densidade de plantas, presença de falhas, perfilhamento, desenvolvimento da cultura, etc. (JANINI, 2007).

Devido à grande extensão territorial onde a cana-de-açúcar é cultivada no Brasil, são possíveis diferentes épocas de plantio. No centro-sul, é mais comum o plantio em duas épocas do ano: setembro-outubro (para colheita da “cana-de-ano”) ou no período de janeiro a

abril (“cana-de-ano-e-meio”). Quando se adota técnicas de irrigação, é possível o plantio no inverno (de maio a outubro), o que possibilita colheita em épocas de entressafra e otimização do uso da indústria. No nordeste, o plantio da cana-de-açúcar é usualmente realizado nos meses de abril a outubro, período em que se concentram as chuvas da região. Marchiori (2004) afirma que a época de plantio tem influência na brotação das gemas, no perfilhamento, na produção final, na longevidade do canavial, na época de colheita e na sensibilidade às adversidades ambientais.

A fase de plantio envolve três etapas distintas, de acordo com Ripoli (2004), citado por Janini (2007). A primeira compreende a colheita das mudas, que ocorre fora do lugar a ser plantado, e pode ser manual ou mecanizada. A segunda etapa envolve a sulcação, adubação e distribuição das mudas e, por fim, a cobertura das mesmas. O plantio pode ser feito manualmente ou de forma semi ou totalmente mecanizada.

Os tratos culturais da cultura da cana-de-açúcar compreendem as práticas de controle de plantas invasoras, pragas e doenças, além das adubações de cobertura. A simplicidade da condução da lavoura de cana-de-açúcar não deve ser confundida com falta de cuidados com a mesma.

A colheita da cana-de-açúcar tem como objetivo a retirada do campo de colmos com o maior teor possível de sacarose, ou seja, plantas maduras fisiologicamente ou com maturação avançada. O período de colheita (safra) é determinado em função de diversos fatores, como teor de sacarose e de açúcares redutores, época em que a lavoura foi plantada e ciclo da variedade (precoce ou tardio). Na região sudeste, a safra se concentra nos meses de junho a setembro enquanto no nordeste, no período de setembro a março.

O corte da cana-de-açúcar, assim como o plantio, pode ser mecanizado (em diferentes intensidades) ou manual. Na colheita manual, as operações de corte, enleiramento e carregamento da cana-de-açúcar são feitas manualmente. A operação pode ser feita parcialmente mecanizada, com o corte e enleiramento manual e o carregamento feito por máquinas ou pode ser ainda totalmente mecanizado, com o uso de colhedoras específicas.

Para facilitar o corte manual, usualmente é feita uma queimada prévia do canavial, com vistas a diminuir a quantidade de folhas e reduzir a exposição dos cortadores à animais peçonhentos. No entanto, esta queimada, além de eliminar a matéria orgânica do solo, emite uma grande quantidade de poluentes para o ar, de forma que o governo criou leis que visam diminuir gradativamente essa prática. (CAMPOS, 2003).

A mecanização total ou parcial é, portanto, a única opção para a colheita da cana, tanto do ponto de vista ergonômico quanto econômico e, principalmente, do ponto de vista legal e ambiental, já que apenas o corte mecânico viabiliza a colheita sem queima prévia, o que por sua vez viabiliza o aproveitamento da palhada (matéria orgânica). (BRAUNBECK e OLIVEIRA, 2006). Por isso, a atual expansão dos canaviais no país têm levado em conta também a possibilidade de mecanização das áreas.

A cana-de-açúcar é valorizada, para a venda, de acordo com sua qualidade, medida pelo índice ATR (Açúcar Total Recuperável). O valor do ATR (R\$/kg) é calculado e divulgado pelo Conselho de Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Alcool (CONSECANA), uma entidade formada por representantes de produtores rurais e da indústria. Os produtores, em relação à indústria, podem ser fornecedores, arrendatários ou parceiros. Os fornecedores produzem a cana-de-açúcar às suas expensas e vendem à usina na época da safra. Os arrendatários cedem em arrendamento suas áreas para a produção da cultura, que é realizada pela usina e, para isso, recebe um valor de arrendamento independente da produção ou do preço do ATR. Já a parceria agrícola é uma situação intermediária entre o fornecimento e o arrendamento, pois os produtores e a indústria participam da produção, do risco e dos lucros. (CNA e SENAR, 2007).

## **4. REFERENCIAL TEÓRICO**

O cenário econômico contemporâneo, caracterizado pela globalização do comércio, tem levado países e empresas a adotarem medidas que garantam sua competitividade e sobrevivência no mercado internacional. No ambiente rural, as empresas também se vêem obrigadas a adotar novas posturas gerenciais com vistas à preservação da rentabilidade do negócio.

As decisões acerca dos melhores investimentos, frente ao cenário em que a empresa está inserida, são fundamentais para o sucesso dos empreendimentos. Para auxiliar a tomada de decisão, vários procedimentos podem ser adotados para a análise de informações relevantes para o setor. Este estudo busca auxiliar a decisão de investir ou não em cana-de-açúcar irrigada por pivô central, em detrimento de outras culturas, a saber, milho, feijão e soja.

### **4.1 Tomada de Decisão**

Historicamente, o processo de decisão nas empresas, especialmente nas agropecuárias, sempre foi altamente intuitivo e subjetivo, baseados em aspectos como

criatividade, intuição e experiência anterior do administrador, conforme destacam Cândido et. al (2005) e Turban e Aronson (1998). Desta forma, a incerteza permeava o ambiente em que as empresas estavam inseridas.

De modo a contornar a incerteza, a partir da metade do século XX, o mundo científico passou a atentar mais para o problema da tomada de decisão, de modo que a Teoria da Decisão vem encarando um rápido avanço nas últimas décadas. Com o objetivo de tentar minimizar a subjetividade e a componente intuitiva intrínseca do processo decisório, um ferramental teórico foi desenvolvido para subsidiar a ação racional dos decisores. O processo de tomada de decisão assumiu então um caráter complexo e passou a fazer parte da rotina de gerenciamento das empresas, especialmente no final da década de 1990.

O gerenciamento de uma empresa, é, segundo Kay (1986), um processo contínuo e dinâmico de tomada de decisão, no qual o produtor se defronta com:

- Recursos limitados em terra, trabalho e capital;
- Múltiplas alternativas de produção e organização da propriedade; e
- Metas e objetivos a serem atingidos.

O gerenciamento de uma empresa exige vários tipos de decisão. Woiler e Mathias (1996) enumeram três tipos de decisões que permeiam o processo gerencial: decisões estratégicas, administrativas e operacionais. As decisões estratégicas são voltadas ao relacionamento entre empresa e meio ambiente, as administrativas estão relacionadas com a forma e a estrutura da empresa e as operacionais dizem respeito às decisões associadas ao processo de transformação. Já Chiavenato (1983) divide as decisões em programadas e não programadas e associa a elas diferentes técnicas de tomada de decisão, tais como pesquisa operacional, análise matemática, processamento eletrônico de dados, etc.

Além de vários tipos possíveis de decisão, a complexidade do processo decisório exige a observação de algumas etapas para sua correta condução. Segundo Simon (1977), as etapas que compõem o processo de decisão são: inteligência, projeto, escolha e implementação. Na etapa de *inteligência*, ocorre a investigação e exploração do ambiente, busca e processamento de dados com o propósito de identificar os problemas e variáveis importantes ao assunto. Na etapa de *projeto*, acontece a criação, o desenvolvimento e análise das possíveis soluções. Então, procede-se a *escolha* entre as alternativas disponíveis, buscando a melhor opção. Durante essas etapas, podem acontecer eventos que retomem as etapas anteriores; a retroalimentação (“*feedback*”) de informações pode contribuir em melhorias para as etapas

anteriores. Por fim, procede-se a *implantação* e as posteriores avaliações sobre seu desempenho. A Figura 3 esquematiza as etapas do processo de tomada de decisão.

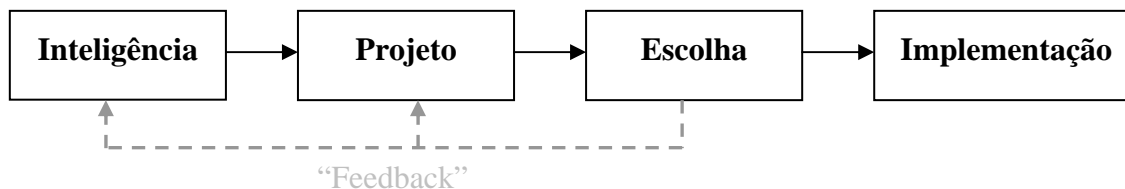


Figura 3 – Etapas do processo de tomada de decisão

Fonte: Adaptado de Simon (1977).

Adicionalmente, Freitas et al. (1995) e Contini et al. (1984) , citam outras etapas. Os primeiros autores mencionam as etapas de monitoramento e revisão, posteriores à etapa de implantação. O monitoramento consiste em acompanhar a nova situação decorrente da implantação do projeto e a revisão é a fase na qual a alternativa implantada é readaptada / readequada para alcançar os objetivos, etapas que não são contempladas nesse estudo. Já o segundo autor menciona a obtenção de dados e informações da própria empresa como uma etapa complementar à etapa de projeto, subsidiando a determinação de possíveis alternativas.

O momento da tomada de decisão pode trazer várias dificuldades, devido à complexidade do processo e em decorrência das múltiplas alternativas que um projeto pode apresentar. Essas dificuldades são tratadas por Kendall et. al (1991) e por Clemen (1996). Kendall et. al (1991) apresentam estes obstáculos relacionando-os com as fases do processo decisório de Simon (1977). Na fase de *inteligência*, podem surgir dificuldades de identificação, definição e categorização do problema; na fase de *projeto*, complicações de geração, quantificação e descrição de alternativas e de estabelecimento de critérios de desempenho podem emergir. Na etapa de *escolha*, os impedimentos podem surgir na identificação do método de seleção e na organização e apresentação da informação. O processamento da informação que surge durante todo o processo de tomada de decisão pode complicar a retroalimentação do sistema.

Clemen (1996), por sua vez, enumera as situações que tornam complexo o processo decisório: quando o problema envolve diversas alternativas que complicam tanto a decisão quanto a estruturação do problema, quando o horizonte de tempo é longo aumentando

os riscos e incertezas e dificultando a mensuração destes, quando existem objetivos conflitantes e quando existem vários tomadores de decisão na empresa.

Frente à complexidade e às dificuldades que permeiam o processo decisório, é necessária a adoção de procedimentos que tornem estruturado o processo de decisão. Isso não garante o sucesso de uma decisão, uma vez que o tomador de decisão dificilmente terá disponibilidade de acesso a todas as informações e capacidade para processar todas elas.

Para aumentar ainda mais a complexidade do processo decisório, inúmeros são os métodos e técnicas de tomada de decisão que a literatura cita. Na área agropecuária, Arêdes (2006) procedeu ao cálculo de indicadores de viabilidade econômica e análise de risco para a condução de lavouras de café irrigada, assim como Fernandes (2001), que utilizou a mesma metodologia para milho irrigado. Ávila (2004), por sua vez, executou uma análise sistêmica do processo produtivo de leite em uma unidade produtora mineira para a construção de modelos matemáticos. Seguindo a mesma linha, Resende Filho (1997), aplicou modelos de programação matemática para desenvolver um sistema de apoio à decisão para confinamento de bovinos de corte. Silva (2001), por fim, utilizou métodos de programação sob múltiplos critérios (Método de Ponderação, Método de Geração de Soluções Eficientes e Método da Análise Hierárquica) para auxiliar na decisão sobre o tipo de cultura a ser implantada no Projeto Jaíba.

Este estudo utiliza a metodologia de avaliação de projetos, uma vez que o objetivo proposto é a análise de viabilidade econômica.

## **4.2 Análise econômica de projetos**

Um projeto pode ser definido, segundo Woiler e Mathias (1996), como o conjunto de informações internas e/ou externas à empresa, coletadas e processadas com o objetivo de analisar e eventualmente implantar uma decisão de investimento através da incorporação de informações quantitativas e qualitativas e da simulação das implicações da decisão de investir. Casarotto Filho (2002), por sua vez, entende projeto de negócio como um composto entre definição de estratégias e estudos de viabilidade, levando em conta a empresa de forma competitiva, e não isolada.



A análise de projetos pode ser feita sob várias óticas, de acordo com Buarque (1991), Rezende e Oliveira (2001) e Woiler e Mathias (1996). Buarque (1991) analisa os projetos sob a ótica econômica e privada. A ótica econômica engloba análises dos efeitos do projeto sobre a economia global na realização do bem coletivo, apresentando os custos e benefícios do projeto em valores econômicos. Já a análise privada considera a geração de benefícios financeiros oriundos do projeto para a satisfação empresarial, considerando os valores em termos de mercado. O autor destaca que ambas as avaliações são incompletas, pois não consideram aspectos sociais.

Rezende e Oliveira (2001), por sua vez, considera que os projetos podem ser analisados pela ótica econômica (ou financeira) e social. Se os custos e receitas forem mensurados pelo valor privado, a avaliação será econômica ou financeira. A avaliação será social quando os custos e receitas forem mensurados sob esse ponto de vista, considerando seu custo de oportunidade. É importante destacar que, apesar da relevância da análise social, sua mensuração é complicada, uma vez que envolve aspectos subjetivos.

Woiler e Mathias (1996), por fim, consideram a análise econômica diferente da financeira, uma vez que a avaliação econômica é o foco dos órgãos financiadores enquanto os empresários devem atentar tanto para aspectos financeiros quanto para aspectos econômicos.

Este trabalho analisa a viabilidade do projeto sob o ponto de vista privado, na ótica de Buarque (1991), ou econômico/financeiro, na ótica de Rezende e Oliveira (2001), considerando as ressalvas feitas por Woiler e Mathias (1996).

Os projetos podem ser classificados, segundo Woiler e Mathias (1996), em função do setor econômico a que se refere (macroeconomia), em função do impacto na empresa (microeconomia), em função do uso que o projeto terá e em função da relação do projeto com demais projetos dentro de uma empresa.

De acordo com o setor econômico, o projeto pode ser macroeconomicamente classificado em agrícola, industrial e de serviços. Do ponto de vista microeconômico, os projetos podem ser de implantação, expansão/ampliação, modernização, realocação e diversificação. De acordo com suas finalidades, os projetos podem ser de viabilidade, final ou de financiamento. Os autores classificam ainda os projetos como independentes e dependentes, assim como Gitman (1997). Os projetos independentes são aqueles cujos fluxos de caixa são independentes de outros projetos, o que não ocorrem com os projetos dependentes, que podem ser mutuamente exclusivos (substitutos) ou complementares. No

primeiro caso, a escolha de um projeto elimina a implantação dos demais, e no segundo caso, a implementação de um projeto leva a um aumento nos benefícios associados a outro projeto.

De acordo com os critérios de classificação propostos, este estudo trata de projetos substitutos agrícolas, de implantação e de viabilidade. O Quadro 2, a seguir, sintetiza os critérios de classificação de projetos, de acordo com Gitman (1997) e Woiler e Mathias (1996).

Quadro 2 – Classificação de projetos

Critérios de classificação		Classificação	
Macroeconômico	Em função do setor econômico	Agrícola	
		Industrial	
		De serviços	
Microeconômico	Em função do impacto do projeto na empresa	De implantação	
		De expansão/ampliação	
		De modernização	
		De realocização	
		De diversificação	
Em função do uso do projeto para a empresa		De viabilidade	
		Final	
		De financiamento	
Em função da relação do projeto com outros projetos		Independentes	
		Dependentes	Complementares
			Substitutos

Fonte: Elaborado pela autora, 2008.

As etapas de elaboração de um projeto compreendem análises quantitativas e qualitativas (estudos de mercado, definição de escala, localização e engenharia), determinação do fluxo de caixa, obtenção dos indicadores de rentabilidade e risco e por fim a avaliação em si do projeto, através da aplicação dos critérios, que resulta em conclusões acerca da viabilidade ou não do projeto. Todas as etapas são de suma importância, entretanto a determinação correta dos fluxos financeiros merece grande destaque, pois são a partir deles

que são calculados os índices de viabilidade e risco, essenciais às avaliações e conclusões acerca do projeto.

Os principais indicadores econômicos citados pela literatura na avaliação de projetos são: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Período de *Payback* descontado (PPD) e Relação Benefício/Custo (B/C).

O VPL refere-se ao benefício líquido do projeto, a uma determinada taxa de desconto e a TIR determina o valor da taxa de desconto que torna o VPL igual a zero. A relação B/C é a relação entre os benefícios e custos atualizados e, por fim, o PPD informa ao tomador de decisão o tempo necessário para o retorno de um capital investido, descontado a determinada taxa.

O uso dos indicadores é complementado pela consideração do tempo na análise dos projetos. Nesse sentido, é importante analisar a taxa de desconto, o horizonte do projeto e o uso ou não de preços constantes no tempo. A importância da adoção de métodos de avaliação de projetos que considerem fluxos de caixa descontados é ressaltada por Rezende e Oliveira (2001), que destaca que tais métodos permitem a comparação de dados através do tempo.

A taxa de desconto permite que se façam comparações entre saldos financeiros presentes e futuros, uma vez que considera o valor do dinheiro no tempo, conforme ressalta Lana (2002). A determinação correta da taxa de desconto permite a correta determinação dos fluxos de caixa descontados. Para tal, Woiler e Mathias (1996) sugerem o uso do custo do capital empregado ou da média ponderada do capital próprio e de terceiros empregada no projeto. Já Buarque (1991) considera que a melhor forma de se determinar a taxa de desconto é a utilização do custo de oportunidade do capital investido, comparativamente ao seu melhor uso alternativo.

A determinação do horizonte do projeto também é um ponto de destaque na avaliação de projetos, pois quanto mais longos os períodos de duração do projeto, menor é a confiabilidade dos resultados e quanto menores os períodos considerados, maior é a omissão de fluxos de caixa futuros, que podem ser importantes para o projeto. Woiler e Mathias (1996) sugerem, para a determinação do horizonte do projeto, métodos como estipulação com base na vida útil do projeto, com base na depreciação fiscal do equipamento ou devido à obsolescência do projeto, que exige novos investimentos por parte da empresa.

Em relação aos valores monetários das variáveis de entrada e saída do fluxo de caixa, ao longo da vida útil do projeto, pode-se optar pelo uso de preços constantes ou

variáveis ao longo do tempo. Quando se opta pelo uso de preços constantes, repete-se os preços coletados à época de elaboração do projeto durante todo período deste, pressupondo-se que a taxa de inflação e as forças de mercado afetem igualmente os preços dos insumos e dos produtos, ou seja, que os preços relativos e o nível geral de preços sejam constantes. Já quando se adota preços variáveis no tempo, deve-se proceder a uma previsão futura dos preços, método este menos empregado em virtude de ser mais arriscado e conduzir a possíveis erros de previsão, de forma que a adoção de preços constantes é mais usual. (NORONHA, 1987).

### **4.3 Análise de risco do projeto**

Embora a determinação dos indicadores de viabilidade seja de vital importância para a avaliação econômica de investimentos, é inegável que estes sempre estão sujeitos a riscos e incertezas inerentes à atividade econômica, mas que podem alterar os resultados previstos. O fluxo de caixa, desta forma, não capta todas as particularidades de um sistema de produção, de modo que se torna necessária a estimativa de indicadores de risco e incerteza.

Embora aparentemente sinônimos, risco e incerteza apresentam conceitos diferentes. Woiler e Mathias (1996) definem riscos como possibilidade de variação futura no retorno de certa alternativa, de forma que existem riscos quando determinados estados futuros são conhecidos, assim como sua probabilidade de ocorrência. Gitman (1997) define risco como a variabilidade de retorno dos ativos. Já as incertezas ocorrem quando não se conhece o futuro nem sua probabilidade de ocorrência.

Os riscos podem ser de diversos tipos. Woiler e Mathias (1996), assim como Gitman (1997), classificam os riscos em internos e externos, de acordo com a Fonte destes, endógena ou exógena. Os riscos de origem endógena são passíveis de influência empresarial, já quando os riscos são de origem exógena as empresas possuem poucos meios para contorná-los.

Especificamente para a atividade agropecuária, Boehlje e Eidman (1984), citados por Maya (2003), dividem os riscos em duas classes: riscos financeiros e riscos do negócio. Os riscos de negócio são definidos como as incertezas existentes em um empreendimento,

independente da forma como é financiado, enquanto os riscos financeiros estão associados à variação no resultado econômico resultante das diferentes possibilidades de financiamentos. Quanto aos riscos de negócio, duas são as fontes de variação no resultado econômico: risco de preço e risco de produção. O risco de preço, por sua vez, está associado a imprevisibilidade dos valores monetários dos produtos enquanto o risco de produção está associado à fatores não controláveis (clima, pragas, etc.) que acarretam em perdas na produção.

Existe ainda uma terceira classificação, proposta por Ross et al. (1997), que divide o risco em sistemático e não sistemático. O primeiro é o risco não diversificado ou de mercado, que influencia a maioria dos ativos, enquanto o segundo está associado a um pequeno grupo de ativos e, para este tipo de risco, a diversificação da carteira de investimentos é eficaz na redução de uma parte dos riscos, uma vez que uma parcela dos riscos é sistemática.

Para contornar o risco, Buarque (1991) cita algumas medidas:

- a. Análise cuidadosa de dados futuros.
- b. Identificação das principais variáveis que interferem no retorno do investimento, assim como o cálculo dos principais valores para essas variáveis e possibilidade de ocorrência desses valores.
- c. Aplicação de dados conservadores quando o valor da variável for duvidoso.
- d. Utilização de valores otimistas, realistas e pessimistas para as principais variáveis do projeto.
- e. Simulação em conjunto dos possíveis valores das variáveis de acordo com suas probabilidades de ocorrência.
- f. Apresentação dos retornos em forma de distribuição de probabilidade (simples ou acumulada).

Woiler e Mathias (1996), por sua vez, reforçam a necessidade de estimativas cuidadosas de forma a contornar o risco. Além disso, sugerem ajustes empíricos como forma de evitar a subestimação ou superestimação dos valores; a elaboração de projeções realistas, otimistas e pessimistas para as variáveis; a promoção do ajuste da taxa de desconto pelo risco, de forma que investimentos mais arriscados tenham maior taxa de desconto e, por último, recomenda que se promova a análise de sensibilidade.

Diante do risco, Gitman (1997) afirma que os investidores podem apresentar três diferentes comportamentos, ilustrados graficamente na Figura 4: aversão, tendência ao risco ou indiferença.

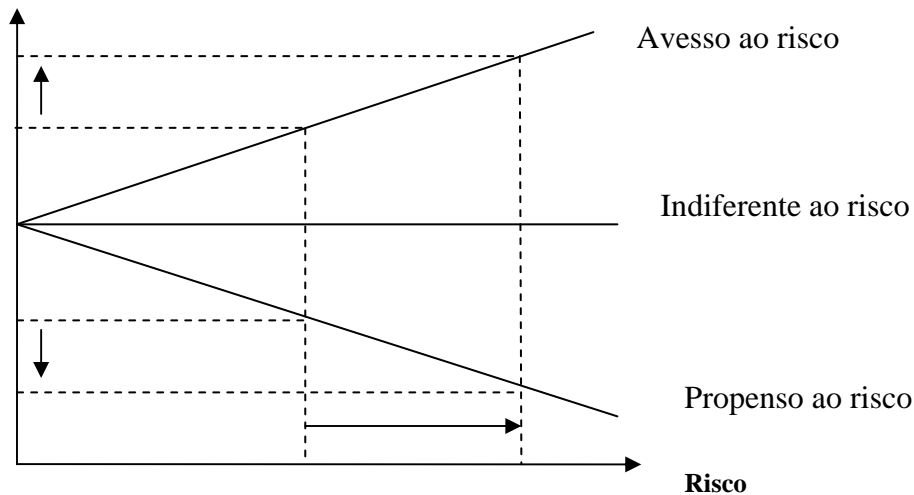


Figura 4 –Preferências e comportamento diante do risco

Fonte: Gitman (1997).

De acordo com a Figura 4, quando o indivíduo é avesso ao risco, o que é mais usual, incrementos significativos no retorno de um investimento são necessários para que ele suporte um risco maior. Quando o investidor é indiferente ao risco, nenhuma alteração no nível de retorno é exigida para que ele suporte um maior nível de risco. Já quando o indivíduo é propenso ao risco, ele suporta maiores riscos diante de menores retornos.

Já Pindyck e Rubinfeld (2006) expressam o comportamento em relação ao risco com o uso de curvas de indiferença, relacionando rendas esperadas à sua variabilidade (desvio-padrão), conforme a Figura 9. De forma análoga à interpretação da Figura 8, as curvas de utilidade  $U_a$ ,  $U_b$  e  $U_c$  representam, respectivamente aversão, indiferença e propensão ao risco.

As curvas de indiferença ilustradas na Figura 5 relacionam as rendas esperadas à sua variabilidade, em desvio-padrão. A curva de indiferença com inclinação positiva ( $U_a$ ), que descreve indivíduos avessos ao risco, mostra que a elevação no desvio-padrão da renda exige um significativo crescimento da renda esperada para compensar a alta no nível de risco. Já os indivíduos propensos ao risco (curva  $U_c$ ) possuem curva com inclinação negativa, o que indica que a elevação no nível de risco provoca queda na exigência dos retornos esperados. Por

fim, a curva de indiferença  $U_b$  caracteriza pessoas neutras em relação ao risco; nesse caso, a alta deste não altera o nível de renda esperado exigido.

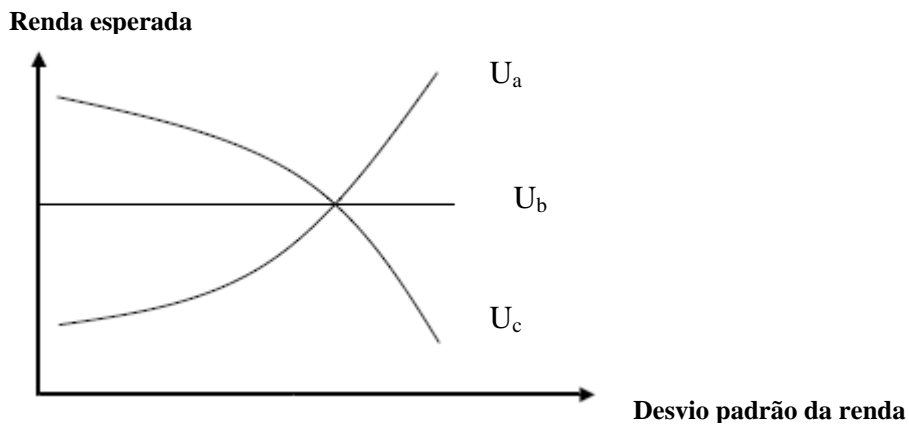


Figura 5 – Comportamento diante do risco representado através de curvas de indiferença

Fonte: Pindyck e Rubinfeld (2006).

A mensuração do risco pode ser feita através de seu desvio-padrão e do coeficiente de variação, segundo Gitman (1997).

Quando se associa o risco à sua probabilidade de ocorrência, este pode ser mensurado pelo desvio-padrão dos retornos em relação ao seu valor médio, conforme ilustra a Figura 6. Nele, um ativo A tem menor risco que um ativo B, pois o retorno do ativo B possui maior variabilidade. (GITMAN, 1997).

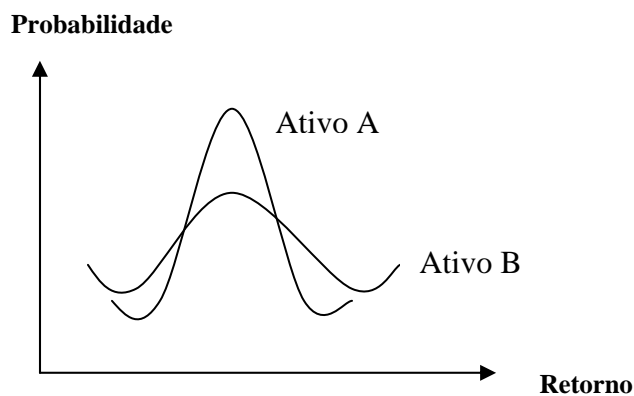


Figura 6 – Distribuição de probabilidade contínua do retorno de um ativo

Fonte: Gitman (1997).

Matematicamente, o cálculo do desvio-padrão pode ser representado pela seguinte equação (1):

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

onde  $\sigma_k$  é o desvio-padrão dos retornos do ativo,  $k_i$  são os retornos para cada observação  $i$ ,  $P_i$  é a probabilidade de ocorrência de cada possibilidade de retorno e  $\hat{k}$  é o retorno esperado, conforme definido na equação 2.

$$\hat{k} = \sum_{i=1}^n P_i k_i \quad (2)$$

O coeficiente de variação (CV), por sua vez, permite medir e comparar riscos de ativos com diferentes retornos, sendo uma medida mais significativa do risco. O CV pode ser interpretado da seguinte forma: quanto maior for o valor de CV, maior será o risco associado a um ativo e vice-versa. Seu cálculo é feito através da equação (3), que expressa a razão entre o desvio-padrão e a média de retorno do ativo. (GITMAN, 1997).

$$CV = \frac{\sigma_k}{\hat{k}} \quad (3)$$

A análise de risco conforme descrita anteriormente, é complementar à avaliação econômica através de indicadores de viabilidade no processo de tomada de decisão por parte do produtor rural, sendo de fundamental importância para a decisão de adoção ou não de um sistema produtivo.



## 5. MODELO ANALÍTICO

O processo de tomada de decisão ocorre em um ambiente de risco e incerteza. Para contornar esses aspectos, permitindo que o investidor escolha a alternativa mais adequada, deve-se coletar e tratar informações no sentido de torná-las relevantes e fornecer uma sólida base ao decisor.

Para isso, algumas etapas devem ser observadas. Em primeiro lugar, deve-se realizar o *levantamento de informações*, que envolve, para o presente trabalho, a obtenção de coeficientes técnicos em empresas agrícolas, informações complementares de produção e comercialização da cultura em órgãos especializados e uma pesquisa de preços adequados à realidade local da empresa. De posse destas informações, pode-se então passar para a *montagem do fluxo de caixa*. A partir desse, pode-se então proceder ao *cálculo dos indicadores* e à *análise de risco*.

### 5.1 Etapas de elaboração da pesquisa, levantamento de informações e montagem do fluxo de caixa

Para se atingir os objetivos propostos no Capítulo I, a pesquisa foi realizada em diferentes etapas e foi necessária a combinação de dados primários e secundários de modo a se ter informações e resultados consistentes. Pode-se enumerar as seguintes etapas:

- a) Levantamento de informações:
  - Obtenção de coeficientes técnicos da cana-de-açúcar junto aos produtores rurais da região;
  - Definição das culturas alternativas relevantes na região, através de entrevistas aplicadas aos produtores;
  - Revisão de literatura a fim de se obter dados complementares do cultivo da cana-de-açúcar;
  - Pesquisa de preços no mercado local;
- b) Montagem do Fluxo de Caixa.
- c) Aplicação do modelo: Obtenção de Indicadores de Viabilidade Econômica.

Como os dados foram levantados de maneiras diferentes, faz-se necessário a explicação de cada variável utilizada seguida da descrição dos procedimentos adotados, a fim de facilitar o entendimento das escolhas realizadas durante a pesquisa. Para elaboração do fluxo de caixa, foram consideradas as seguintes variáveis:

- a) *Preços da cana-de-açúcar (tonelada), soja (saca) e milho (saca)*: obtidos do Agriannual 2008.
- b) *Preços pagos por milho-semente*: obtidos junto aos produtores parceiros de empresas produtoras de semente.
- c) *Produção*: Foi considerado o cultivo de cento e cinquenta hectares das diferentes culturas. O tamanho da área foi definido em função de um custo ótimo por hectare do sistema de irrigação.
- d) *Produtividade da cana-de-açúcar*: Como a cultura foi implantada recentemente na região, não se tem dados da produtividade dos seis cortes. Por isso, adotou-se as médias obtidas nos primeiros anos. Como a colheita do 1º corte é, em geral destinado à muda e não à usina, a colheita é feita idealmente quando o canavial tem entre 9 e 10 meses. Por isso, considerou-se a produtividade do primeiro e do segundo corte (um ano depois) iguais e, para cada corte seguinte, diminui-se 12% no rendimento, conforme ocorre em lavouras em outros locais do país.
- e) *Preço das terras*: Também obtido junto à FNP Consultoria, para a região de Unaí-MG, que engloba as cidades de Paracatu e João Pinheiro, locais dos projetos,

mostrados na Tabela 17. Adota-se, na análise de risco, os preços de hectare de terra de pastagem formada com baixo (R\$2.294,00) e alto suporte (R\$2.989,00), além do preço de terra agrícola de baixa produtividade em sequeiro (R\$3.725,00). Os valores foram escolhidos em função de a maioria da cana-de-açúcar, conforme mostra a Tabela 9 e o Quadro 1, no Capítulo 2, expandir principalmente sobre áreas de pastagem. Além disso, a diferença entre o preço das terras alta produtividade em sequeiro e irrigada, R\$1.000,00, não é suficiente para a instalação de um pivô central.

Tabela 17 – Preços de terras na região de Unaí-MG, nos ano de 2008, em R\$/ha

<b>Tipo de terra</b>	<b>Preço (R\$/ha)</b>
Cerrado agrícola e pecuário	1.265,00
Cerrado inaproveitável	500,00
Pastagem formada de alto suporte no cerrado	2.989,00
Pastagem formada de baixo suporte no cerrado	2.294,00
Pastagem formada em área de cultura na parte baixa	1.856,00
Terra agrícola de alta produtividade no cerrado em sequeiro	5.000,00
Terra agrícola de alta produtividade no cerrado irrigado	6.000,00
Terra agrícola de baixa produtividade no cerrado em sequeiro	3.725,00

Fonte: Agriannual, 2009.

- f) *Sistema de irrigação*: Compreende os custos referentes a implantação de um equipamento de pivô central completo. Os valores atualizados foram obtidos junto à uma empresa local que comercializa este tipo de equipamento. No Apêndice B é mostrado custos de diferentes pivôs centrais, de acordo com a área e a vazão. Para a cana-de-açúcar, é avaliada a utilização de dois diferentes pivôs centrais, um adequado à ela e outro adequado ao plantio de cereais, com maior vazão.
- g) *Mão-de-obra*: para trabalhadores temporários foi considerada a contratação de mão-de-obra no mercado local de acordo com a necessidade (coeficientes técnicos) de cada operação. Para esta variável, foi consultado um empreiteiro da região, que presta serviços de mão-de-obra. A administração foi considerada como mão-de-obra fixa. Já para trabalhadores permanentes, os valores foram obtidos junto aos produtores. O custo total de mão-de-obra permanentes foi dividido pelo número de hectares cultivados e, em seguida, pelo período considerado.

- h) *Insumos*: este item compreende os gastos com adubo, calcário, gesso, herbicida e inseticida utilizados nas culturas. Para o cálculo desse item, foram considerados os coeficientes técnicos fornecidos pelos produtores e os preços dos insumos coletados no município de Paracatu, em novembro e dezembro de 2008. A escolha de se utilizar preços de terras de pastagem ou cerrado de baixa produtividade implicam em maiores gastos iniciais com adubações e correções. Com os anos de cultivo, durante a vida útil do projeto, esses gastos diminuem. No entanto, essa diminuição de adubos ao longo do tempo não é contemplada no projeto, por ser muito particular de cada área. No entanto, os resultados da avaliação do projeto melhorariam se fosse considerada essa diminuição.
- i) *Preço de irrigação*: O valor considerado, por milímetro irrigado, foi calculado utilizando os valores gastos com manutenção do equipamento e com energia elétrica. O cálculo detalhado do custo do milímetro irrigado e a explanação de cada item que o compõe é apresentado no Apêndice B. Os preços de energia elétrica para irrigação foram obtidos junto à Central Energética de Minas Gerais (CEMIG). Os preços de água foram obtidos através de acesso à base contábil e documental da Associação dos Irrigantes do Projeto Entre-Ribeiros. (APÊNDICE B).
- j) *Pós-colheita*: Os preços de frete de cereais até os armazéns da região foram coletados junto a prestadores de serviços. Os preços de limpeza, secagem e armazenamento foram obtidos junto à CASEMG (Central de Armazenamento de Minas Gerais).
- k) *Impostos*: Para produtores rurais de pessoa física, os impostos considerados são os seguintes:
- a. *ICMS* (Imposto sobre circulação de mercadorias e serviços): Milho, soja e feijão são isentos de ICMS, assim como a cana-de-açúcar, proveniente de estabelecimento de produtor rural para indústria açucareira ou produtora de álcool.<sup>10</sup>
  - b. *Impostos trabalhistas*: Já computados no item mão-de-obra.

As informações obtidas junto aos produtores foram coletadas através de entrevistas coletivas com os agricultores que já adotam a cana-de-açúcar, concomitantemente com outras culturas. As produtividades obtidas em lavouras próprias das usinas foram obtidas através de questionários.

---

<sup>10</sup> De acordo com RICMS, Decreto nº 43.080/2002, art. 8º, itens 22 e 54.

O Imposto de Renda não foi considerado neste trabalho em virtude de sua complexidade de cálculo. Este tributo<sup>11</sup> incide sobre o rendimento anual de uma atividade, que consiste no saldo entre despesas e receitas. Para o produtor rural (pessoa física), as alíquotas adotadas no ano de 2009 são mostradas na Tabela 18. Além das alíquotas diferenciais para cada faixa de renda, existe ainda mais um fator complicador da inserção deste tributo em um projeto de investimento: a possibilidade de compensação de saldos positivos com prejuízos apurados em anos-calendário anteriores.

Tabela 18 – Alíquotas progressivas para o cálculo anual do Imposto de Renda de Pessoa Física para o exercício de 2010, ano-calendário de 2009

<b>Rendimento anual</b>	<b>Alíquota (%)</b>
Até 17.215,08	-
De 17.215,09 até 25.800,00	7,5
De 25.800,01 até 34.400,40	15,0
De 34.400,41 até 42.984,00	22,5
Acima de 42.984,00	27,5

Fonte: [www.receita.fazenda.gov.br/Alíquotas/TabProgressiva20022011.htm](http://www.receita.fazenda.gov.br/Alíquotas/TabProgressiva20022011.htm)

Para a montagem do fluxo de caixa, foram considerados três conjuntos de variáveis, conforme descritas anteriormente. Os três tipos de variáveis consideradas foram: variáveis relacionadas à preços, variáveis técnicas e outras.

As relativas a preços envolvem um conjunto de valores que estruturam as receitas e as despesas e estão listadas na Tabela 19. As variáveis técnicas consideradas são: produção por unidade de área, para as diferentes culturas (cana-de-açúcar, feijão, milho e soja); quantidade de insumos e mão-obra a serem utilizados e quantidade de água a ser aplicada nas culturas. Já as outras variáveis envolvem depreciações (do sistema de irrigação e do canavial), custos administrativos e impostos.

<sup>11</sup> De acordo com as Leis nº 9.250, de 26 de dezembro de 1995 e nº 11.482, de 31 de maio de 2007.

Tabela 19 – Preços utilizados na montagem do fluxo de caixa

	<b>Descrição</b>	<b>Variáveis de preços</b>
<b>Receitas</b>	Venda de cana-de-açúcar	Tonelada de cana-de-açúcar
	Venda de mudas de cana-de-açúcar	Tonelada de muda de cana-de-açúcar
	Venda de soja	Saca de soja (60kg)
	Venda de feijão	Saca de feijão (60kg)
	Venda de milho	Saca de milho (60 kg)
	Venda de semente de milho	Preço de semente de milho (R\$/há)
<b>Despesas</b>	Investimentos Iniciais	Terra agricultável
		Sistema de Irrigação
	Formação das lavouras (cana-de-açúcar, soja, feijão e milho)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Insumos</li> <li>Máquinas</li> <li>Mão-de-obra</li> </ul>
	Condução e colheita das culturas	Insumos
		Máquinas
		Mão-de-obra
		Irrigação
		Secagem e armazenamento

Fonte: Elaborada pela autora, 2008.

## 5.2 Indicadores de Viabilidade Econômica

Os critérios de análise de viabilidade econômica devem se basear, segundo Woiler e Mathias (1996), no fluxo de caixa e no valor do dinheiro ao longo do tempo, condensando informações quantitativas que, comparadas a um padrão estabelecido, permitem aceitar ou rejeitar o investimento em análise.

Na literatura, existem muitas opções de indicadores econômicos, não havendo unanimidade quanto à capacidade destes, de forma que se deve escolher com base no tipo de informação que se deseja obter. Como todos os indicadores possuem limitações, Buarque (1991) salienta que uma boa análise conjuga vários indicadores, de modo a tornar a decisão a

mais acertada possível. Neste trabalho, especificamente, foram selecionados os critérios a seguir.

**a. Valor Presente Líquido (VPL)**

Sendo admitida uma determinada taxa de juros (taxa de desconto), o Valor Presente Líquido (VPL) pode ser definido como a soma algébrica dos saldos do fluxo de caixa descontados àquela taxa para determinada data. (WOILER E MATHIAS, 1996). Matematicamente, o VPL pode ser expresso por:

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{FC}{(1+r)^t} \quad (4)$$

em que  $FC$  são os saldos do fluxo de caixa,  $n$  é o período de tempo e  $r$  a taxa de desconto utilizada. O critério de viabilidade está associado ao valor positivo do  $VPL$ , que indica que os ganhos do projeto remuneram o investimento feito, à taxa de desconto  $r$ , e ainda permitem aumentar o valor da empresa.

As vantagens deste indicador são levar em conta o valor do dinheiro no tempo e as receitas ao longo de toda vida útil do projeto. Como limitação, está o fato da necessidade de determinação da taxa de desconto *a priori* e a conseqüente dificuldade associada a este processo. A utilização do conceito custo de oportunidade do capital pode ser empregado para a determinação desta taxa. (BUARQUE, 1991) (WOILER E MATHIAS, 1996).

**b. Taxa Interna de Retorno (TIR)**

Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa de desconto que torna nula o Valor Presente Líquido do Investimento, podendo ser expressa pela seguinte igualdade:

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{FC}{(1+r)^t} = 0 \quad (5)$$

onde  $FC$  são os saldos dos fluxos de caixa,  $n$  é o período de tempo, tal como a equação (2), e  $r$  é a taxa de desconto que torna a equação igual a zero. Neste caso, analisa-se da seguinte forma: o projeto será viável se o custo de captação de capital for menor que a TIR obtida e

será inviável caso contrário. Em termos de critério de escolha de investimentos, geralmente opta-se por aqueles com maior valor de TIR.

As vantagens da utilização deste indicador como critério de seleção são as seguintes: é um indicador de fácil compreensão, leva em conta o valor do dinheiro no tempo e as receitas ao longo de toda a vida útil do projeto, além de não pressupor uma taxa de desconto preestabelecida, pois ela é determinada com os próprios dados do projeto. As desvantagens da TIR, por sua vez, são relacionadas à dificuldade do cálculo e ao fato de não considerar as diferenças nos gastos de investimentos que possam ocorrer em cada projeto. Dessa forma, a TIR deve ser utilizada com cautela, pois podem ocorrer situações em que o projeto com maior TIR não é o preferível. (BUARQUE, 1991; WOILER E MATHIAS, 1996).

Ramsay et al. (1999), citados por Müller (2004), reforçam algumas desvantagens da TIR. Segundo os autores, há situações nas quais a TIR não pode ser determinada, quando os fluxos de caixa têm tanto valores positivos quanto negativos. Além disso, por não considerar o montante inicial investido (apenas o seu retorno), a TIR pode dar a falsa impressão de um projeto ser mais rentável que outro.

### c. Período de Payback Descontado (PPD)

Este indicador pode ser definido como o tempo de recuperação do capital investido considerando-se os fluxos de caixa descontados em determinada taxa, diferenciando-se do indicador Período de *Payback* (PP simples) pelo fato de levar em conta o valor do dinheiro no tempo. (WOILER e MATHIAS, 1996). Em termos algébricos, tem-se:

$$PPD = \sum_{t=0}^n \frac{FC}{(1+r)^t} - I = 0 \quad (6)$$

em que  $FC$ ,  $n$  e  $r$  são análogos à equação (1), correspondendo, respectivamente à saldos dos fluxos de caixa, período de tempo e taxa de desconto utilizada e  $I$  é o nível de investimentos.

Este indicador apresenta vantagens e desvantagens semelhantes às do VPL, mas apresentam uma vantagem adicional relacionada à facilidade de compreensão do indicador. Já a desvantagem adicional consiste no fato de que, ao fazer-se uma razão entre o valor atual das receitas e despesas, desconsidera-se o volume de recursos envolvidos no investimento. Além disso, o critério de decisão do PPD não leva em conta a vida útil que o projeto possa ter além



do tempo necessário para o retorno, de modo que o PPD não deve ser utilizado como indicador único para a seleção de investimentos, devido ao fato de não considerar todas as receitas que ocorrem ao longo da vida do projeto, mas sim ser empregado como um critério complementar à seleção de investimentos. (BUARQUE, 1991; WOILER E MATHIAS, 1996).

O PPD é também um importante indicador para o equilíbrio do fluxo de caixa (liquidez), quando possíveis financiamentos externos devem ser liquidados em determinado prazo.

#### **d. Relação Benefício Custo (B/C)**

A Relação Benefício Custo (B/C) é um indicador semelhante ao VPL e pode ser definido como uma razão entre os valores descontados (a uma mesma taxa) de entradas e saídas. (WOILER E MATHIAS, 1996). A equação que representa B/C é:

$$B/C = \sum_{i=0}^n \frac{\frac{R}{(1+r)^i}}{\frac{D}{(1+r)^i}} \quad (7)$$

em que  $R$  são as receitas em cada período;  $D$  são as despesas em cada período;  $n$ , o período de tempo e  $r$ , a taxa de desconto utilizada. O critério de decisão a ser adotado quando da utilização desse indicador é aceitar o projeto quando o índice for superior a 1 e rejeitá-lo quando for inferior a 1, já que nesse caso o projeto não permite cobrir o custo de capital.

Segundo Woiler e Mathias (1996), B/C e VPL fornecem praticamente a mesma informação em termos de decisão para a escolha dos investimentos. A vantagem da B/C está associada à sua idéia central, mais fácil de entender que o VPL.

### **5.3 Análise de Risco**

A análise de risco associada ao processo de tomada de decisão pode ser melhorada com o uso da técnica de simulação. Esta técnica, quando aplicada à seleção de projetos,

baseia-se na seleção aleatória de variáveis, método conhecido como Simulação de Monte Carlo.

O Método de Monte Carlo é um tipo especial de simulação, utilizada em modelos contendo eventos probabilísticos, envolvendo um processo aleatório para selecionar os valores de cada variável, permitindo, essencialmente, simular o comportamento de processos que dependem de fatores aleatórios. (CORRAR, 1993).

O método utiliza as distribuições de probabilidade das variáveis consideradas incertas (*input variables*), que são determinadas a partir de séries históricas de valores de cada variável. Cada uma dessas variáveis assume um valor aleatório dentro de sua distribuição de probabilidade, gerando combinações que levam a resultados (*output variables*) que permitem mensurar o risco associado a uma determinada alternativa de investimento.

Segundo Noronha (1987) a análise de risco envolve a seguinte seqüência de procedimentos:

- a. *Análise de sensibilidade*: consiste em verificar o efeito de variações em cada variável sobre os principais indicadores de viabilidade, *ceteris paribus*. Desta forma, determinam-se as variáveis mais relevantes do projeto.
- b. *Distribuição de probabilidade de variáveis*: elaborada a partir de séries históricas ou pela experiência empírica de técnicos.
- c. *Seleção de um valor para cada variável*: ao acaso, a partir da distribuição de probabilidade.
- d. *Cálculo dos valores dos indicadores de viabilidade*: deve ser feito a cada seleção de valor para uma variável.
- e. *Obtenção da distribuição de probabilidade dos indicadores*: através da repetição do processo para cada valor selecionado para uma variável.

A partir da distribuição de probabilidade dos indicadores, pode-se calcular os valores médios dos indicadores e mensurar o risco através do desvio-padrão e do coeficiente de variação. Além disso, pode-se determinar a sensibilidade, os valores máximos e mínimos dos indicadores, e sua distribuição de probabilidade acumulada, medindo o retorno sob condições de risco.

Para a determinação das principais variáveis de risco do projeto (Análise de Sensibilidade – Etapa ‘a’), observou-se a importância em termos das receitas geradas e da participação nos custos de produção (APÊNDICE E, Tabela E14) e nos custos finais do investimento (APÊNDICE F). Assim, realizou-se a análise de risco utilizando as seguintes

variáveis: *preço dos produtos (cana-de-açúcar, soja, milho e feijão), produtividade, investimento em terra, gastos com trabalho mecanizado (colheita e pulverização), adubos e irrigação.*

As variáveis preço e produtividade foram escolhidas em função de serem determinantes da renda que se obtém em uma lavoura. Para a escolha dos itens de custo, verificou-se a importância de cada variável no custo de produção de uma lavoura e no custo final de um projeto. Os itens preço das terras, juntamente com a aquisição do equipamento de irrigação, representam os itens de maior peso na produção. O custo de aquisição dos pivôs centrais não foi incluído na análise de risco em virtude da indisponibilidade de dados referentes a preços anteriores do equipamento no mercado local (para uma distribuição tipo histograma) e da inexistência de três vendedores de equipamentos (para uma distribuição triangular).

Os gastos com trabalhos mecanizados, adubação e irrigação representam, juntos, em torno de 60 a 90% do custo de produção, variando em função da cultura. A importância de cada item, nas diferentes culturas, está ilustrada na Tabela E14, no Apêndice E.

Uma vez definidas as variáveis, pela análise de sensibilidade, pode-se passar ao passo seguinte da análise de risco (Etapa 'b'), que consiste em determinar a distribuição de probabilidade das variáveis de entrada (*input variables*), selecionadas na etapa anterior. Foram utilizadas distribuições histograma e triangular, de acordo com a disponibilidade dos dados.

A distribuição histograma é um tipo de distribuição de frequência, normalmente de forma gráfica, que relaciona intervalo de valores e frequência de ocorrência de uma amostra. Um histograma é, portanto, uma ferramenta de análise e representação de dados quantitativos, agrupados em classes de frequência que permite distinguir a forma, o ponto central e a variação da distribuição, além de outros dados como amplitude e simetria da distribuição dos dados. Essa distribuição é indicada quando se tem a série histórica da variável, caso das variáveis preço da cana-de-açúcar, soja, milho e feijão. No Apêndice C, tem-se a análise gráfica do comportamento dos preços das quatro culturas e no Apêndice D mostra-se detalhadamente como foi feita a construção dos histogramas das diferentes variáveis de preços.

As variáveis com distribuição tipo histograma são representadas da seguinte forma: Riskhistogrm(valor mínimo; valor máximo; distribuição de probabilidade), conforme Tabela 20, a seguir.

Tabela 20 – Distribuição de probabilidade das variáveis selecionadas (*input variables*) para realização das simulações de risco

Variável	Distribuição	Parâmetros
Preço da cana-de-açúcar	Histograma	Riskhistogram(27,12;53,51; {9;16;13;18;15;12;6;15;13;3})
Preço do feijão	Histograma	Riskhistogrm(52,80;238,53; {12;30;37;17;9;6;2;1;2;4})
Preço do milho	Histograma	Riskhistogrm( 13,35;36,48; {17;25;24;26;14;2;8;2;0;2})
Preço da soja	Histograma	Riskhistogrm( 23,88;63,85; {9;14;32;14;22;10;5;4;6;4})
Produtividade da cana-de-açúcar (1º corte)	Triangular	RiskTriang (135,00;150,00;165,00)
Produtividade do feijão	Triangular	RiskTriang (42,00;55,00;63,00)
Produtividade do milho (inverno)	Triangular	RiskTriang (130,00;150,00;170,00)
Produtividade do milho (verão)	Triangular	RiskTriang (122,00;130,00;150,00)
Produtividade da soja	Triangular	RiskTriang (48,00;55,00;70,00)
Investimento em terra	Triangular	RiskTriang (2.294,00; 2.989,00; 3.725,00)
Preço de colheita cana-de-açúcar	Triangular	RiskTriang (12,00;15,00;18,00)
Preço de colheita soja e milho	Triangular	RiskTriang (150,00;200;220)
Preço de colheita feijão	Triangular	RiskTriang (280,00;320,00;360,00)
Preço da pulverização	Triangular	RiskTriang (75,00; 84,00; 90,00)
Adubo 02-20-20	Triangular	RiskTriang (990,00;1.100,00;1.300,00)
Adubo cana-soca	Triangular	RiskTriang (990,00;1.100,00;1.300,00)
Adubo 05-25-25	Triangular	RiskTriang (1.000,00;1.200,00;1.340,00)
Adubo 08-28-16	Triangular	RiskTriang (1.285,00;1.400,00;1.520,00)
Preço uréia	Triangular	RiskTriang (780,00;900,00;1.180,00)
Preço cloreto de potássio	Triangular	RiskTriang (1.000,00;1.200,00;1.500,00)
Irrigação cana-de-açúcar	Triangular	RiskTriang (250,00; 300,00; 320,00)
Irrigação feijão	Triangular	RiskTriang (280,00; 300,00; 320,00)
Irrigação milho comercial e milho semente no inverno	Triangular	RiskTriang (350,00;380,00;420,00)
Irrigação milho verão	Triangular	RiskTriang (80,00;100,00;120,00)
Irrigação soja	Triangular	RiskTriang (80,00;100,00;120,00)

Fonte: Elaborado pela autora.

Quando não se tem disponíveis séries históricas, o mais usual é adotar a distribuição triangular, na qual os parâmetros são definidos com base nos valores máximo, mínimo e mais provável (modal) assumidos pela variável. Essa distribuição foi utilizada para as outras variáveis do estudo, conforme também apresentado na Tabela 20.

Para a determinação dos parâmetros da distribuição triangular, foram usados diferentes métodos, de acordo com a variável. Para a variável *produtividade da cana-de-açúcar*, os parâmetros foram definidos através de entrevistas feitas aos produtores e às indústrias. Conforme ressaltado no item 5.1, como a cultura é recente na região, não se têm dados referentes à todos os cortes, por isso adota-se uma quebra de 12% na produção a cada corte, a partir do 2º corte. Para as variáveis *produtividade de soja, milho e feijão*, os parâmetros foram definidos combinando-se dados fornecidos pelos produtores, dados do IBGE (Pesquisa Agrícola Municipal), Embrapa e dados dos rankings de produtividade organizados pelas revendas de insumos locais.

O *investimento em terra* foi determinado a partir da Tabela 28, conforme já adiantado no item 5.1. O preço mínimo adotado foi o de pastagem formada de baixo suporte no cerrado, R\$2.294,00 por hectare. O preço máximo adotado foi o de terra agrícola de baixa produtividade no cerrado em sequeiro (R\$3.725,00/ha) e o modal foi o da pastagem formada de alto suporte no cerrado (R\$2.989,00/ha). A escolha desses valores justifica-se, conforme já dito, com vários argumentos: em primeiro lugar, não se utilizou os dados de preços de cerrado pois seria necessário considerar o investimento em desmate; em segundo lugar, não se optou pelo preço de terras já irrigadas devido ao fato de não se saber qual sistema de irrigação é o adotado e a diferença em relação à mesma categoria de terra em sequeiro, R\$1.000,00, não é suficiente para a implantação de um pivô central; por fim, como o Quadro 1 nos mostra que grande parte das áreas de cana-de-açúcar avançam sobre áreas de pastagem, a escolha do preço dessas áreas é lógico.

Os parâmetros relacionados à insumos (*preço de adubos, uréia e cloreto de potássio*), operações mecanizadas (*colheita e pulverização*), são provenientes de coleta pessoal de preços no município de Paracatu-MG, sendo possível a obtenção de diferentes preços para cada insumo.

Os parâmetros de volume irrigado (*irrigação*) variam de acordo com o volume e da distribuição de chuvas do ano e de acordo com a cultura ou variedade implantada. Os dados obtidos também são provenientes de coleta pessoal.

Uma vez definida a distribuição de probabilidade, passa-se às etapas *c*, *d* e *e*, que foram feitas no software *@Risk*, que permitiu a realização das simulação pelo método *Latin Hipercube*. O número de iterações (repetições do processo) é definido pelo programa e corresponde ao número necessário para atingir a convergência, a 1,5%, das simulações de modo a conferir maior credibilidade aos resultados.

As variáveis de saída (*output variables*) utilizadas no processo de simulação foram o VPL e a relação benefício-custo. Cabe ressaltar que a TIR não foi utilizada em virtude de possíveis erros associados à presença de resultados positivos e negativos alternados no fluxo de caixa.

#### **5.4 Operacionalização do modelo**

Na operacionalização da análise, o horizonte temporal do projeto, 20 anos, foi definido com base na vida útil de um pivô central, já que, a partir desse período, seriam necessárias muitas reformas no equipamento, tais como troca da tubulação e parte elétrica subterrânea, aspersores, etc.

Foi admitida a implantação da lavoura de cana-de-açúcar e a instalação do pivô central no ano 1. Admitiu-se, ainda, de acordo com informações dos produtores e das usinas, que o primeiro corte ocorre entre 10 e 12 meses após o plantio, e os cortes seguintes, a cada 12 meses. No primeiro ano da cultura, considerou-se que 20% da produção é vendida para mudas.

Para os cereais, considerou-se o plantio também a partir do ano 1, com duas ou três safras por ano, de acordo com a rotação de culturas usualmente adotada pelos produtores da região. O Quadro 3 mostra as opções de culturas usualmente conduzidas em um ano agrícola, utilizando irrigação por pivô central.

A elaboração dos fluxos de caixa tomou por base preços coletados no período de novembro e dezembro de 2008. Por desconsiderar efeitos inflacionários, ou seja, por utilizar preços constantes, é necessária a adoção de uma taxa de desconto, ou custo de oportunidade,

em termos reais. Para este trabalho, adotou-se a taxa SELIC em 2008, cujo valor nominal é 11,54% ao ano e o valor real, expurgada a inflação, é 5,33%<sup>12</sup>.

Conforme anteriormente citado no item 5.1, existe a perspectiva de diminuição da quantidade de adubo utilizada, ao longo da vida útil do projeto. Inicialmente, pelo fato de se considerar terras de pastagem, a adubação deve ser maior, reduzindo ao longo dos anos, em virtude das adubações seqüências. Essa redução não é contemplada nesse estudo; se considerada, os indicadores do projeto melhoram, devido à queda nos custos.

Quadro 3 – Opções de Culturas adotadas pelos produtores de Paracatu-MG

	VERÃO		INVERNO	
1	Soja		Milho Semente	
2	Soja		Milho Comercial	
3	Milho Comercial		Feijão Carioca	
4	Soja	Feijão		Milho
5	Milho Comercial		Feijão	Feijão

Fonte: Entrevistas realizadas.

## 5.5 Cenários Analíticos

### 5.5.1 1º Cenário: Plantio de cana-de-açúcar

Plantio de *cana-de-açúcar* em pivô central, de 150 hectares, adotando-se a média de preços dos meses de junho, julho e agosto, meses considerados para a colheita. Como o plantio se dá em junho, a colheita se dá no mesmo mês de cada ano. Em uma extensão de

<sup>12</sup> A fórmula utilizada para obter a taxa de juros real é:

$$1 + TR = \frac{1 + TP}{1 + \text{Inflação}}$$

onde TR é a taxa de juros real, TP é a taxa SELIC nominal (11,54% a.a.) e Inflação é a taxa de inflação do ano de 2008 (IPCA), 5,9%.

lavoura como a considerada, e com as produtividades obtidas em sistema irrigado, a colheita demora mais de dois meses para a área toda. Por isso, os preços considerados para a tonelada de cana-de-açúcar foram os médios nos meses de junho a agosto. O objetivo deste cenário foi comparar o retorno econômico do plantio de cana-de-açúcar considerando-se o uso de dois tipos de equipamento de pivô central; um adequado à cultura da cana-de-açúcar (lâmina de 4mm) e outro dimensionado para o plantio de cereais (lâmina de 9mm), caso o preço se mantenha igual à média do período de junho a agosto entre 1999 e 2008. A análise realizada, portanto, consistiu na repetição do preço médio, R\$38,58, durante toda a vida útil do projeto, 20 anos (período de vida útil de um pivô central).

Este cenário possui duas análises: uma considerando a aquisição do equipamento de pivô central sem financiamento (cenário 1A) e outra adotando-se o financiamento comum (cenário 1B) no mercado, explicado detalhadamente no Apêndice B.

### **5.5.2 2º Cenário: Plantio de Soja e Milho Semente**

Implantação de equipamento de irrigação para cereais (9mm), destinados ao plantio de soja no verão e milho semente no inverno.

Para a *soja*, considerou-se a média de preços dos meses de março, abril e maio. A opção deste período se dá pela época de colheita, que pode variar com o material genético (precoce, convencional ou tardio). No caso da soja, não foi considerado beneficiamento e secagem pelo fato do comércio de soja na região se dar a maioria “na beira da lavoura”, ou seja, a soja é colhida e já vendida para empresas de exportação ou para intermediários que fazem o beneficiamento. O preço considerado foi a média dos meses de março e abril do período de 1999 a 2008, R\$37,72, constante para todo o período.

Para o *milho semente*, considerou-se a receita (fixa) dos contratos de plantio de semente que vigoram na região. Para esta cultura, alguns custos, como semente, colheita e transporte foram considerados zero por serem responsabilidade das empresas parceiras.

O objetivo deste e dos cenários seguintes é a estimação e comparação do retorno econômico de diferentes decisões de implantação de projetos de irrigação. O período de análise para todos os cenários é de 20 anos, tempo médio de vida útil dos pivôs centrais. O período de coleta dos preços, para as culturas – com exceção do milho semente, fixo por contrato – é de janeiro de 1998 a dezembro de 2008.



### **5.5.3 3º Cenário: Plantio de Soja e Milho Comercial**

Cultivo de soja (verão) e milho comercial (inverno), em um pivô central de 150 hectares e lâmina de nove milímetros. Adota-se para a soja, o critério do uso da média de preços dos meses de março e abril, à semelhança do item 4.5.2. Para o milho comercial, os preços considerados foram para os meses de setembro a novembro (R\$21,05), intervalo que abrange a época de colheita (de diferentes materiais) mais o período para beneficiamento e armazenagem (considerado 15 dias). Para as duas culturas, os preços foram considerados constantes em todo período de vida útil do projeto.

### **5.5.4 4º Cenário: Plantio de Milho Comercial e Feijão**

Instalação de pivô central para a irrigação de milho comercial no verão e feijão no inverno. Para o milho comercial adota-se o critério do uso da média de preços dos meses de março, abril e maio, intervalo que abrange o período de colheita (de diferentes variedades) e armazenagem (considerado 15 dias), R\$19,45, constante durante todo o período. Para o feijão de inverno, o plantio é feito de abril a junho, com colheita de agosto a outubro, período que se consideram os preços, com média de R\$103,63. Os preços também são considerados constantes ao longo do projeto.

### **5.5.5 5º Cenário: Plantio de Soja, Feijão e Milho Comercial**

Implantação de equipamentos de irrigação para cereais (9mm), para o plantio de soja no verão, milho no inverno e feijão no intervalo entre as duas culturas. Para as culturas escolhidas, soja, feijão e milho, os preços adotados são os médios dos meses fevereiro-março (R\$39,05), maio-junho (R\$104,43) e setembro-novembro (R\$21,05), respectivamente.

### **5.5.6 6º Cenário: Plantio de Milho Comercial e Feijão (2x)**

Implantação de equipamentos de irrigação para cereais (9mm), para o plantio de milho no verão e duas safras de feijão no inverno. Para o milho comercial, os preços adotados

são os médios dos meses de fevereiro e março, R\$19,93. Para feijão, serão considerados os preços médios dos meses de junho a outubro, R\$104,63.

A Tabela 21, a seguir, mostra resumidamente quais preços são utilizados em cada cenário analítico, de acordo com as justificativas enumeradas nos itens 5.5.1 a 5.5.6. Os preços de um mesmo produto são diferentes para cada cenário em virtude da época suposta de colheita, que altera os preços de mercado.

Tabela 21 – Preços utilizados nos diferentes cenários

Cenário	Preços				
	Cana-de-açúcar (R\$/tonelada)	Soja (R\$/saca)	Milho (R\$/saca)	Milho semente (R\$/há)	Feijão (R\$/saca)
1º	38,58	---	---	---	---
2º	---	37,72	---	3.600,00	---
3º	---	37,72	21,05	---	---
4º	---	---	19,45	---	103,63
5º	---	39,05	21,05	---	104,43
6º	---	---	19,93	---	104,63

Fonte: Dados da pesquisa.

## **6. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Este capítulo destina-se à discussão dos resultados encontrados a partir da elaboração dos fluxos de caixa construídos para os vários cenários descritos anteriormente. O capítulo está organizado da seguinte forma: inicialmente, analisa-se o primeiro cenário, que considera a implantação da cultura da cana-de-açúcar irrigada por pivô central – foco do estudo – através da observação dos fluxos de caixa, dos indicadores de viabilidade econômica e dos resultados da análise de risco. Em seguida, estende-se a análise aos outros cenários, de forma comparativa à cana-de-açúcar, com vistas a contrastar os resultados obtidos em função de cada opção de cultura adotada.

### **6.1 Análise do 1º Cenário – Cultivo de cana-de-açúcar irrigada por pivô central.**

#### **6.1.1 Análise do fluxo de caixa**

De posse das informações sobre funcionamento de pivôs centrais, chegou-se a uma área ideal de cento e cinquenta hectares. Áreas menores geram custos de aquisição proporcionalmente maiores; já áreas superiores à considerada são de manejo agrônômico

muito difícil, podendo prejudicar o desempenho das culturas irrigadas, devido ao tempo necessário para irrigar toda a área.

Considerou-se duas lâminas de irrigação<sup>13</sup> diferentes, de 4 mm e de 9 mm. O pivô central adequado para a cultura da cana-de-açúcar é aquele com lâmina de 4 mm. No entanto, avaliou-se também a cultura conduzida em um equipamento adequado para cereais, caso esta fosse a opção do produtor.

Levou-se em consideração ainda, em relação ao equipamento de irrigação, a possibilidade deste ser adquirido com ou sem financiamento.

Para o cálculo dos gastos de funcionamento do equipamento, ou custo do milímetro irrigado, levou-se em conta fatores como gastos com energia (demanda e consumo), manutenção, seguro, operação (mão-de-obra) e gastos com água – cobrados no Projeto Entre Ribeiros, para que a água chegue ao ponto de captação dos equipamentos de irrigação de cada cooperado. Diante destas informações, é possível se chegar a um custo por milímetro irrigado (APÊNDICE B, Tabela B18) de R\$1,58 para um pivô central com lâmina de 4mm e 150 hectares de círculo molhado, e de R\$1,83 para um pivô central com lâmina de 9mm e mesma área. Essa diferença de custo se deve, em linhas gerais, ao fato de que o funcionamento do pivô com lâmina de irrigação maior (9 mm) exige um motor mais potente, que conseqüentemente gera maiores gastos com energia elétrica. A Tabela 22, a seguir, mostra as diferenças nos gastos com diferentes equipamentos, durante o horizonte do projeto.

Tabela 22 – Gastos com aquisição e funcionamento de diferentes pivôs centrais, durante o horizonte do projeto (20 anos)

Equipamento de irrigação		Aquisição	Funcionamento
<b>Pivot 4 mm</b>	<b>Não financiado</b>	R\$ 394.500,00	R\$ 1.422.000,00
	<b>Financiado</b>	R\$587.987,73	R\$ 1.422.000,00
	<b>Diferença</b>	R\$193.487,73	---
<b>Pivô 9 mm</b>	<b>Não financiado</b>	R\$ 489.600,00	R\$1.647.000,00
	<b>Financiado</b>	R\$729.730,78	R\$1.647.000,00
	<b>Diferença</b>	R\$240.130,78	---

Fonte: Resultados da pesquisa.

<sup>13</sup> Lâmina de irrigação de um pivô central é a quantidade de água aplicada na velocidade máxima. Um equipamento com lâmina de 4 mm, por exemplo, aplica uma chuva de 4 mm à velocidade de 100%. Culturas que demandam mais água, como cereais, devem ser cultivadas sob pivôs de maior lâmina (9 mm).

Através dos dados da Tabela 22, é possível fazer comparações entre o mesmo equipamento (financiado ou não) e entre diferentes equipamentos. Quando se compara o mesmo equipamento, levando-se em conta somente a diferença de adquirir o equipamento com ou sem financiamento, temos uma economia substancial, de R\$193.487,73 e R\$240.130,78 para equipamentos de 4 mm e 9 mm adquiridos à vista, respectivamente. Já quando se adota um equipamento adequado à irrigação da cana-de-açúcar (com lâmina de 4 mm), gasta-se menos R\$95.100,00 em relação à escolha de um equipamento de 9 mm, ambos comprados à vista. Para a compra financiada, a economia é de R\$141.743,05 na aquisição do equipamento correto. Além da economia na aquisição do equipamento, o funcionamento de equipamento superdimensionado para a cultura de cana-de-açúcar representa um desembolso maior, na ordem de R\$225.000,00 e durante o horizonte do projeto, 20 anos.

Os coeficientes técnicos de produção da cultura da cana-de-açúcar — tipo, quantidade e preço dos insumos utilizados — foram obtidos na região, e, juntamente com o custo de irrigação (R\$/mm), permitem a obtenção dos gastos envolvidos na produção de um hectare de cana-de-açúcar irrigada por pivô central (APÊNDICE E, Quadro E1), mostrado resumidamente nas Tabelas 23 e 24.

Tabela 23 – Custo de produção, produtividade e custo por tonelada da cana-de-açúcar, em pivô central com lâmina de 4 mm (dimensionado para cana-de-açúcar)

Anos da lavoura	Itens		
	Custo Total (R\$/ha)	Produtividade Esperada (ton/ha)	Custo por tonelada (R\$/ton)
1º ano	6.365,95	150,00	42,44
2º ano	3.651,18	150,00	24,34
3º ano	3.381,18	132,00	25,61
4º ano	3.143,58	116,16	27,06
5º ano	2.394,49	102,22	28,71
6º ano	2.750,49	89,95	30,58
7º ano	2.588,57	79,16	32,70
<b>TOTAL</b>	<b>25.550,42</b>	<b>819,49</b>	<b>30,28<sup>1</sup></b>

<sup>1</sup>: custo médio da tonelada de cana-de-açúcar.

Fonte: Resultados da pesquisa

Tabela 24 – Custo de produção, produtividade e custo por tonelada da cana-de-açúcar em pivô central com lâmina de 9mm (dimensionado para cereais)

<b>Anos da lavoura</b>	<b>Custo Total (R\$/ha)</b>	<b>Itens Produtividade Esperada (ton/ha)</b>	<b>Custo por tonelada (R\$/ton)</b>
1º ano	6.440,95	150,00	42,94
2º ano	3.726,18	150,00	24,84
3º ano	3.456,18	132,00	26,18
4º ano	3.218,58	116,16	27,71
5º ano	3.009,49	102,22	29,44
6º ano	2.825,49	89,95	31,41
7º ano	2.663,57	79,16	33,85
<b>TOTAL</b>	<b>25.886,42</b>	<b>819,49</b>	<b>30,92<sup>1</sup></b>

<sup>1</sup>: custo médio da tonelada de cana-de-açúcar.

Fonte: Resultados da pesquisa.

É interessante notar que, pelos dados das Tabelas 23 e 24, o custo da tonelada de cana-de-açúcar – desconsiderando os custos do primeiro ano, que englobam a implantação da lavoura – aumenta gradativamente ao longo dos anos da cultura, em virtude da queda da produtividade. Isso justifica a razão de se renovar um canavial a cada período de tempo, no caso deste trabalho, a cada sete anos.

Além disso, os dados das Tabelas 23 e 24 ilustram a diferença no custo de produção da cana-de-açúcar quando se consideram dois diferentes pivôs centrais. Esses custos não incluem investimento em terras e no equipamento em si, mas somente a condução da lavoura, ilustrando a diferença da escolha de um equipamento correto de irrigação, conforme já adiantado anteriormente (Tabela 22).

Juntando-se os dados dos valores envolvidos na condução da lavoura com os dados de preço de aquisição de terras e do pivô central, é possível a elaboração dos fluxos de caixa do projeto como um todo (APÊNDICE F).

Os Quadros F1 e F2 mostram o fluxo de caixa da implantação de um projeto de irrigação por pivô central, para irrigação de 150 hectares de cana, no município de Paracatu, para um equipamento com lâmina de 4 mm, financiado (F2) ou não (F1).

Já os Quadros F3 e F4, mostram o fluxo de caixa de um investimento em 150 hectares de cana-de-açúcar irrigada utilizando um equipamento de pivô central de 9 mm de lâmina, adquirido à vista ou financiado, respectivamente.

Os fluxos de caixa contidos nos Quadros F1 e F3, que correspondem à pivôs centrais de 4 mm e 9 mm adquiridos à vista, compõe o cenário 1A, no qual o preço da tonelada de cana-de-açúcar foi considerado constante e igual a R\$38,58 ao longo de todo período de produção do projeto e foi admitido que o equipamento de pivô central foi adquirido sem financiamento, ou seja, com recursos próprios do investidor.

Os Quadros F2 e F4, por sua vez, mostram os mesmos fluxo de caixa anteriormente descritos, com a diferença do fato de considerar que o equipamento de irrigação foi financiado conforme critérios explicitados no Apêndice B. Estes fluxos de caixa compõe o cenário 1B.

Os gastos com insumos no período e os preços adotados foram considerados iguais em ambos cenários, a fim de comparar a diferença na escolha do equipamento e a diferença na aquisição à vista ou parcelada. Outra forma de observar essas diferenças é analisando percentualmente a proporção dos gastos com cada item, no custo total de produção. As Tabelas F1 e F2, no apêndice, mostra comparativamente a diferença no investimento final, quando se opta pela utilização de cada um dos equipamentos na irrigação da cana-de-açúcar, financiados, e os dados destas Tabelas são transcritas na Tabela 25, a seguir.

A Tabela 25 mostra a participação relativa de cada item no total investido ao longo da vida útil do projeto, adotando-se diferentes pivôs centrais e duas formas de aquisição. Dentre os gastos, destacam-se as despesas de colheita (corte, carregamento e transporte), que representam mais da metade do montante despendido no investimento. Além das operações mecanizadas, os adubos/corretivos e a irrigação também tem peso importante no montante total gasto. A observação destes itens de maior peso no total de gasto orienta a posterior determinação das variáveis mais sensíveis ao modelo.

É possível também verificar o impacto da escolha de um equipamento de irrigação e de sua forma de pagamento. Para um pivô central com lâmina de 4 mm, comprado à vista, o montante gasto com equipamento e condução da irrigação (R\$1.816.500,00) representam 15,63% do total investido. O pagamento deste mesmo equipamento de forma financiada torna o gasto com estes itens mais representativos no montante total – 17,02%. Quando se opta por um equipamento dimensionado para o cultivo de cereais, ou seja, com maior lâmina de irrigação, estas despesas pesam ainda mais no total investido, 17,89% e 19,51%, para equipamentos adquiridos a vista ou financiados, respectivamente.

Tabela 25 – Despesas com a cana-de-açúcar irrigada por pivô central, em reais, e importância relativa de cada gasto, entre parênteses

ITEM	PIVOT 4 MM		PIVOT 9 MM		
	À VISTA	FINANC	À VISTA	FINANC	
Aquisição de terras	448.350,00 (3,86%)	448.350,00 (3,79%)	448.350,00 (3,75%)	448.350,00 (3,68%)	
Equipamento de irrigação	394.500,00 (3,39%)	587.987,00 (4,98%)	489.600,00 (4,10%)	729.730,78 (5,99%)	
Condução da lavoura	Análise de solo	1.008,00 (0,01%)	1.008,00 (0,01%)	1.008,00 (0,01%)	1.008,00 (0,01%)
	Calcário e adubos	1.830.675,00 (15,75%)	1.830.675,00 (15,49%)	1.830.675,00 (15,33%)	1.830.675,00 (15,03%)
	Herbicidas	471.450,00 (4,06%)	471.450,00 (3,99%)	471.450,00 (3,95%)	471.450,00 (3,87%)
	Material genético + tratamento	324.000,00 (2,79%)	324.000,00 (2,74%)	324.000,00 (2,71%)	324.000,00 (2,66%)
	Fungicidas	0,00 (0,00%)	0,00 (0,00%)	0,00 (0,00%)	0,00 (0,00%)
	Inseticidas	66.262,50 (0,57%)	66.262,50 (0,56%)	66.262,50 (0,55%)	66.262,50 (0,54%)
	Trabalho mecanizado	6.066.929,00 (52,20%)	6.066.929,00 (51,35%)	6.066.929,00 (50,80%)	6.066.929,00 (49,80%)
	Mão-de-obra	375.678,38 (3,23%)	375.678,38 (3,18%)	375.678,38 (3,15%)	375.678,38 (3,08%)
	Administração e Escritório	220.650,00 (1,90%)	220.650,00 (1,87%)	220.650,00 (1,85%)	220.650,00 (1,81%)
	Irrigação	1.422.000,00 (12,24%)	1.422.000,00 (12,04%)	1.647.000,00 (13,79%)	1.647.000,00 (13,52%)
<b>TOTAL</b>	<b>11.621.502,88</b> (100%)	<b>11.814.989,88</b> (100%)	<b>11.941.602,88</b> (100%)	<b>12.181.773,66</b> (100%)	

Fonte: Resultados da pesquisa.



### 6.1.2 Análise dos indicadores de viabilidade econômica

Após a estruturação dos fluxos de caixa e a determinação dos fluxos líquidos, é possível a obtenção dos indicadores de viabilidade selecionados na pesquisa: valor presente líquido (VPL (5,33%)), taxa interna de retorno (TIR), relação benefício-custo (B/C) e período de payback descontado (PPD). Os valores dos indicadores são apresentados na Tabela 26, a seguir.

Tabela 26 – Indicadores de viabilidade econômica do cultivo de 150 hectares de cana-de-açúcar irrigada por dois diferentes equipamentos de pivô central, no município de Paracatu-MG

Indicador	Unidade	Equipamentos não financiados (Cenário 1A)		Equipamentos financiados (Cenário 1B)	
		4 mm	9 mm	4 mm	9 mm
VPL	R\$	1.191.403,96	983.662,42	1.024.846,79	776.954,20
TIR	%	23,83	19,04	19,42	14,81
B/C	--	1,16	1,12	1,13	1,10
PPD	Anos	4,37	5,46	5,90	8,42

Fonte: Resultados da pesquisa.

O VPL, calculado com base na taxa SELIC<sup>14</sup>, 5,33%, mostra que nos dois cenários (1A e 1B) o produtor recupera seu capital, incrementado seu valor em um montante igual ao valor apresentado pelo VPL. A comparação dentro e entre os cenários evidencia a importância da escolha certa do equipamento de irrigação, adequado à cultura, e não superdimensionado e, além disso, mostra o impacto da opção pelo financiamento ou não do equipamento de irrigação. O maior valor de VPL (5,33%) é obtido quando se adquire um pivô central com lâmina de 4 mm sem financiamento.

Considerando a compra à vista do pivô central, a escolha por um equipamento superdimensionado para a cultura da cana-de-açúcar resultou em uma redução de 17,44% no VPL em relação a um equipamento dimensionado corretamente. Já na compra de ambos financiados, essa redução é de 24,19%, evidenciando que, independentemente da forma de

<sup>14</sup> Taxa de juro real da SELIC, expurgando-se os efeitos da inflação.

aquisição do equipamento, a escolha de um pivô central adequado à cultura tem grande impacto no resultado do investimento.

A TIR calculada, que mostra o retorno ao capital investido, apresentou também significativa diferença entre os sistemas analisados. Com a utilização do equipamento de lâmina 4 mm, obteve-se maior retorno ao capital investido. A TIR obtida para este equipamento, adquirido à vista, foi 20,10% superior à TIR de um equipamento com lâmina de 9 mm, também adquirido à vista. Já em relação à equipamentos financiados, a TIR de um equipamento de 4 mm adquirido à vista é superior na ordem de 18,51 e 37,86% quando se compara ao mesmo equipamento e a equipamento de 9 mm, respectivamente. Ou ainda, a escolha de um equipamento superdimensionado reduz a TIR. No entanto, independentemente do equipamento adotado, a TIR mostra viabilidade econômica na condução da cana-de-açúcar irrigada por pivô central utilizando qualquer um dos equipamentos analisados, já que seus valores foram superiores à taxa considerada como custo de oportunidade (5,33%).

Woiler e Mathias (1996) destacam uma limitação importante da TIR, quando se analisam projetos com níveis distintos de investimento – a TIR não é suficiente, sozinha, para comparar projetos com níveis diferentes de investimentos e ganhos, principalmente quando a maiores níveis de investimentos estão associados maiores níveis de ganhos. No caso em que analisamos, à situação de menor investimento inicial corresponde a maior TIR, portanto, esse indicador é relevante na análise.

Em seguida, analisando a relação custo-benefício, o resultado aponta, a exemplo do VPL (5,33%) e da TIR, para o equipamento de 4 mm de lâmina como mais adequado para o produtor, apesar da diferença entre as relações custo-benefício tenham sido pequenas entre os sistemas. No entanto, em ambos os casos, os valores superiores a 1 mostram que as receitas geradas, descontadas na mesma taxa que o VPL, são superiores aos gastos incorridos pelo projeto. No primeiro caso, as receitas correspondem a 1,16 vezes o valor dos custos, e a adoção deste equipamento atuou no sentido de elevar a relação B/C em 3,44% em comparação com um pivô central dimensionado para atender a demanda hídrica de cereais, considerando ambos adquiridos sem financiamento. Para ambos financiados, o equipamento superdimensionado possui uma relação custo-benefício 2,65% inferior à do pivô com lâmina de 4 mm.

Por fim, o indicador PPD corrobora com as conclusões anteriormente tomadas, que o investimento no equipamento de 4 mm de lâmina apresenta vantagens em relação ao pivô com lâmina de 9 mm, que apresenta valor de 5,46 anos, 24,94% superior ao apresentado

pelo equipamento dimensionado para a cultura. Cabe lembrar que quanto menor o PPD, mais interessante é o projeto e, no caso analisado, todos os investimentos retornam o capital investido, descontado à taxa de juros de 5,33%. Esse indicador, da mesma forma que a TIR, apresenta limitações, de acordo com Woiler e Mathias (1996). O PPD não considera todos os fluxos líquidos ocorridos durante a vida útil do projeto.

Conforme ressaltado anteriormente, a análise de projetos utiliza um conjunto de indicadores com vistas a verificar a viabilidade ou a superioridade, em termos de retorno ao produtor, de determinado projeto. A utilização de mais de um indicador se justifica pelo fato das limitações apresentadas por cada um – um conjunto de indicadores se complementam. Neste trabalho, a análise desses indicadores apontou o equipamento de 4 mm de lâmina como o mais adequado em termos de retorno de retorno ao produtor. No entanto, deve-se levar em conta que a instalação de um pivô central como este limita o produtor ao cultivo de cana-de-açúcar (alta especificidade do ativo), enquanto o equipamento com lâmina de 9 mm, apesar do valor maior de compra e maiores gastos com manutenção e operação, possibilita ao produtor o cultivo de inúmeras espécies vegetais, caso o mercado não esteja favorável à cana-de-açúcar.

### **6.1.3 Análise de risco**

Somente analisando os indicadores de cada cenário não é possível se ter uma conclusão acerca da melhor opção de investimento. Além desses resultados, é costume a realização de análises de risco, como forma de adicionar informação à tomada de decisão do empresário.

Usualmente, a análise de sensibilidade é utilizada como ferramenta da análise de risco de projetos de investimentos. Conforme já descrito, a análise de sensibilidade verifica a variação ocorrida na rentabilidade do projeto em função de variações em cada uma das *input variables* – importantes na determinação do custo de produção ou das receitas auferidas pelo projeto. Em suma, esse processo permite a investigação do poder de influência de cada variável sobre o resultado final do projeto. Variáveis mais sensíveis são aquelas com maior influência e, portanto, devem ser tratadas com maior cuidado.

Conforme já adiantado, as variáveis cuja sensibilidade foi examinada foram escolhidas através da observação dos fluxos de caixa, ou seja, selecionou-se para teste aqueles itens que representavam maior peso no total de gastos do investimento.

Como variáveis de saída, optou-se pelo uso do VPL e da B/C, para todos os cenários, pelo fato da TIR apresentar erros na simulação – na presença de valores positivos e negativos alternados.

Para avaliar o risco da implantação de um pivô central para o plantio de cana-de-açúcar irrigada, foram consideradas as seguintes variáveis: *preço e produtividade da cana-de-açúcar, investimento em terra, preço da colheita e pulverização, preço dos adubos e volume irrigado na cultura*. Não foram analisadas as variáveis de gastos com agroquímicos (inseticidas, fungicidas, herbicidas, etc.), em virtude do menor peso que estes representam sobre os gastos finais da lavoura e também em decorrência da alta especificidade dos mesmos; os produtos utilizados para uma cultura normalmente não podem ser utilizados para outras culturas.

Dadas essas considerações, o poder de influência de cada uma das variáveis sobre o VPL e a relação B/C está ilustrado na Tabela 27 e 28, a seguir.

Tabela 27 – Análise da sensibilidade do valor presente líquido em relação às variáveis que mais causaram impacto sobre o fluxo de caixa da produção de cana-de-açúcar irrigada por pivô central, no município de Paracatu-MG

Variável	Equipamento não financiado		Equipamento financiado	
	4 mm	9 mm	4 mm	9 mm
Preço da cana-de-açúcar (R\$/ton.)	0,9621	0,9753	0,9696	0,9696
Preço de colheita de cana-de-açúcar (R\$/ton.)	-0,1763	-0,1600	-0,1724	-0,1600
Produtividade da cana-de-açúcar (ton./ha)	0,1479	0,1617	0,1440	0,1589
Preço fertilizantes cana-soca (R\$/ton.)	-0,0323	-0,0271	-0,0309	-0,0273
Investimento em terra (R\$/ha)	-0,0286	-0,0295	-0,0269	-0,0279
Irrigação cana-de-açúcar (mm/ha)	-0,0276	-0,0287	-0,0255	-0,0281
Preço do adubo 5-25-25 (R\$/ton.)	-0,0106	-0,0077	-0,0095	-0,0083
Preço de pulverização (R\$/HM)	-0,0023	0,0000	0,0000	0,0000

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 28 – Análise da sensibilidade da relação benefício-custo em relação às variáveis que mais causaram impacto sobre o fluxo de caixa da produção de cana-de-açúcar irrigada por pivô central, no município de Paracatu-MG

Variável	Equipamento não financiado		Equipamento financiado	
	4 mm	9 mm	4 mm	9 mm
Preço da cana-de-açúcar (R\$/ton.)	0,9567	0,9740	0,9652	0,9680
Preço de colheita de cana-de-açúcar (R\$/ton.)	-0,2077	-0,1812	-0,1975	-0,1792
Produtividade da cana-de-açúcar (ton./ha)	0,1337	0,1514	0,1319	0,1496
Preço fertilizantes cana-soca (R\$/ton.)	-0,0377	-0,0311	-0,0364	-0,0314
Investimento em terra (R\$/ha)	-0,0337	-0,0317	-0,0316	-0,0312
Irrigação cana-de-açúcar (mm/ha)	-0,0321	-0,0328	-0,0294	-0,0303
Preço do adubo 5-25-25 (R\$/ton.)	-0,0130	-0,0097	-0,0109	-0,0093
Preço de pulverização (R\$/HM)	-0,0032	0,0000	0,0000	0,0000

Fonte: Resultados da pesquisa.

De acordo com as Tabelas 27 e 28, é possível perceber que a importância das variáveis selecionadas foi semelhante, independente do equipamento e da forma de pagamento adotada. Conforme os coeficientes estimados na Tabelas 27, a variável que mais influenciou o VPL (5,33%) foi o *preço da cana-de-açúcar*, já que a elevação de 1% nessa variável provoca um aumento superior a 0,9% no indicador. A relação benefício-custo também apresentou comportamento semelhante para esta variável, mostrando ser sensível ao *preço da cana-de-açúcar* na ordem de 0,9%. Especificamente para um equipamento de irrigação de 4 mm, adquirido à vista, o preço da cana-de-açúcar influencia positivamente o VPL em 0,9621% e a relação B/C em 0,9567%.

A *produtividade* também teve forte influência positiva nos indicadores, afetando, para cada aumento de 1% em seu valor, o VPL em mais de 0,14% e a relação B/C em mais de 0,13%, de acordo com o tipo de equipamento e a forma de pagamento adotada. O sinal positivo desta variável mostra que a *produtividade* caminha no mesmo sentido do VPL (5,33%) e da relação benefício-custo, ou seja, que se a produtividade aumenta, os indicadores melhoram.

Quanto às variáveis relacionadas à despesas, observa-se que apresentam, conforme o esperado, sinal negativo, ou seja, o aumento dessas variáveis provocam reduções no valor dos indicadores. No caso da cana-de-açúcar, o gasto que se mostrou mais relevante

foi o preço cobrado pela colheita, já que o aumento de 1% neste custo acarreta em uma redução de mais de 0,16% no VPL e 0,17% na relação B/C. Em seguida, os custos mais sensíveis variam conforme o equipamento utilizado.

Para equipamentos com lâmina de 4 mm, independente da forma de pagamento, as despesas mais sensíveis, depois do custo de colheita foram os gastos com adubação na soqueira da lavoura. Já nas lavouras conduzidas em pivôs superdimensionados (lâmina de irrigação de 9 mm) o volume irrigado se mostra mais influente que o preço do adubo da soqueira, uma vez que o custo por milímetro irrigado é maior, onerando mais o produtor caso seja necessário um maior volume irrigado. Para um equipamento financiado, um aumento de 1% no volume irrigado na lavoura acarreta uma redução de 0,0281% no valor presente líquido e uma diminuição de 0,0303% na relação benefício-custo.

Em relação às demais variáveis envolvidas na análise, *preço de adubos* para o plantio (5-25-25) e de hora máquina de *pulverização*, apresentaram pequeno poder de influência nos indicadores, todas com sinal negativo.

A análise de risco operacionalizada por meio da análise de sensibilidade, conforme descrito, permitiu inferir que as mudanças nas variáveis *preço da cana-de-açúcar*, *custo de colheita* e *produtividade* são os principais componentes de risco associados ao sucesso do empreendimento. Os resultados sugerem que o produtor deve estar atento a essas variáveis e, além disso, mostra a importância da propriedade ser próxima à usina – quanto mais distante da usina, maior o preço da colheita e transporte.

Além disso, a análise de sensibilidade orienta o produtor em relação ao possível impacto das variáveis no retorno final do investimento. Em geral, quando o preço da cana-de-açúcar cai, os produtores tendem a diminuir o uso de insumos para diminuir seus custos. Observando os dados das Tabelas 27 e 28, podemos concluir que a melhor estratégia, neste caso, seria o aumento da produtividade, de modo a compensar os baixos preços. Isso significaria adotar uma postura contrária, ou seja, aumentar o nível de insumos para ampliar a produtividade. Para ilustrar a menor influência dos gastos com insumos em relação à importância da produtividade, é que este trabalho incluiu um grande número de variáveis em sua análise de sensibilidade, apesar da pequena influência de algumas delas.

A análise de riscos associados à projetos de investimento em geral é ampliada observando-se os valores mínimos, médios e máximos dos indicadores selecionados em condições de risco, além de suas estatísticas desvio-padrão ( $\sigma_R$ ) e coeficiente de variação (CV), estatísticas estas mostradas nas Tabelas 29 e 30.

Tabela 29 – Valores mínimos, médios, máximos, desvios-padrão ( $\sigma_K$ ) e coeficientes de variação (CV) do VPL para o plantio de cana-de-açúcar irrigada em Paracatu-MG

Variável	Equipamento não financiado		Equipamento financiado	
	4 mm	9 mm	4 mm	9 mm
Mínimo	-1.692.508,00	-1.981.444,00	-1.810.847,00	-2.105.718,00
Médio	1.353.551,00	1.143.938,00	1.206.461,00	938.701,60
Máximo	5.134.010,00	4.791.786,00	5.095.276,00	4.801.492,00
Desvio-padrão ( $\sigma_K$ )	1.519.222,00	1.492.747,00	1.542.135,00	1.501.228,00
CV	2,31E+12	2,23E+12	2,38E+12	2,25E+12

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 30 – Valores mínimos, médios, máximos, desvios-padrão ( $\sigma_K$ ) e coeficientes de variação (CV) da relação B/C para o plantio de cana-de-açúcar irrigada em Paracatu-MG

Variável	Equipamento não financiado		Equipamento financiado	
	4 mm	9 mm	4 mm	9 mm
Mínimo	0,7909	0,7604	0,7780	0,7419
Médio	1,1777	1,1450	1,1552	1,1160
Máximo	1,6746	1,6141	1,6738	1,5922
Desvio-padrão ( $\sigma_K$ )	0,1993	0,1889	0,1982	0,1851
CV	0,0397	0,0357	0,0393	0,0343

Fonte: Resultados da pesquisa.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 29, quando se adota um pivô central de 4 mm de lâmina, adquirido sem financiamento, a amplitude que o VPL (5,33%) assume está entre -R\$1.692.508,00 e R\$5.034.010,00. Já a relação B/C apresenta, para a mesma situação, amplitude de 0,7909 a 1,6746 (Tabela 30).

Os valores médios dos indicadores, mostrados nas Tabelas 29 e 30, podem ser comparados entre si. Quando se avalia o mesmo equipamento, nota-se que a opção pelo pagamento financiado reduz em 10,87% o VPL médio, considerando uma taxa de desconto

anual de 5,33%; e a relação B/C é 1,91% inferior. Para comparar um pivô central com lâmina de 4 mm com outro de lâmina de 9 mm (ambos financiados), o VPL médio é 28,52% maior e a relação B/C é 3,51% superior quando se opta por um equipamento adequado à cultura da cana-de-açúcar, em relação à um pivô superdimensionado.

Os valores mínimos calculados para o VPL e a relação B/C também indicaram a produção utilizando o equipamento de 4 mm, adquirido à vista, como a opção de investimento mais adequada, já que o valor mínimo dos indicadores associados ao sistema apresentou valores superiores aos dos outros cenários. Esse cenário apresentou também o valor máximo do VPL e a relação B/C mais elevada. É importante destacar que os valores máximos e mínimos, em geral, possuem pouca probabilidade de ocorrência.

Quando se compara dois ou mais tipos de investimento, podem-se utilizar os valores de desvio-padrão ( $\sigma_K$ ) e coeficiente de variação (CV). Quanto maior o desvio-padrão em relação à média, maior a variação dos retornos. O coeficiente de variação, por sua vez, representa a porcentagem do desvio em relação à média e, da mesma forma que o desvio padrão, à maiores valores estão associados maiores riscos. O coeficiente de variação geralmente é utilizado para comparar duas situações que possuem médias diferentes.

Considerando-se esse critério para a mensuração do risco, quanto maior o seu valor, maior o desvio-padrão ( $\sigma_K$ ) em relação à média, e, portanto, maiores as variações dos retornos e maior o grau de risco. Portanto, pelo critério do CV calculado para os dois indicadores – VPL e B/C, a produção de cana-de-açúcar em um pivô central com lâmina de 9 mm apresentou menor variação dos retornos. O CV encontrado para o VPL do equipamento de 9mm adquirido sem financiamento indica que o desvio-padrão ( $\sigma_K$ ) é 2,23E+12 vezes superior à média do indicador, ao passo que, para o equipamento de 4 mm, o  $\sigma_K$  é 2,31E+12 vezes superior à média.

Vale notar que a adoção de um equipamento em detrimento de outro, ou ainda, a opção pelo pagamento à vista ou financiado, acarreta em diferenças substanciais nos indicadores mínimos e médios, o que permite inferir que a adoção do pivô central mais adequado à cultura garante aos produtores elevação expressiva dos retornos médios esperados e diminuição pontual dos riscos associados ao sistema.

Os resultados obtidos até então corroboram com as informações fornecidas pelos indicadores de viabilidade apresentados no item anterior; que, além de apontarem no sentido de haver viabilidade econômica na condução de cana-de-açúcar irrigada por pivô central, a escolha do equipamento correto pode afetar bastante os resultados obtidos.



Outro indicador de risco associado à projetos de investimento normalmente utilizado é a distribuição acumulada de probabilidade de ocorrência dos indicadores. Levando-se em conta o VPL (Tabela 31), calculado à taxa de desconto anual de 5,33%, a produção de cana-de-açúcar em equipamentos de pivô central de 4 mm apresentou maiores retornos que o uso de equipamentos de 9 mm, da mesma forma que equipamentos financiados apresentaram menores retornos em relação à equipamentos adquiridos à vista, em todos os níveis de probabilidade e com diferenças significativas.

Tabela 31 – Distribuição acumulada de probabilidade de ocorrência do VPL para o investimento em cana-de-açúcar irrigada por pivô central no município de Paracatu-MG

Probabilidade	Equipamento não financiado		Equipamento financiado	
	4 mm	9 mm	4 mm	9 mm
5%	-899.375,40	-1.083.075,00	-1.055.943,00	-1.265.689,00
10%	-572.292,90	-798.236,80	-768.558,90	-965.848,40
15%	-353.012,40	-547.553,10	-496.918,50	-735.363,50
20%	-145.789,40	-290.809,40	-298.949,40	-527.541,90
25%	88.810,64	-43.987,13	-33.191,78	-269.099,20
30%	323.400,70	181.530,50	167.637,20	-43.593,28
35%	565.529,40	384.147,30	353.616,10	150.286,30
40%	777.125,10	561.531,50	596.713,10	363.585,10
45%	1.016.118,00	789.053,00	806.309,70	581.287,50
50%	1.241.066,00	950.048,10	1.016.468,00	786.021,00
55%	1.441.872,00	1.193.316,00	1.237.117,00	980.462,80
60%	1.691.227,00	1.416.335,00	1.498.785,00	1.194.350,00
65%	1.979.284,00	1.726.185,00	1.814.058,00	1.466.976,00
70%	2.302.539,00	2.048.646,00	2.194.461,00	1.850.008,00
75%	2.629.149,00	2.442.257,00	2.548.338,00	2.211.312,00
80%	2.893.746,00	2.707.383,00	2.858.275,00	2.520.903,00
85%	3.178.541,00	2.980.358,00	3.121.108,00	2.821.911,00
90%	3.508.154,00	3.270.285,00	3.396.279,00	3.087.621,00
95%	3.883.681,00	3.592.691,00	3.714.587,00	3.404.620,00

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tomando-se, por exemplo, o nível de probabilidade de 25%, os valores máximos atingidos pelo VPL na produção de cana em pivot dimensionado para a cultura (4 mm), foram de R\$88.810,64 e -R\$33.191,78, para equipamento adquirido à vista ou financiado,

respectivamente. Comparando-se equipamentos dimensionados para a irrigação de cereais (lâmina de 9 mm), os VPLs máximos, a 25% de probabilidade, foram, para equipamentos financiados ou não, de -R\$43.987,13. e -R\$269.099,20, respectivamente.

Outra forma interessante de analisar essa distribuição de probabilidade é verificando o ponto onde o VPL passa de negativo para positivo ou onde a relação B/C passa a ser maior que 1 – no primeiro caso de análise, entre 20 e 25% de probabilidade. Nota-se que, de acordo com o tipo de pivô central e sua forma de aquisição, o nível em que o VPL passa a ser positivo é alterado. Essa visualização gráfica é possível observando-se a Figura 7.

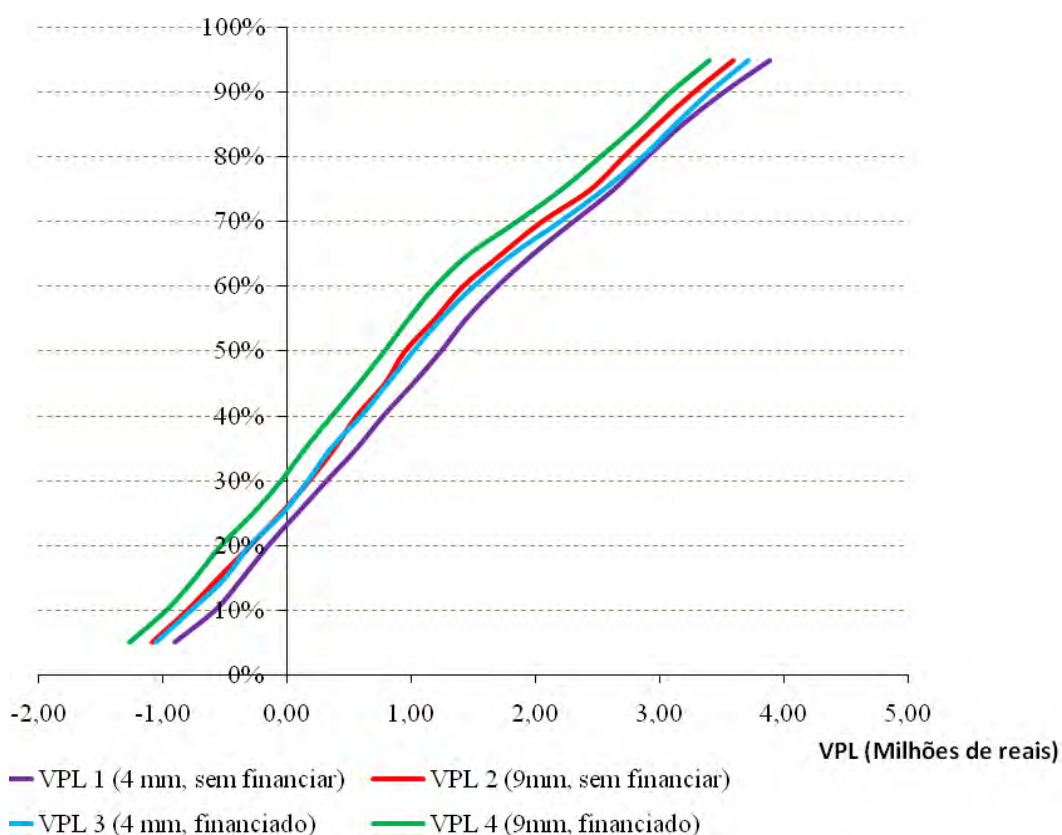


Figura 7 – Distribuição de probabilidade acumulada do VPL (5,33%)

Fonte: Resultados da pesquisa.

Ainda na Figura 7, é importante ressaltar que a diferenciação observada foi menor para níveis mais elevados de probabilidade. Isso é visível graficamente, pois as curvas se aproximam conforme o nível de probabilidade aumenta.

A análise de risco pela distribuição de probabilidade acumulada de ocorrência da relação benefício-custo (Tabela 32) apresentou comportamento semelhante ao observado para o VPL, já que em todos os níveis de probabilidade os retornos de produção de cana-de-açúcar sob pivô central adequado à cultura (4 mm) foram superiores aos de produção de cana em pivôs adequados à cereais (lâmina de 9 mm), independentemente da forma de aquisição.

Tabela 32 – Distribuição acumulada de probabilidade de ocorrência da relação B/C para o investimento em cana-de-açúcar irrigada por pivô central no município de Paracatu-MG

Probabilidade	Equipamento não financiado		Equipamento financiado	
	4 mm	9 mm	4 mm	9 mm
5%	0,8843	0,8617	0,8652	0,8432
10%	0,9255	0,8969	0,9016	0,8813
15%	0,9535	0,9290	0,9365	0,9081
20%	0,9810	0,9626	0,9614	0,9354
25%	1,0116	0,9943	0,9959	0,9675
30%	1,0421	1,0229	1,0212	0,9948
35%	1,0739	1,0486	1,0454	1,0185
40%	1,1016	1,0697	1,0755	1,0443
45%	1,1328	1,1012	1,1042	1,0718
50%	1,1641	1,1207	1,1287	1,0967
55%	1,1903	1,1502	1,1583	1,1215
60%	1,2220	1,1791	1,1928	1,1486
65%	1,2607	1,2195	1,2344	1,1818
70%	1,2975	1,2582	1,2764	1,2273
75%	1,3421	1,3044	1,3245	1,2699
80%	1,3746	1,3428	1,3628	1,3126
85%	1,4148	1,3767	1,3978	1,3451
90%	1,4580	1,4130	1,4356	1,3824
95%	1,5119	1,4599	1,4844	1,4246

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tomando-se como exemplo os níveis de probabilidade de 25%, os valores máximos atingidos pela relação benefício-custo, para equipamentos de 4 mm, foram de 1,01116 e 0,9943, para equipamentos pagos à vista ou através de financiamento, respectivamente.

Entretanto, a análise da distribuição acumulada da relação benefício-custo mostrou que o indicador passou a ser maior que 1, e, portanto, a indicar a viabilidade do projeto entre os níveis de probabilidade de 20 e 25%, para equipamentos de 4 mm adquiridos à vista, entre 25 e 30% para equipamentos de 9 mm adquiridos à vista ou equipamentos de 4 mm financiados e, por fim, a níveis de 30 e 35% para pivôs de 9 mm de lâmina financiados.

As curvas de probabilidade acumulada para a relação benefício-custo, a exemplo das curvas apresentadas pelo VPL, se apresentaram próximas para o mesmo equipamento, adquirido com ou sem financiamento, e apresenta algumas diferenças sutis entre diferentes equipamentos de pivô central.

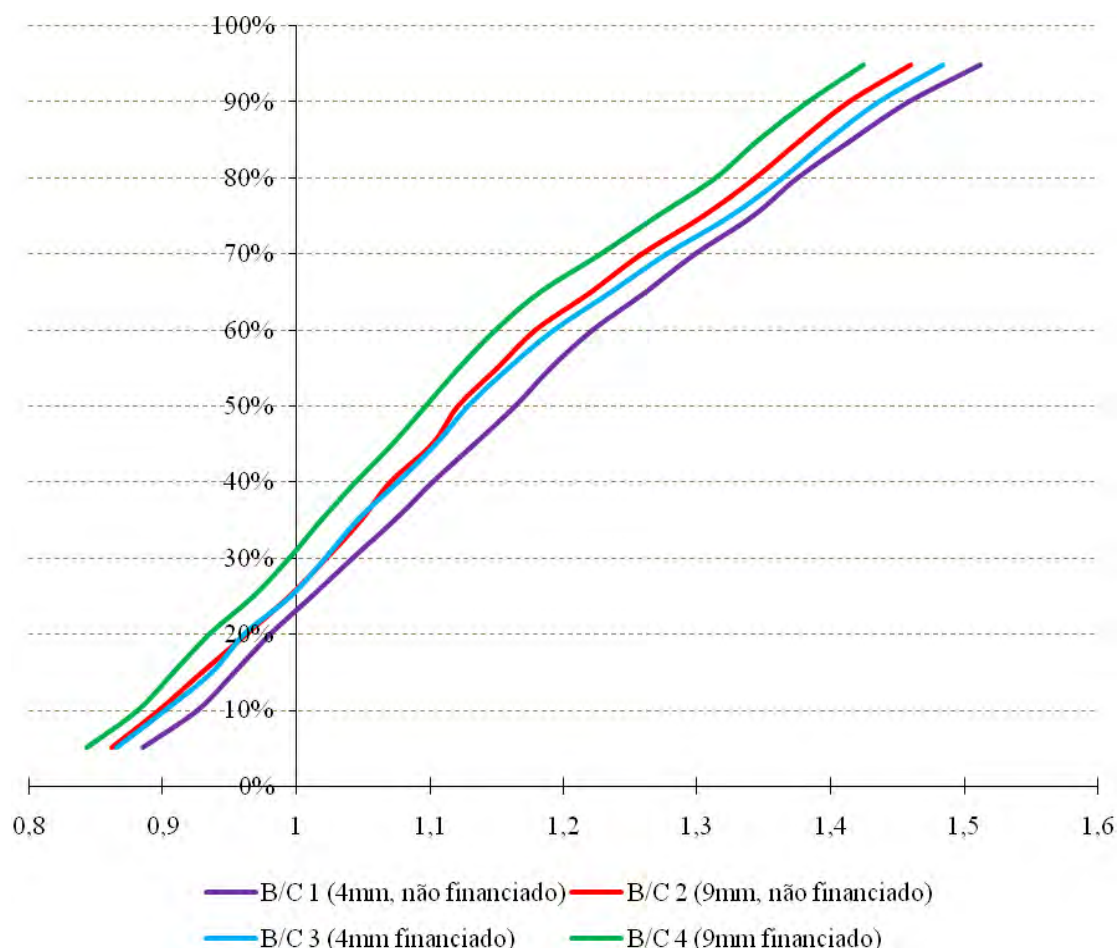


Figura 8 – Distribuição de probabilidade acumulada da relação B/C

Fonte: Resultados da pesquisa.

## 6.2 Análise das culturas alternativas à cana-de-açúcar – soja, milho e feijão – plantadas em diferentes sistemas de rotação

### 6.2.1 Análise dos fluxos de caixa

De posse das informações de custo por milímetro irrigado em cada equipamento (APÊNDICE B) e de informações coletadas sobre o custo de produção das culturas de soja, milho e feijão (APÊNDICE E) é possível a elaboração dos fluxos de caixa para os diferentes sistemas de rotação (APÊNDICE F).

Para a análise de diferentes sistemas de rotação entre cereais, descritas detalhadamente nos itens 5.5.2 a 5.5.6, adotou-se o mesmo equipamento de irrigação, um pivô central de 150 hectares e lâmina de irrigação de 9 mm.

Através de dados sobre o sistema de produção de cada uma das culturas, foi possível estabelecer os tipos de insumos, quantidades e gastos envolvidos na sua compra. O Apêndice E contém os orçamentos detalhados dos dispêndios envolvidos na produção de um hectare de cada uma das culturas isoladamente – soja, milho e feijão. Utilizando esses dados, mais os valores de aquisição das terras e do equipamento de irrigação, foi possível a montagem dos fluxos de caixa dos diferentes investimentos, esquematizados resumidamente na Tabela 33, abaixo.

Tabela 33 – Principais sistemas de rotação de culturas adotados em Paracatu-MG

Cenários		2	3	4	5	6
Culturas	Verão	Soja	Soja	Milho comercial	Soja	Milho comercial
	Inverno	Milho semente	Milho comercial	Feijão	Milho comercial	Feijão
					Feijão	Feijão

Fonte: Resultados da pesquisa.

Em relação aos fluxos de caixa, a comparação interessante a se fazer é em relação às despesas mais representativas no montante total de gastos, mostradas nas Tabelas F1 a F8, no Apêndice F. De forma geral, as despesas mais importantes em todos os cenários são aquelas relativas a operações mecanizadas, a gastos com fertilizantes e com irrigação, que representam cerca de 60% do total gasto. No entanto, é interessante se fazer algumas considerações particulares de cada rotação.

Enquanto a cana-de-açúcar apresenta, por exemplo, grandes somas expendidas com o trabalho mecanizado (mais de 50% do custo total), principalmente com os custos do corte, carregamento e transporte (colheita), a cultura não tem, em contrapartida, gastos com armazenamento e secagem, que, em algumas rotações, como entre milho e feijão, chegam a ser mais relevantes que os custos de aquisição de terras e de equipamento de irrigação somados.

Conforme dito no Capítulo 2, os tratos culturais da cana-de-açúcar são relativamente simples; comparativamente às rotações envolvendo cereais; utiliza-se, na cultura, menor quantidade de herbicidas, fungicidas e inseticidas.

Quando se considera a aquisição de terras, a importância deste item não passa, em nenhuma das opções consideradas, de 5% do montante total de despesas. Isso explica o resultado também nas análises de sensibilidade, que mostram, de modo geral, que essa variável não é das mais importantes na determinação dos indicadores.

Ao se avaliar o peso do equipamento de pivô central no total do investimento, verifica-se que a maior importância relativa é de 5,99%, quando se adota um pivô superdimensionado para cana-de-açúcar e financiado. Isso evidencia, mais uma vez, a importância de se ter um equipamento adequado às culturas, conclusão já tomada anteriormente, na análise comparativa dos indicadores de cana-de-açúcar cultivada sob um ou outro equipamento de irrigação.

Os fertilizantes de modo geral foram muito representativos no total de despesas em todos os cenários. Cabe lembrar que no período de coleta dos preços dos adubos (novembro e dezembro de 2008), os mesmos estavam em um período de alta histórica em seus valores. No entanto, a importância dos mesmos é lógica, visto que garantem a produtividade.

Houveram diferenças interessantes no que tange aos gastos com material genético e tratamento de sementes. No caso da cana-de-açúcar, o material de propagação (muda) é

retirado de lavouras convencionais de 1º ou 2º ano, e a muda custa menos que o dobro da cana-de-açúcar convencional, ou seja, precisa-se de menos de duas toneladas de cana para comprar uma tonelada de muda. Já no caso dos cereais, as sementes são produzidas em campos de sementes, e o valor agregado das mesmas é muito grande; no caso do feijão, na ocasião da coleta de dados, a relação de troca estava em torno de 3 sacos de feijão para um saco de semente; no caso do milho, essa relação é ainda mais desfavorável para o produtor: é necessário cerca de 19 sacos de milho comercial para adquirir um saco de semente de milho transgênica.

A importância da irrigação em si também pode ser uma ferramenta para comparar os diferentes cenários. A representatividade da despesa com aquisição do equipamento de irrigação é maior na cana-de-açúcar e menor nos cereais; sendo o maior valor referente à aquisição de um pivô central dimensionado para cereais para a irrigação da cana-de-açúcar, conforme dito anteriormente. Nas rotações entre envolvendo três safras ao ano, o percentual gasto com a aquisição do equipamento de irrigação perde importância, enquanto os tratamentos culturais aumentam sua participação.

Tabela 34 – Importância relativa da irrigação nos diferentes cenários

Culturas	Importância da irrigação		
	Aquisição do equipamento	Irrigação	TOTAL
Cana-de-açúcar <sup>1</sup>	4,98%	12,04%	<b>17,02%</b>
Cana-de-açúcar <sup>2</sup>	5,99%	13,52%	<b>19,51%</b>
Soja – milho semente	4,73%	17,07%	<b>21,80%</b>
Soja – milho comercial	4,42%	15,95%	<b>20,37%</b>
Milho comercial – Feijão	3,94%	11,97%	<b>15,91%</b>
Soja – Feijão – Milho	2,82%	16,56%	<b>19,38%</b>
Milho – Feijão - Feijão	2,64%	13,89%	<b>16,53%</b>

<sup>1</sup>:Lavoura conduzida sob pivô central com lâmina de 4mm, financiado.

<sup>2</sup>:Lavoura conduzida sob pivô central com lâmina de 9mm, financiado.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os altos dispêndios com mecanização são possíveis graças a um relevo plano, favorável a essa prática. A esses altos dispêndios está relacionada uma grande economia em mão-de-obra, cuja importância relativa não chega a 4% em nenhum dos cenários avaliados; esse valor fica ao redor de 3% para a cana-de-açúcar, onde ainda se têm plantio manual, mas não chega a 2% quando se considera a rotação entre cereais.

## 6.2.2 Análise dos indicadores de viabilidade econômica

Após a estruturação dos fluxos de caixa e a determinação dos fluxos líquidos, é possível a obtenção dos indicadores de viabilidade. Os indicadores de viabilidade econômica são índices que permitem comparar a rentabilidade de diferentes projetos e determinar a superioridade de um em relação a outro. Eles são calculados a partir dos fluxos de caixa, que, no caso deste trabalho, estão lastreados em dados primários coletados na região do noroeste de Minas Gerais. A Tabela 35 sintetiza os indicadores obtidos nos diferentes cenários analíticos.

Tabela 35 – Comparação dos indicadores de viabilidade econômica do cultivo de diferentes culturas irrigadas por dois diferentes equipamentos de pivô central, no município de Paracatu-MG

Culturas	Indicadores			
	VPL (R\$)	TIR (%)	B/C	PPD (anos)
Cana-de-açúcar <sup>1</sup>	1.024.846,79	19,42	1,13	5,90
Cana-de-açúcar <sup>2</sup>	776.954,20	14,81	1,10	8,42
Soja – milho semente	576.618,38	12,38	1,06	8,53
Soja – milho comercial	-881.618,41	--	0,92	--
Milho comercial – Feijão	3.460.924,09	55,05	1,29	2,87
Soja – Feijão – Milho	4.037.636,02	67,79	1,25	2,50
Milho – Feijão - Feijão	8.480.629,34	383,27	1,49	1,26

<sup>1</sup>:Lavoura conduzida sob pivô central com lâmina de 4mm, financiado.

<sup>2</sup>:Lavoura conduzida sob pivô central com lâmina de 9mm, financiado.

Fonte: Resultados da pesquisa.



Primeiramente, é interessante um breve comentário acerca das duas opções de investimento em cana-de-açúcar, utilizando dois tipos diferentes de equipamentos, discussão detalhada no item 6.1.2. Em seguida, serão feitas diferentes comparações, entre a opção cana-de-açúcar e as outras culturas, a fim de se atingir os objetivos propostos para este trabalho, que é analisar comparativamente as diferentes opções. Os cenários 2 a 6 foram elaborados no intuito de verificar as implicações sobre a rentabilidade para o produtor resultante da escolha de uma ou outra cultura. Isso se torna relevante em uma região onde há expansão de projetos de usinas de processamento da cana-de-açúcar, por configurar uma importante alternativa de cultivo que pode ser adotada.

A observação da diferença nos indicadores econômicos, quando se opta por um ou outro equipamento de irrigação, nos dá o impacto econômico de um superdimensionamento de pivô central: uma redução de 24,18% no Valor Presente Líquido, uma queda de 23,74% na TIR, uma diminuição de 2,65% na relação B/C e um aumento de 42,71% no tempo de retorno do capital (PPD).

Comparando-se a cana-de-açúcar com a opção soja-milho semente, verifica-se a superioridade dos indicadores da cana-de-açúcar. Observando-se os VPLs, calculados à taxa SELIC, 5,33%, verifica-se que, optando pela implantação de um pivô central para o plantio de soja e milho semente, o produtor tem um VPL 25,78% inferior à cana-de-açúcar plantada em pivô central de 9 mm e 43,73% inferior quando se considera a cana-de-açúcar cultivada sob equipamento de pivô adequado à ela, ou seja, com vazão de 4 milímetros. Os outros indicadores também apontam no sentido da vantagem da cana-de-açúcar sobre esta opção de rotação, uma vez que esta apresenta TIR inferior à da cana-de-açúcar, relação B/C menos favorável e maior PPD. A comparação entre os dois sistemas deixa claro que a opção pela cana-de-açúcar, mesmo com um equipamento superdimensionado, é mais vantajosa ao produtor.

Contrariamente à hipótese inicial, a cana-de-açúcar também se mostrou mais vantajosa que a rotação entre soja e milho comercial, que apresentou VPL negativo, não mostrou taxa de retorno e não recupera o capital investido, evidenciando a superioridade nos indicadores da cana-de-açúcar, seja utilizando um equipamento de irrigação adequado ou não.

No entanto, Woiler e Mathias (1996) destacam uma limitação importante da TIR, quando se analisam projetos com níveis distintos de investimento – a TIR não é suficiente, sozinha, para comparar projetos com níveis diferentes de investimentos e ganhos,

principalmente quando a maiores níveis de investimentos estão associados maiores níveis de ganhos. Essa situação ocorreu neste trabalho, em virtude dos maiores gastos com as culturas anuais, além do maior investimento necessário à aquisição de um equipamento de irrigação com maior capacidade de irrigação (maior lâmina), compensados por maiores fluxos líquidos, associados à maior valorização dos produtos.

A TIR calculada deve ser comparada a outras taxas de juros que o mercado oferece, a fim de se visualizar se o investimento é a melhor opção. Nota-se que o valor obtido para as TIRs dos cenários, com exceção do cenário 3, é superior à taxa SELIC (5,33%) e à poupança (2,59%), mostrando, portanto, que, em termos de retorno, é mais interessante se adotar as culturas descritas nos cenários do que a aplicação nas duas opções anteriores. No caso do cenário.

Já quando se adota as opções de rotação entre milho e feijão ou entre soja, milho e feijão, os indicadores mostram maior rentabilidade em relação à cana-de-açúcar. Além disso, nessas opções de cultivo de cereais o produtor recupera o capital mesmo antes de terminar o prazo de financiamento do equipamento de pivô central. A TIR calculada neste cenário apresentou também valor significativamente superior à quaisquer taxas de investimento convencionais presentes no mercado, mostrando a superioridade de rendimento deste investimento.

A título de exemplo, quando se faz um paralelo entre o cultivo de milho e duas lavouras sequenciais de feijão (opção mais rentável) e a cana-de-açúcar cultivada com equipamento de irrigação adequado, tem-se uma redução de 87,91% no VPL(5,33%) e um aumento de 368,25% no PPD.

### **6.2.3 Análise de risco**

A análise dos indicadores, obtidos através dos fluxos de caixa, permitiu resultados diversos, apontando ora para cana-de-açúcar ora para cereais como melhor investimento. Por isso, torna-se necessário a avaliação dos riscos dos diferentes cenários de forma a propiciar melhores informações ao tomador de decisão.

Para analisar o risco da implantação de um equipamento de irrigação do tipo pivô central para a adoção de qualquer uma das opções de cultura, procede-se, em primeiro lugar, à análise de sensibilidade, para que se possam detectar quais são as variáveis de maior influência na determinação dos indicadores VPL e relação B/C. A análise de sensibilidade é

apresentada nas Tabelas 36 e 37. Os valores da tabela podem ser assim interpretados: uma variação na variável sensível em 1% acarreta numa mudança no VPL ou na relação B/C de acordo com as calculadas.

Tabela 36 – Análise da sensibilidade do VPL em relação às variáveis que mais causaram impacto sobre o fluxo de caixa da produção de diversas rotações de culturas irrigadas por pivô central, no município de Paracatu-MG

Item	Unidade	Cenários					
		2	3	4	5	6	
Preço da soja	R\$/sc	0,9353	0,5980	---	0,2338	---	
Preço do milho	R\$/sc	---	0,7598	0,2664	0,2906	0,1381	
Preço do feijão	R\$/sc	---	---	0,9332	0,9070	0,9655	
Produtividade da soja	sc/ha	0,3187	0,1971	---	0,0654	---	
Produtividade do milho	sc/ha	---	0,1614	0,0487	0,0791	0,0234	
Produtividade do feijão	sc/ha	---	---	0,2009	0,2057	0,2172	
Preço da terra	R\$/ha	-0,0398	-0,0259	-0,0125	-0,0084	-0,0082	
Adubos	08-28-16	R\$/ton	-0,0486	-0,0258	-0,0147	-0,0167	-0,0072
	02-20-20	R\$/ton	-0,0388	-0,0250	---	-0,0111	---
	Uréia	R\$/ton	-0,0442	-0,0282	-0,0054	0,0000	0,0000
	Cloreto de potássio	R\$/ton	-0,0356	-0,0230	-0,0042	0,0000	0,0000
Preço da pulverização	R\$/HM	-0,0186	-0,0096	-0,0054	-0,0061	-0,0060	
Colheita de milho e soja	R\$/HM	-0,0214	-0,0314	-0,0089	-0,0117	0,0000	
Colheita de feijão	R\$/HM	---	---	-0,0065	-0,0075	0,0000	
Irrigação	Milho-inverno	mm/ha	-0,0469	-0,0267	---	-0,0110	---
	Milho-verão	mm/ha	---	---	-0,0086	---	0,0000
	Feijão	mm/ha	---	---	-0,0044	-0,0080	-0,0141
	Soja	mm/ha	-0,0231	-0,0178	---	-0,0104	---

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 37 – Análise da sensibilidade da relação B/C em relação às variáveis que mais causaram impacto sobre o fluxo de caixa da produção de diversas rotações de culturas irrigadas por pivô central, no município de Paracatu-MG

Item	Unidade	Cenários					
		2	3	4	5	6	
Preço da soja	R\$/sc	0,9346	0,5976	---	0,2339	---	
Preço do milho	R\$/sc	---	0,7602	0,2670	0,2907	0,1382	
Preço do feijão	R\$/sc	---	---	0,9332	0,9069	0,9660	
Produtividade da soja	sc/ha	0,3181	0,1966	---	0,0792	---	
Produtividade do milho	sc/ha	---	0,1639	0,0468	0,0633	0,0219	
Produtividade do feijão	sc/ha	---	---	0,1998	0,2047	0,2154	
Preço da terra	R\$/ha	-0,0423	-0,0236	-0,0155	-0,0109	-0,0108	
Adubos	08-28-16	R\$/ton	-0,0524	-0,0231	-0,0200	-0,0209	-0,0154
	02-20-20	R\$/ton	-0,0415	-0,0228	---	-0,0135	---
	Uréia	R\$/ton	-0,0473	-0,0258	-0,0073	0,0000	-0,0038
	Cloreto de potássio	R\$/ton	-0,0381	-0,0207	-0,0057	0,0000	0,0000
Preço da pulverização	R\$/HM	-0,0200	-0,0086	-0,0070	-0,0079	-0,0078	
Colheita de milho e soja	R\$/HM	-0,0227	-0,0288	-0,0112	-0,0147	-0,0046	
Colheita de feijão	R\$/HM	---	---	-0,0088	-0,0095	-0,0065	
Irrigação	Milho-inverno	mm/ha	-0,0498	-0,0235	---	-0,0139	---
	Milho-verão	mm/ha	---	---	-0,0107	---	0,0000
	Feijão	mm/ha	---	---	-0,0071	-0,0098	-0,0171
	Soja	mm/ha	-0,0251	-0,0162	---	-0,0118	---

Fonte: Resultados da pesquisa.

De posse das análises de sensibilidade apresentadas, pode ser comparada a importância de diversas variáveis para as diferentes opções de rotações de cultura. Conforme constatado anteriormente, é evidente a sensibilidade dos indicadores econômicos (VPL e B/C) às variáveis geradoras da receita, produtividade e preço de cada cereal. Quando se combinam,

em rotação, cereais de preços médios diferentes, aquele que apresenta maior valor agregado (maior preço médio por saca) em geral influencia mais os indicadores. Essa constatação é percebida através da análise dos cenários 4 a 6 – o feijão, produto de maior valor agregado, afeta mais os coeficientes obtidos do VPL (5,33%) e da relação B/C.

As despesas em um projeto, seja com a compra de terras, seja com insumos, tem grande importância no resultado final de um investimento. Quando os insumos aumentam de preço, é natural que o resultado seja menor. Assim, as despesas aparecem na análise de sensibilidade com sinal negativo, sinalizando que um aumento em seu valor acarreta em diminuição do resultado ou piora dos indicadores econômicos. Já as variáveis que geram receitas, como a produtividade e o preço de venda do produto, apresentam sinal positivo, pois um aumento em seus valores atuam no sentido de melhorar os indicadores de viabilidade.

As despesas que mais afetam os indicadores variam em função da opção de rotação adotada – coeficientes técnicos específicos de cada cultura. Especificamente para a cultura da cana-de-açúcar, os gastos com corte, carregamento e transporte, que influenciam mais os indicadores que a produtividade da cultura, evidenciando, como já dito, a importância da localização da propriedade em relação à indústria processadora.

Nos cereais, as despesas que se mostraram mais sensíveis são aquelas referentes à dispêndios com fertilizantes e com a colheita dos mesmos. A irrigação aparece como variável sensível principalmente nas rotações onde o milho, cultura com grande exigência de água, é cultivado no inverno, como o caso da rotação entre soja e milho.

Especificamente na rotação entre soja e milho semente, o custo de colheita não apresentou tanta influência em virtude da colheita da semente de milho de produção ser, usualmente, responsabilidade das empresas parceiras. Pode-se perceber que o preço e a produtividade do milho semente não aparecem como variáveis que influenciam os indicadores VPL e relação B/C. Isso se dá pelo fato da remuneração da cultura se dar através de contratos com remuneração fixa.

Na opção que envolve o cultivo de feijão no inverno e milho no verão (cenários 4 e 6), percebe-se, conforme já dito, a importância das variáveis de preço e produtividade. O preço do feijão, por seu maior valor agregado – maior preço por saca – mostrou-se mais relevante que o preço do milho. Em relação à custos, o preço do adubo 8-28-16, utilizado na cultura do milho e do feijão, foi a variável mais sensível. A irrigação não foi tão sensível, pois o milho, que é uma cultura que consome bastante água, foi plantada no verão, época das chuvas.

A importância da variável irrigação foi diversa nos diferentes cenários. Quanto maior o volume irrigado na cultura, maior o desembolso com o item e, portanto, maior a sensibilidade. Por isso, a irrigação das culturas plantadas no período de estiagem (inverno), que se dá a partir de maio na região noroeste de Minas, tem maior peso que a irrigação feita no período de verão. A título de exemplo, pode-se comparar os cenários 3 e 5. No cenário 3, o milho comercial é plantado no período das secas e recebe um volume irrigado em torno de 380mm, influenciando o VPL (5,33%) em -0,0267% para cada aumento de 1% em seu valor. Já quando é plantado no período das chuvas (cenário 5), o milho recebe apenas 80mm de irrigação, tendo influência quase imperceptível neste indicador, -0,0086%.

Os resultados da análise de sensibilidade evidenciaram que o principal risco inerente às variáveis de entrada no fluxo de caixa são, em geral, as mudanças no preço e na produtividade das culturas, que são as variáveis formadoras da receita gerada pelas atividades. Uma vez que os produtores rurais não conseguem afetar os preços de mercado, devem se concentrar em melhorar as produtividades de forma a obterem melhores retornos.

Além disso, a análise de sensibilidade é uma boa medida para alertar os produtores e tomadores de decisão acerca das variáveis que devem concentrar a preocupação e a atenção dos mesmos. Por exemplo, se o preço do adubo é uma variável de despesa importante, podem-se traçar estratégias para a compra do produto a preços menores; tal como comprando na entressafra.

Para ampliar a análise de riscos, é interessante observar os valores mínimos, médios e máximos dos indicadores selecionados em condições de risco, além de suas estatísticas desvio-padrão ( $\sigma$ ) e coeficiente de variação (CV). Para o VPL, calculado à taxa SELIC (5,33%), esses dados são mostrados na Tabela 38; e para a relação benefício-custo, na Tabela 39.

Analisando-se os valores mínimos calculados para o VPL e a relação benefício-custo assinalaram o cenário 2 como o mais adequado, já que o valor mínimo dos indicadores associados ao sistema apresentou valores maiores do que os outros cenários. Em outras palavras, o prejuízo máximo que o cenário pode trazer ao produtor é o menor possível. Contudo, os valores máximos obtidos para os indicadores foram superiores no cenário 6. Mais uma vez, enfatiza-se que a probabilidade de ocorrência dos valores extremos é mínima.

Tabela 38 – Valores mínimos, médios, máximos, desvios-padrão ( $\sigma_K$ ) e coeficientes de variação (CV) do VPL para os diferentes cenários

Cenário	VPL Mínimo	VPL Médio	VPL Máximo	Desvio-padrão( $\sigma_K$ )	CV
<b>1B<sup>1</sup></b>	-1.810.847,00	1.206.461,00	5.095.276,00	1.542.135,00	2,38E+12
<b>1B<sup>2</sup></b>	-2.105.718,00	938.701,60	4.801.492,00	1.501.228,00	2,25E+12
<b>2</b>	-1.367.662,00	724.523,70	4.206.597,00	1.035.884,00	1,07E+12
<b>3</b>	-4.589.671,00	-984.371,60	5.368.046,00	1.630.374,00	2,66E+12
<b>4</b>	-3.477.921,00	3.780.315,00	20.789.400,00	4.058.893,00	16,5E+12
<b>5</b>	-4.344.555,00	4.033.613,00	20.361.060,00	4.090.475,00	16,7E+12
<b>6</b>	-4.000.278,00	8.860.165,00	41.191.340,00	7.862.499,00	61,8E+12

<sup>1</sup>:Lavoura conduzida sob pivô central com lâmina de 4mm, financiado.

<sup>2</sup>:Lavoura conduzida sob pivô central com lâmina de 9mm, financiado.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 39 – Valores mínimos, médios, máximos, desvios-padrão ( $\sigma_K$ ) e coeficientes de variação (CV) da relação B/C para os diferentes cenários

Cenários	B/C Mínima	B/C Média	B/C Máxima	Desvio-padrão ( $\sigma_K$ )	CV
<b>1B<sup>1</sup></b>	0,7780	1,1552	1,6738	0,1982	0,0393
<b>1B<sup>2</sup></b>	0,7419	1,1160	1,5922	0,1851	0,0343
<b>2</b>	0,8683	1,0712	1,4136	0,1018	0,0104
<b>3</b>	0,5752	0,9088	1,4960	0,1511	0,0228
<b>4</b>	0,7019	1,3215	2,7780	0,3450	0,1190
<b>5</b>	0,7358	1,2478	2,2361	0,2513	0,0631
<b>6</b>	0,7685	1,5088	3,3461	0,4512	0,2035

<sup>1</sup>:Lavoura conduzida sob pivô central com lâmina de 4mm, financiado.

<sup>2</sup>:Lavoura conduzida sob pivô central com lâmina de 9mm, financiado.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Em termos de retornos médios, o cenário 6 também mostrou ser o mais favorável dentre as opções de investimento. No entanto, como as médias do VPL e da relação B/C nas diferentes alternativas não foram iguais entre os cenários, é conveniente utilizar como critério de análise de risco o coeficiente de variação, que representa a porcentagem do desvio em relação à média. O CV é mais indicado que o  $\sigma_{RR}$  para analisar a dispersão quando as amostras possuem médias diferentes. Por este critério (CV), quanto maior o  $\sigma_{RR}$  em relação à média, maior a variação dos retornos e maior o grau de risco.

As alternativas de investimento que envolvem o plantio de feijão nas rotações de culturas apresentam maiores coeficientes de variação. Isso é explicado observando-se as flutuações de preços do cereal nos últimos 10 anos (ver Apêndice C) – a variação de preços que a saca do feijão sofreu, no período, foi entre R\$52,80 e R\$238,53, uma faixa de preços muito ampla, que gera grande dispersão em torno das médias dos investimentos na cultura.

À luz do coeficiente de variação, o cenário 2 novamente desponta como aquele que traz menores dispersões em torno dos valores médios obtidos pelos indicadores.

Para complementar a análise de risco, é interessante avaliar a distribuição acumulada de probabilidade de ocorrência dos indicadores, que é também uma medida de risco associado à projetos de investimento. Para compara os cenários, os resultados são apresentados de forma comparativa, para cada indicador, nas Tabelas 40 e 41.

Quando analisado o risco através da distribuição acumulada de probabilidade de ocorrência do VPL (calculado à taxa SELIC, 5,33% ao ano) e da relação B/C, pode-se notar que, a um nível de probabilidade de 30%, os valores máximos obtidos para todos os indicadores foram observados no cenário 6. Este cenário apresentou, a todos os níveis de probabilidade, maiores retornos.

Outro aspecto a se observar na distribuição acumulada de probabilidade é o ponto onde os indicadores passam a ser favoráveis, ou seja, valor presente líquido superior a zero e relação benefício-custo superior a um. Quanto menor for o nível de probabilidade que o investimento passe a ser lucrativo ( $VPL > 0$  e  $B/C > 1$ ), menor é o risco do mesmo. Para este aspecto, o cenário 6 novamente se destaca, pois ocorreu entre 5 e 10% a probabilidade do VPL ser menor que zero e também nesta faixa a probabilidade da relação B/C ser inferior a 1,00.



Tabela 40 – Distribuição acumulada de probabilidade de ocorrência do VPL para o investimento em diversas culturas irrigadas por pivô central no município de Paracatu-MG

Probabilidade	Cenários				
	2	3	4	5	6
5%	-645.355,90	-3.317.500,00	-1.043.781,00	-1.255.442,00	-446.506,30
10%	-468.303,10	-2.954.065,00	-351.345,70	-286.422,80	766.845,70
15%	-294.766,30	-2.664.898,00	135.725,20	354.336,50	1.982.977,00
20%	-177.217,10	-2.411.762,00	588.072,90	837.085,10	2.984.381,00
25%	-45.516,31	-2.157.518,00	1.031.043,00	1.306.588,00	3.792.983,00
30%	74.928,26	-1.973.498,00	1.433.036,00	1.691.281,00	4.381.448,00
35%	181.437,20	-1.771.771,00	1.814.248,00	2.073.232,00	4.967.418,00
40%	299.604,90	-1.572.063,00	2.188.786,00	2.444.982,00	5.741.950,00
45%	416.584,60	-1.398.156,00	2.557.694,00	2.886.354,00	6.542.336,00
50%	544.715,90	-1.171.898,00	2.995.463,00	3.302.750,00	7.186.533,00
55%	661.381,40	-963.924,40	3.383.268,00	3.711.763,00	7.803.778,00
60%	789.495,00	-745.875,70	3.747.083,00	4.164.508,00	8.494.254,00
65%	952.579,40	-547.608,90	4.134.443,00	4.702.371,00	9.315.171,00
70%	1.128.721,00	-279.722,90	4.711.491,00	5.217.216,00	10.456.450,00
75%	1.310.201,00	-19.839,91	5.370.871,00	5.818.440,00	11.758.000,00
80%	1.536.141,00	344.929,90	6.177.097,00	6.548.990,00	13.396.490,00
85%	1.883.750,00	727.535,40	7.381.544,00	7.659.976,00	15.380.610,00
90%	2.275.048,00	1.333.353,00	9.153.879,00	9.015.074,00	18.787.470,00
95%	2.753.286,00	2.019.512,00	13.072.270,00	12.765.560,00	26.596.990,00

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 41 – Distribuição acumulada de probabilidade de ocorrência da relação B/C para o investimento em diversas culturas irrigadas por pivô central no município de Paracatu-MG

Probabilidade	Cenários				
	2	3	4	5	6
5%	0,9369	0,6927	0,9116	0,9229	0,9741
10%	0,9540	0,7273	0,9698	0,9824	1,0438
15%	0,9711	0,7519	1,0118	1,0219	1,1137
20%	0,9827	0,7763	1,0498	1,0516	1,1727
25%	0,9955	0,7997	1,0881	1,0802	1,2172
30%	1,0075	0,8174	1,1218	1,1038	1,2528
35%	1,0178	0,8359	1,1559	1,1274	1,2840
40%	1,0295	0,8539	1,1865	1,1506	1,3265
45%	1,0409	0,8706	1,2174	1,1772	1,3767
50%	1,0535	0,8911	1,2541	1,2017	1,4130
55%	1,0646	0,9103	1,2874	1,2281	1,4498
60%	1,0775	0,9312	1,3191	1,2555	1,4901
65%	1,0943	0,9490	1,3535	1,2896	1,5385
70%	1,1111	0,9739	1,4015	1,3206	1,5974
75%	1,1289	0,9982	1,4585	1,3572	1,6739
80%	1,1521	1,0321	1,5254	1,4029	1,7682
85%	1,1836	1,0674	1,6319	1,4707	1,8842
90%	1,2232	1,1221	1,7832	1,5547	2,0827
95%	1,2710	1,1862	2,1261	1,7863	2,5328

Fonte: Resultados da pesquisa.

Para este cenário (6), observa-se que, mesmo apresentando valores altos de desvio-padrão e coeficiente de variação, o risco de fracasso é pequeno. Isso pode ser explicado pelo próprio conceito do desvio-padrão e coeficiente de variação. Eles medem, respectivamente, a variação dos retornos e a porcentagem do desvio em relação à média. No caso deste cenário, como a média é alta, mesmo com grande variação dos retornos e grande desvio em relação à média, essa variação ocorre num patamar acima do prejuízo. Em outras palavras, o produtor varia entre lucros maiores ou menores, mas sempre lucra.

## 7. CONCLUSÕES

A cana-de-açúcar vem se expandindo significativamente em todo o Brasil, devido à crescente demanda mundial de seus produtos, o açúcar e o álcool, combustível renovável de grande importância ambiental. Especialmente no estado de Minas Gerais, em virtude da disponibilidade de terras e da aptidão agrícola da região, a cultura vêm ganhando importância. Torna-se necessário, cada vez mais, a elaboração de estudos regionais que avaliem a viabilidade econômica do cultivo da cana-de-açúcar.

Para superar limitações ambientais, a irrigação é uma das técnicas que amplia as possibilidades da adoção da cana-de-açúcar em diferentes regiões. Além disso, é uma importante estratégia para aumentar a produtividade das áreas existentes, diminuindo a necessidade de abertura de novas áreas. Na região Noroeste de Minas, particularmente, a cultura vem sendo conduzida irrigada por pivô central, tradicional método de irrigação na região. Os trabalhos realizados anteriormente acerca da irrigação da cana-de-açúcar sugerem que a adoção desta técnica não traz resultados econômicos. No entanto, muitos projetos nesse sentido estão em andamento na região de Paracatu-MG e grandes usinas de beneficiamento da cana-de-açúcar já estão em funcionamento, sugerindo haver viabilidade.

Diante do problema sobre a viabilidade econômica da utilização de equipamentos de pivô central para a irrigação da cana-de-açúcar, este trabalho teve por objetivo analisar, além da viabilidade da irrigação da cana-de-açúcar em si, compará-la ao desempenho econômico de outras culturas conduzidas sob o mesmo sistema de irrigação, sob a hipótese que os benefícios líquidos gerados pela cultura da cana-de-açúcar eram negativos e inferiores

aos das culturas alternativas da região do Noroeste de Minas, hipóteses estas lastreadas em trabalhos anteriores.

Para isso, foi realizado um estudo de caso para o cultivo de cana-de-açúcar, soja, milho (comercial e semente) e feijão no município de Paracatu, sendo analisadas 5 combinações entre os cereais, em comparação com a cana-de-açúcar. Foram elaborados vários fluxos de caixa, pertinentes às diferentes culturas e foram construídos e simulados diferentes cenários. Indicadores de viabilidade econômica foram estimados para cada cenário e para dois deles, VPL e relação B/C, foram estimadas as variáveis mais influentes. Pelo método aleatório *Latin Hypercube*, foi quantificado o risco nas diferentes alternativas.

Através de uma análise global dos resultados, conclui-se que, ao contrário das pressuposições iniciais, a cana-de-açúcar (1º cenário) apresenta viabilidade econômica de ser conduzida irrigada por pivô central. Apresenta também vantagens econômicas em relação às rotações soja-milho (2º cenário) e soja-milho semente (3º cenário), porém apresenta desempenho econômico inferior às rotações entre milho-feijão (4º cenário), soja-feijão-milho (5º cenário) e milho-feijão-feijão (6º cenário).

Quando se considerou o cultivo de cana-de-açúcar irrigada por um equipamento adequado à cultura (adquirido à vista), a um preço constante de R\$38,58 por tonelada, durante os 20 anos de vida útil de um pivô central, a alternativa se mostrou viável economicamente, com VPL (5,33%) positivo (R\$1.191.403,96) e TIR superior à taxa de poupança (23,83%). Na análise de risco, o plantio de cana-de-açúcar irrigada por pivô central apresentou em torno de 25 a 30% de chance de fracasso. As variáveis que mais influenciaram no sucesso do empreendimento foram preço da cana-de-açúcar, preço da colheita e produtividade. Como o valor cobrado pela colheita da cana-de-açúcar está intimamente ligado à distância entre a propriedade e a usina, é importante que considere esta distância antes da implantação de uma lavoura de cana.

O segundo cenário, quando se considera a implantação de um equipamento de pivô central para o cultivo de soja (no período das chuvas) e milho semente (no período de estiagem), apresenta indicadores inferiores aos da cana-de-açúcar, com VPL (5,33%) de R\$576.618,38, TIR de 12,38%, relação B/C de 1,06, PPD de 8,53 anos e entre 25 a 30% de probabilidade dos indicadores não serem favoráveis. As variáveis determinantes para esse resultado foram o preço e a produtividade da soja e o volume irrigado no milho semente, uma vez que os rendimentos deste tipo de lavoura são fixos por contrato.

Já no terceiro cenário, quando se considera o cultivo intercalado de soja soja (no período das chuvas) e milho comercial (no período de estiagem), obteve-se VPL (5,33%) negativo (-R\$881.618,41) e não se obteve TIR, em virtude dos saldos de fluxos de caixa serem negativos durante o horizonte do investimento. Além disso, a relação B/C foi inferior a 1. Para a esta rotação de culturas, o investimento, descontado à taxa de SELIC, não é pago durante a vida útil do equipamento de irrigação. Quando se considera a rotação com o milho comercial, além dos fatores citados para o cenário anterior, as variáveis de preço e a produtividade do milho também são importantes para a obtenção deste resultado. O custo de irrigação de milho, no período da estiagem, eleva muito o custo de produção de uma saca do cereal. Além disso, os adubos, no final de 2008 – período de coleta dos preços, tiveram um aumento significativo de preços, de forma que o custo por saca do cereal (R\$23,40) ficasse bem superior ao preço de mercado e mesmo à média histórica (R\$20,19).

Quando se compara então o plantio de cana-de-açúcar ao cultivo de soja e milho (tanto semente como comercial) percebe-se uma inferioridade nos resultados econômicos dos cereais, contrariando-se a hipótese inicial de que os cereais irrigados seriam mais vantajosos economicamente que a cana-de-açúcar irrigada.

O quarto e o sexto cenário, que envolvem a rotação entre milho, plantado no período das chuvas e feijão, plantado no período de estiagem, são muito parecidos, porém o quarto cenário considera apenas duas safras ao ano, enquanto o sexto cenário considera três safras ao ano – uma de milho e duas de feijão. A realização do sexto cenário exige a utilização de variedades de ciclos mais curtos e exige uma boa estrutura na propriedade, em termos de maquinários e pessoal, para que a transição entre as culturas seja rápida. No entanto, este cenário pode apresentar, ao longo da vida útil do projeto, algumas limitações agrônômicas, em virtude do plantio seqüencial de feijão, tais como: maior incidência de insetos, pragas e doenças, o que poderia elevar o custo com insumos e pulverizações.

O quarto e o sexto cenários apresentaram VPLs positivos, de R\$3.460.924,09 e R\$8.480.629,34, TIRs bem superiores à taxa SELIC, de 55,05% e 383,27%, respectivamente. Em ambos os casos, o investimento com o sistema de irrigação foi pago antes do prazo dado pelos órgãos financiadores (5 anos). Na análise de risco, o quarto cenário apresentou VPL positivo e relação B/C superior a 1 entre 10 e 15% de probabilidade e no sexto cenário os indicadores passam a ser favoráveis entre 5 e 10% de probabilidade. A análise dos indicadores e do risco destes cenários contribui para a conclusão de que a rotação de culturas entre milho e feijão são alternativas econômicas superiores à cana-de-açúcar.

Por fim, o quinto cenário, que considera três safras que intercalam o plantio de soja, feijão e milho também apresentou resultado econômico mais vantajoso ao da cana-de-açúcar – VPL positivo e TIR superior à taxa de poupança – sem as limitações agronômicas enumeradas para o sexto cenário. Entre 10 e 15% de probabilidade, os valores de VPL são positivos e a relação B/C é superior a 1.

Em síntese, conclui-se que a condução de um canavial irrigado por pivô central é rentável, ao contrário da hipótese formulada, e superior à adoção da rotação de culturas entre milho e soja. No entanto, é inferior à rotação de culturas entre milho-feijão e soja-feijão-milho, mostrando a importância da escolha da cultura a ser implantada e da época de plantio das mesmas. As alternativas tecnológicas menos arriscadas foram a produção de milho e feijão intercalados, uma vez que apresentaram menor probabilidade de fracasso – VPL inferior a zero e relação B/C inferior a 1.

Os resultados obtidos contrariam a hipótese inicial, de que não existe rentabilidade na irrigação da cana-de-açúcar. No entanto, em trabalhos de natureza aplicada, como este, a comparação com outros é muito difícil ou quase impossível. Apesar dos trabalhos anteriores sugerirem que a irrigação não é interessante para a cultura da cana-de-açúcar, é interessante ressaltar alguns aspectos: o preço da terra em Minas Gerais é inferior ao preço da terra em São Paulo, onde a maioria dos trabalhos é conduzida. Além disso, o sistema de irrigação também influencia muito nos resultados, pois apresentam diferentes custos de aquisição e eficiência (intimamente ligada à produtividade). Além disso, a região de Paracatu-MG apresenta altas temperaturas mesmo no inverno, o que beneficia muito a cultura, proporcionando maior crescimento e acúmulo de açúcares. Complementarmente, o relevo plano da região contribui para menores custos de formação de canaviais, uma vez que dispensa operações mecanizadas para a confecção de terraços e sistematização da área.

Após a análise numérica dos resultados, é interessante que se façam algumas considerações de caráter analítico. Em primeiro lugar, assim como foi destacado no 6º cenário, que a seqüência da mesma cultura em uma área pode trazer problemas de ordem fitopatológica, quando se considera a cana-de-açúcar, estamos considerando uma monocultura de 20 anos, que também pode trazer problemas, como aumento de pragas e doenças, que elevam o custo do canavial. Em segundo lugar, é interessante ponderar o custo inicial da cana-de-açúcar, que é elevado e demora mais tempo para se pagar. O produtor quando adotar a cultura deve estar ciente dessa demora e deve ter folga financeira para a condução da lavoura até que ela se torne rentável. Além disso, a cana-de-açúcar dá somente um faturamento ao

ano, diferentemente dos cereais, que dão de dois a três, dependendo da rotação analisada; o produtor deve, portanto, ter um nível de organização maior, a ponto de se preparar para esse faturamento concentrado da cana-de-açúcar.

O nível de cuidados e trabalhos também deve ser analisado. É evidente a superioridade econômica da rotação entre milho e duas safras de feijão. No entanto, a propriedade deve ser muito bem organizada a ponto de conseguir cumprir o trabalho calendário que essa opção pressupõe. Nesse ponto, a simplicidade de condução de um canavial é um fator favorável à cultura. Quando se tem, em uma mesma propriedade, várias atividades, pode ser interessante a adoção da cana-de-açúcar de modo a simplificar as operações.

A especificidade do pivô de 4mm também é outro aspecto a ser ponderado. A escolha deste equipamento, embora reflita em melhores resultados econômicos, limita o produtor ao cultivo da cana-de-açúcar durante os 20 anos do investimento. Quando se adota um pivô com lâmina de 9mm, tem-se os resultados reduzidos – mas ainda favoráveis, porém se tem a opção de trocar de cultura caso o cenário canavieiro não seja favorável.

Este trabalho não pretende dar, em caráter definitivo, um parecer acerca da irrigação em cana-de-açúcar, mas sim nortear trabalhos futuros. A região está com a indústria sucroalcooleira em plena expansão, e informações sobre o investimento e quais variáveis merecem mais atenção são de muita relevância. Como sugestão para trabalhos futuros, a análise do uso de pivôs usados é relevante, assim como a verificação da eficiência econômica de equipamentos de pivô linear para a cultura da cana-de-açúcar. Além disso, esta análise também pode ser estendida para outras fronteiras agrícolas onde a irrigação da cana-de-açúcar se faça necessária.

## REFERÊNCIAS

ARÊDES, A. F. **Avaliação econômica da irrigação do cafeeiro em uma região tradicionalmente produtora.** 89 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

ÁVILA, W. R. B. **Uso da dinâmica de sistemas como suporte à decisão em propriedades produtoras de leite: um estudo de caso.** 127 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.

BORTOLOZZO, A.R. **Avaliação do Desempenho dos Perímetros Irrigados do Jaíba, do Paracatu/Entre Ribeiros e do Nilo Coelho.** 2001. 109f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

BRAUNBECK, O. A.; OLIVEIRA, J. T. A. Colheita de cana-de-açúcar com auxílio mecânico. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 26, n.1, p.300-308, jan./abr. 2006.

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



CAMPOS, D. C. **Potencialidade do sistema de colheita sem queima da cana-de-açúcar para o seqüestro de carbono.** 2003. 103 f. Tese (Doutorado em Agronomia, área de concentração: Microbiologia Agrícola) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

CÂNDIDO, C.A.; VALENTIM, M.L.P.; CONTANI, M.L. Gestão Estratégica da Informação: semiótica aplicada ao processo de tomada de decisão. Datagrama: Revista de Ciência da Informação, Rio de Janeiro, v.6, n.3, jun.2005. Disponível em: <[http://www.dgz.org.br/jun05/Art\\_03.htm](http://www.dgz.org.br/jun05/Art_03.htm)>. Acesso em 05 mar. 2008.

CASAROTTO FILHO, N. **Projeto de Negócio: Estratégias e Estudos de Viabilidade.** São Paulo: Atlas, 2002. 301p.

CHIAVENATO, I. **Introdução a teoria geral da administração.** São Paulo: McGraw-Hill, 1983. p.490-496

CLEMEN, R. T. (1996). *Making hard decisions: an introduction to decision analysis.* 2. ed. Belmont: Duxbury.

CNA<sup>15</sup>, SENAR<sup>16</sup>. **Cana-de-açúcar: orientações para o setor canavieiro. Ambiental, fundiário e contratos.** Brasília: CNA/SENAR, 2007. 44p.

CONAB - COMPANHIA DE ABASTECIMENTO NACIONAL. **Perfil do Setor do Açúcar e do Álcool no Brasil.** Brasília: Conab, 2008. 76 p.

CONSULCANA. Disponível em: <<http://www.consulcana.com/clientes.htm>>. Acesso em 12 dez. 2007.

CONTINI, E.; ARAÚJO, J. D.; GARRIDO, W. E. Instrumental econômico para a decisão na propriedade agrícola. In: PLANEJAMENTO DA PROPRIEDADE AGRÍCOLA: modelos de decisão. Brasília. DF: EMBRAPA-DDT, 1984. p. 7-22.

---

<sup>15</sup> Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil.

<sup>16</sup> Serviço Nacional de Aprendizagem Rural.

CORRAR, L.A. O Modelo Econômico da Empresa em Condições de Incerteza - Aplicação do Método de Simulação de Monte Carlo. Caderno de Estudos, São Paulo, nº08, FIPECAFI, abr. 1993. Disponível em: <<http://www.eac.fea.usp.br/cadernos/completos/cad08/modelo.pdf>> . Acesso em: 12 mar. 2008.

DALRI, A.B.; CRUZ, R.L. Efeito da frequência de irrigação subsuperficial por gotejamento no desenvolvimento da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). Irriga, Botucatu, v.7, n.1, jan.-abr. 2002.

DELGADO, G. C. Dinâmica recente da produção e consumo de alimentos, feed-grains, cana-de-açúcar no Brasil. In: Workshop sobre “Impactos da Evolução do Setor Sucroalcooleiro”, 2008, Campinas. Disponível em: [www.apta.sp.gov.br/cana/anexos/position\\_paper\\_sessao4\\_guilherme.pdf](http://www.apta.sp.gov.br/cana/anexos/position_paper_sessao4_guilherme.pdf). Acesso em 15. jun. 2008.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. **FAOSTAT**. Disponível em: <[www.fao.org](http://www.fao.org)>. Acesso em: 20 nov. 2008.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DE MINAS GERAIS – FAEMG. Disponível em <[www.faemg.org.br](http://www.faemg.org.br)>. Acesso em 30 jun. 2008.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS – FIEMG. Disponível em <[www.fiemg.org.br](http://www.fiemg.org.br)>. Acesso em 30 jun. 2008.

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

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **Agrianual**: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo, 2008. p. 237-268: Cana-de-açúcar.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **Agrianual**: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo, 2009. p. 235-264: Cana-de-açúcar.

FREITAS, H.; KLADIS, C.M.; BECKER, J.L. Verificação do impacto de um SAD na redução das dificuldades de um decisor: um delineamento experimental (com grupos ad hoc) em laboratório. In: ENANPAD, 19.,1995, João Pessoa. **Anais do 19º ENANPAD**. João Pessoa: ANPAD, v.1, n.04, set. 1995, p.105-133.

FRIZZONE, J.A.; MATIOLI, C.S.; REZENDE, R.; GONÇALVES, A.C.A. Viabilidade econômica da irrigação suplementar da cana-de-açúcar, *Saccharum spp.*, para a região Norte do Estado de São Paulo. *Acta Scientiarum*, Maringá, v.23, n.5, p.1131-1137, 2001.

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

INDI – INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE MINAS GERAIS. Abordagem Geral Quanto ao Desenvolvimento Socioeconômico da Região Noroeste de Minas Gerais. 2003. Disponível em: <[www.indi.mg.gov.br/Estudos/2003/AbordagemGeral.pdf](http://www.indi.mg.gov.br/Estudos/2003/AbordagemGeral.pdf)>. Acesso em 17 jun. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 29 jan. 2008.

JANINI, D. A. **Análise operacional e econômica do sistema de plantio mecanizado de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. 2007. 148 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de concentração: Máquinas Agrícolas). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

KAY, R.D. **Farm management: planning, control and implementation**. New York: McGraw-Hill, 1986.

KENDALL, K.E.; KENDALL, J.E. **Systems analysis and design**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall International. 3.ed. 1995. 894 p.

LANA, C.M. **Sistema de apoio à decisão no planejamento da produção de leite na região de Viçosa, Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUARIA E ABASTECIMENTO, SECRETARIA DE PRODUÇÃO E AGROENERGIA. Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011. 2.ed.rev. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 110 p.

MAIA, J. L. T.; RIBEIRO, M. R. Cultivo contínuo da cana-de-açúcar e modificações químicas de um Argissolo Amarelo fragipânico. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.20, n.11, p.1127-1132, nov. 2004.

MARCHIORI, L. F. S. **Influência da época de plantio e corte na produtividade da cana-de-açúcar**. 2004. 275f. Tese (Doutorado em Agronomia – área de concentração Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MARQUES, P.A.A.; MARQUES, T.A.; FRIZZONE, J.A. Viabilidade econômica sob condições de risco para a irrigação da cana-de-açúcar na região de Piracicaba-SP. Irriga, Botucatu, v.11, n.1, p. 55-65, jan.-mar. 2006.

MATIOLI, C.S. **Irrigação Suplementar de Cana-de-Açúcar: Modelo de Análise de Decisão para o Estado de São Paulo**. 1998. 122p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

MAYA, F.L.A. **Produtividade e viabilidade econômica da recria e engorda de bovinos em pastagens adubadas intensivamente com e sem o uso da irrigação**. 2003. 94f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MORAES, M. A. F. D. Indicadores do mercado de trabalho do sistema agroindustrial da cana-de-açúcar do Brasil no período 1992-2005. Estudos Econômicos, São Paulo, v. 37, n° 4, p. 875-902, out./dez. 2007.

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

NASTARI, P. M. **O setor brasileiro de cana-de-açúcar: perspectivas de crescimento**. São Paulo: Portal Exame, 2006. Disponível em: <<http://portalexame.abril.com.br/static/aberto>>. Acesso em: 29 mar. 2008.

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

OLIVEIRA, M. W.; MENDES, L. C.; BARBOSA, M. H. P.; VITTI, A. C.; FARIA, R. O. Avaliação do potencial produtivo de sete variedades de cana-de-açúcar sob irrigação complementar. Potafós, Informações Agronômicas, n. 101,p. 9-10, mar. 2003. Disponível em: <[www.ipni.org.br/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/7759ddc6878ca7eb83256d05004c6dd1/\\$FILE/Page9-10-01.pdf](http://www.ipni.org.br/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/7759ddc6878ca7eb83256d05004c6dd1/$FILE/Page9-10-01.pdf)>. Acesso em 12 mai. 2008.

OLIVEIRA, M.; VASCONCELOS, Y. Uma história de sucesso e polêmicas. Revista Pesquisa, São Paulo, n° 122, abr. 2006. Disponível em: <[www.revistapesquisa.fapesp.br/index.php?art=2940&bd=1&pg=1&lg=](http://www.revistapesquisa.fapesp.br/index.php?art=2940&bd=1&pg=1&lg=)>. Acesso em: 10 jun. 2008.

PINDYCK, R.S.; RUBINFELD, D.D. **Microeconomia**. 5ª ed. São Paulo: Makron Books, 2006.

RESENDE FILHO, M.A. **Desenvolvimento de um Sistema de Apoio ao Processo de Tomada de Decisão em Confinamento de Bovinos de Corte**. 1997. 116f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

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

RODRIGUEZ, R.D.G. **Metodologia para a Estimativa das Demandas e Disponibilidades Hídricas: Estudo de Caso da Bacia do Paracatu**. 2004. 111f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

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

SANTOS, A.I. Setor sucroalcooleiro: conjuntura e perspectiva. *Análise Conjuntural*, Curitiba, v.47, n.7-8, p.15, jul.-ago. 2005.

SANTOS, M.A.L. **Irrigação Suplementar da Cana-de-açúcar (*Saccharum spp*): Um modelo de análise de decisão para o Estado de Alagoas**. 2005. 101f. Tese (Doutorado em Agronomia – área de concentração Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

SANTOS, M.A.L.; FRIZZONE, J.A. Irrigação suplementar da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) colhida no mês de janeiro: um modelo de análise de decisão para o litoral sul do Estado de Alagoas. *Irriga*, Botucatu, v.11, n.3, p. 339-355, jul.-set. 2006.

SCANDIFFIO, M.I.G. **Análise Prospectiva do Álcool Combustível no Brasil – Cenários 2004-2024**. Tese (Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SEGATO, S.V.; MATTIUZ, C.F.M.; MOZAMBANI, A.E. **Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar**. In: SEGATO.S.V. et.al (Org.). *Atualização em produção de cana-de-açúcar*. 1.ed. Piracicaba: Prol Editora Gráfica, 2006. cap. 2, p.19-36.

SEIBEL, F. Comida x Combustível. *Revista Exame*, n° 892, 03.05.07. Disponível em: <<http://portalexame.abril.com.br/revista/exame/edicoes/0892/negocios/m0127992.html>>. Acesso em 13. jun. 2008.

SHIKIDA, P. F. A. **A evolução da Agroindústria Canavieira em Minas Gerais de 1705 a 1995**. 1992. 154 f. Dissertação (Mestrado em Economia Agrária) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1992.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DE FABRICAÇÃO DO ÁLCOOL NO ESTADO DE MINAS GERAIS – SIAMIG. Disponível em: <[www.siamig1.com.br](http://www.siamig1.com.br)>. Acesso em 30 jun. 2008.

SILVA, J.T.M. **Tomada de decisão sob critérios múltiplos: uma aplicação do projeto de irrigação do Jaíba**. 2001. 198f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

SIMON, H. A. **The new science of management decision**. New Jersey: Prentice- Hall, 1977. 175p.

SIQUEIRA, P.H.L. **Determinantes da competitividade da agroindústria processadora de cana-de-açúcar nas regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba – Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

TURBAN, E., ARONSON, J.E. **Decision support systems and intelligent systems**. New Jersey: Prentice-Hall, 1998. 890 p.

UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA – UDOP. Disponível em: <[www.udop.com.br](http://www.udop.com.br)>. Acesso em 15 ago. 2008.

UNICA – UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR. **Produção e uso do Etanol combustível no Brasil**: resposta às questões mais frequentes. São Paulo: Unica, 2007. 68 p.

VEIGA FILHO, A. de A. **Panorama Das Exportações De Açúcar Brasileiro**. São Paulo: IEA , 2001. Disponível em <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=456>>. Acesso em 9 mar. 2008.

VIDAL, M.F.; SANTOS, J.A.N.; SANTOS, M.A. Setor Sucroalcooleiro no Nordeste Brasileiro: Estruturação da Cadeia Produtiva, Produção e Mercado. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural - SOBER, 64., 2006, Fortaleza. Disponível em: <  
[http://www.bnb.gov.br/content/aplicacao/ETENE/Artigos/docs/sober\\_sucroalcooleiro.pdf](http://www.bnb.gov.br/content/aplicacao/ETENE/Artigos/docs/sober_sucroalcooleiro.pdf)> .  
Acesso em 20 jan. 2008.

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



## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A - Zoneamento Agropedoclimático da Cana-de-Açúcar para o Município de Paracatu

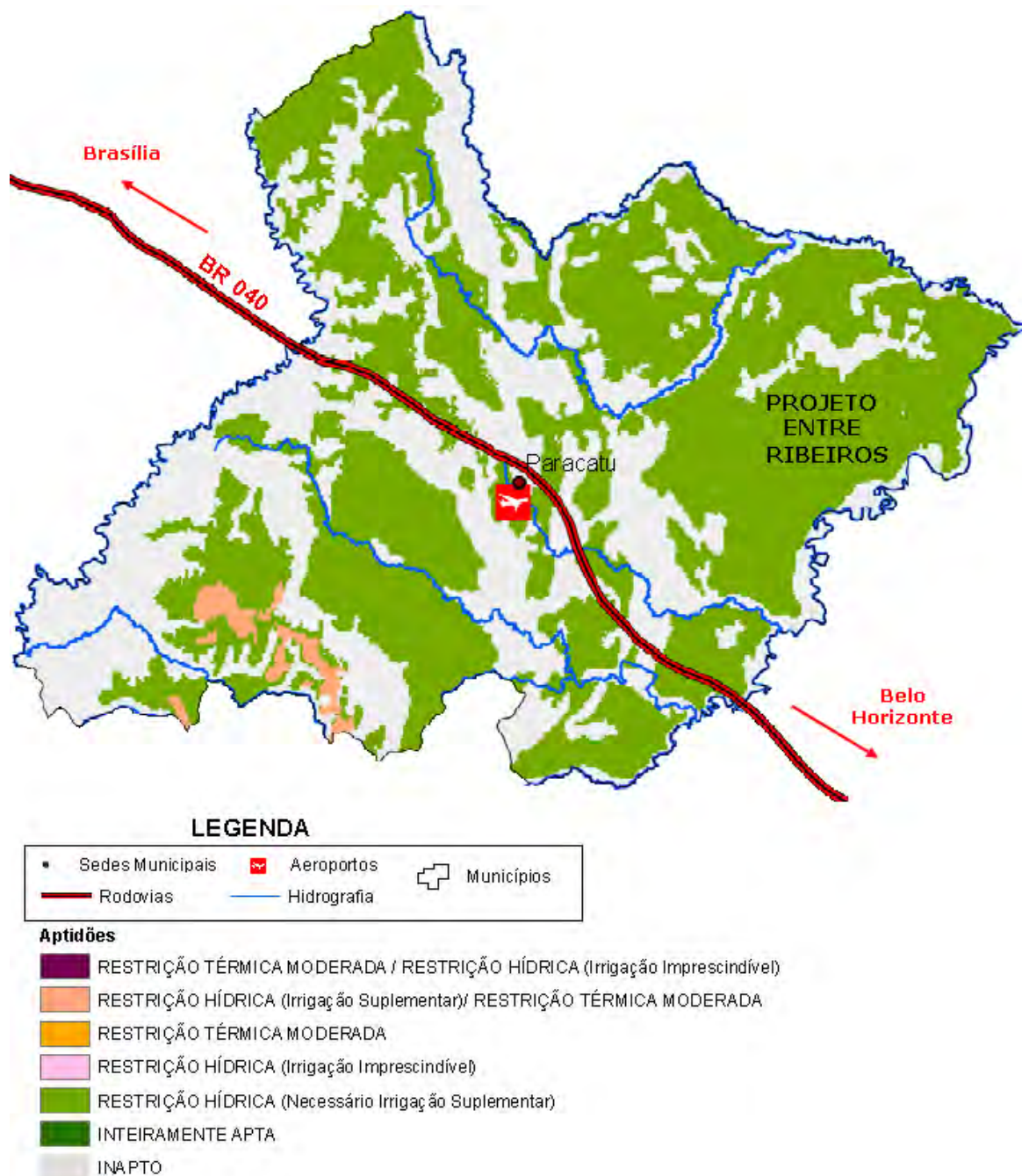


Figura A1: Zoneamento Agropedoclimático da Cana-de-Açúcar para o município de Paracatu-MG e localização do Projeto de Irrigação Entre RIBEIROS.

Fonte: INDI (Instituto de Desenvolvimento Integrado de Minas Gerais), adaptado pela autora.

Tabela A1 – Parâmetros ideais para a cultura da cana-de-açúcar

<b>Variáveis Ambientais indicadas para a cultura:</b>		
Temperatura Média Anual	Ótima	>21°C
	Restritiva	19-21°C
Deficiência Hídrica	Ótima	0-150mm
	Restrita (1)	150-400mm
	Restrita (2)	>400mm
Solos	Aptos	Não rasos, aerados, não sujeitos a inundação e não encharcados
Declividade	Mecanizável	<13%

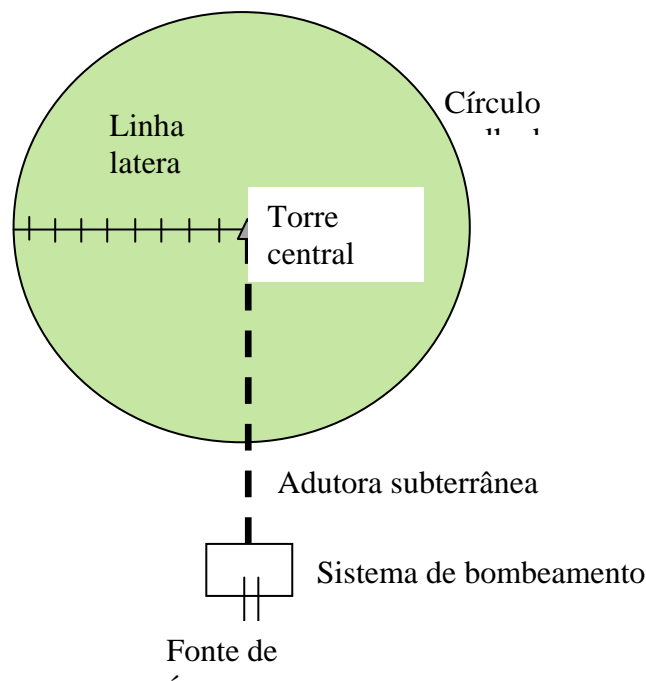
Fonte: INDI, 2003.

## APÊNDICE B

### Custo do milímetro irrigado em um pivot central

O pivot central é um equipamento de irrigação com vários componentes: sistema de captação de água (unidade de bombeamento), adutoras de condução de água<sup>17</sup>, torre central com painel de comando, linha lateral montada sobre torres móveis e aspersores. A unidade de bombeamento, como o próprio nome sugere, capta água de uma fonte (rio, barragem, canal) e a conduz com pressão através das adutoras e das torres. A torre central é o ponto onde a adutora atinge a superfície, e em torno do qual a linha lateral gira. Nesta torre se localiza também o painel de comando, que, entre outras funções, controla horário de funcionamento, velocidade das torres, alinhamento da linha lateral, tensão da rede elétrica, etc. A linha lateral é composta por inúmeras torres móveis com propulsão própria (número que aumenta em função da área a ser irrigada) e pelos aspersores, que transformam a água canalizada em gotas, similarmente à chuva. A Figura B1, abaixo, mostra esquematicamente os componentes de um pivot central.

Figura B1: Esquema de um pivot central.



Fonte: Elaborado pela autora.

<sup>17</sup> As adutoras são canos de grande diâmetro, podendo ser de PVC ou de ferro. É uma estrutura que fica enterrada a grande profundidade (1,5 a 2,0m), permitindo o cultivo de plantas nas camadas superficiais.

O pivot central pode apresentar a parte aérea (torre central e linha lateral) fixa – pivot central convencional – ou móvel – pivot central rebocável. A tecnologia de pivôs rebocáveis é interessante para cobrir áreas maiores no caso de culturas que são irrigadas apenas em algumas fases, como é o caso da cana-de-açúcar, que precisa de água principalmente após o plantio e após o corte – quando atinge certo tamanho, até impossibilita que o pivot rode. No entanto, esta tecnologia é questionada pela necessidade maior de mão-de-obra para mudar o equipamento de lugar e também devido ao maior desgaste ocasionado pelo transporte.

A composição do custo por milímetro irrigado em um pivot central envolve, segundo Okawa (2001), os seguintes itens: custo de aquisição inicial do equipamento (mais os juros envolvidos na transação), depreciação do capital, manutenção e seguro do equipamento, energia e água. O autor classifica como custos fixos – que incorrem independente da utilização ou não do equipamento – depreciação, juros sobre o capital e seguro. Já os custos variáveis, que variam conforme a intensidade de uso, envolvem manutenção e energia. No entanto, o autor não considera entre os custos fixos a demanda de energia, paga de acordo com o equipamento instalado, e não de acordo com o uso e entre os custos variáveis a mão-de-obra de operação e o custo da água.

O custo de aquisição é função das especificações do equipamento, tais como área e lâmina (volume) e nível de automatização (painel de comando mais ou menos sofisticado). Em geral, os equipamentos são escolhidos em função do custo inicial de aquisição (por hectare) – maiores equipamentos, assim, têm custos menores. No entanto, é necessária a consideração de outros fatores, tais como:

- Fatores técnicos: pivôs com áreas muito grandes demoram muito tempo para darem uma volta completa. Assim, o intervalo entre irrigações se torna muito longo, o que não é recomendável em alguns estágios críticos das culturas (emergência, floração, enchimento de grão, etc.).
- Demanda de energia: Quanto maior a área e a lâmina, maior será a potência do motor necessário para movimentar o equipamento. Como a demanda é calculada em função da potência do motor, motores mais potentes terão demandas mais caras, encarecendo o custo final de irrigação.

Foram considerados, neste trabalho, seis diferentes tipos de equipamentos, quatro pivôs centrais e dois pivôs rebocáveis. A maior área considerada foi 150 hectares, em função

de questões técnicas expostas anteriormente. O custo de aquisição refere-se ao equipamento completo e já instalado, considerando uma infra-estrutura prévia de fonte de água e energia elétrica. A Tabela B1, abaixo, mostra os preços de aquisição inicial para os diferentes tipos de equipamentos.

Tabela B1 – Custo de aquisição inicial para diferentes tipos de equipamentos

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Área (ha)</b>	150	150	100	100	60 <sup>1</sup>	60 <sup>1</sup>
<b>Lâmina bruta (mm)</b>	9	4	9	4	9	4
<b>Motor (cv)</b>	225	100	200	80	150	60
<b>Valor inicial (R\$)</b>	489.600	394.500	364.000	318.000	394.000	346.000
<b>Custo por área (R\$/ha)</b>	3.264	2.630	3.640	3.180	3.283	2.883

<sup>1</sup>: Pivot rebocável planejado para duas posições de 60 hectares. O custo por área considera a área total irrigada, ou seja, 120 hectares.

Fonte: Resultados da pesquisa.

O financiamento disponível para equipamentos de irrigação, de diversas instituições financeiras, tem juros anuais de 9,25% ao ano, três anos de carência para o primeiro pagamento, e cinco anos de prazo final para liquidação da dívida. O cálculo do valor total pago pelo equipamento são mostrados nas Tabelas B2 a B7.

Tabela B2 – Financiamento do equipamento 1

<b>Equipamento 1 – Pivot 150 hectares, lâmina de 9 mm</b>					
	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>	<b>Ano 4</b>	<b>Ano 5</b>
<b>Valor inicial</b>	489.600,00	534.888,00	584.365,14	638.418,92	348.736,33
<b>Juros</b>	45.288,00	49.477,14	54.053,78	59.053,75	32.258,11
<b>Valor pago no ano</b>	0,00	0,00	0,00	348.736,33	380.994,44
<b>Débito ao final do ano</b>	534.888,00	584.365,14	638.418,92	348.736,33	0,00
<b>VALOR TOTAL PAGO PELO EQUIPAMENTO (R\$)</b>					<b>729.730,78</b>

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela B3 – Financiamento do equipamento 2

<b>Equipamento 2 – Pivot 150 hectares, lâmina de 4 mm</b>					
	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>	<b>Ano 4</b>	<b>Ano 5</b>
<b>Valor inicial</b>	394.500,00	430.991,25	470.857,94	514.412,30	280.997,72
<b>Juros</b>	36.491,25	39.866,69	43.554,36	47.583,14	25.992,29
<b>Valor pago no ano</b>	0,00	0,00	0,00	280.997,72	306.990,01
<b>Débito ao final do ano</b>	430.991,25	470.857,94	514.412,30	280.997,72	0,00
<b>VALOR TOTAL PAGO PELO EQUIPAMENTO (R\$)</b>				<b>587.987,73</b>	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela B4 – Financiamento do equipamento 3

<b>Equipamento 3– Pivot 100 hectares, lâmina de 9mm</b>					
	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>	<b>Ano 4</b>	<b>Ano 5</b>
<b>Valor inicial</b>	364.000,00	397.670,00	434.454,48	474.641,51	259.272,93
<b>Juros</b>	33.670,00	36.784,48	40.187,04	43.904,34	23.982,75
<b>Valor pago no ano</b>	0,00	0,00	0,00	259.272,93	283.255,67
<b>Débito ao final do ano</b>	397.670,00	434.454,48	474.641,51	259.272,93	0,00
<b>VALOR TOTAL PAGO PELO EQUIPAMENTO (R\$)</b>				<b>542.528,60</b>	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela B5 – Financiamento do equipamento 4

<b>Equipamento 4– Pivot 100 hectares, lâmina de 4mm</b>					
	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>	<b>Ano 4</b>	<b>Ano 5</b>
<b>Valor inicial</b>	318.000,00	347.415,00	379.550,89	414.659,34	226.507,67
<b>Juros</b>	29.415,00	32.135,89	35.108,46	38.355,99	20.951,96
<b>Valor pago no ano</b>	0,00	0,00	0,00	226.507,67	247.459,63
<b>Débito ao final do ano</b>	347.415,00	379.550,89	414.659,34	226.507,67	0,00
<b>VALOR TOTAL PAGO PELO EQUIPAMENTO (R\$)</b>				<b>473.967,29</b>	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela B6 – Financiamento do equipamento 5

<b>Equipamento 5 – Pivot rebocável de 60 hectares, lâmina de 9mm</b>					
	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>	<b>Ano 4</b>	<b>Ano 5</b>
<b>Valor inicial</b>	394.000,00	430.445,00	470.261,16	513.760,32	280.641,57
<b>Juros</b>	36.445,00	39.816,16	43.499,16	47.522,83	25.959,35
<b>Valor pago no ano</b>	0,00	0,00	0,00	280.641,57	306.600,92
<b>Débito ao final do ano</b>	430.445,00	470.261,16	513.760,32	280.641,57	0,00
<b>VALOR TOTAL PAGO PELO EQUIPAMENTO (R\$)</b>				<b>587.242,50</b>	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela B7 – Financiamento do equipamento 6

<b>Equipamento 5 – Pivot rebocável de 60 hectares, lâmina de 4 mm</b>					
	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>	<b>Ano 4</b>	<b>Ano 5</b>
<b>Valor inicial</b>	346.000,00	378.005,00	412.970,46	451.170,23	246.451,74
<b>Juros</b>	32.005,00	34.965,46	38.199,77	41.733,25	22.796,79
<b>Valor pago no ano</b>	0,00	0,00	0,00	246.451,74	269.248,52
<b>Débito ao final do ano</b>	378.005,00	412.970,46	451.170,23	246.451,74	0,00
<b>VALOR TOTAL PAGO PELO EQUIPAMENTO (R\$)</b>				<b>515.700,26</b>	

Fonte: Resultados da pesquisa.

A manutenção e o seguro dos equipamentos representam anualmente, segundo Okawa (2001), 1% do valor inicial do equipamento. Evidentemente esse valor será superestimado para os primeiros anos, quando a manutenção do equipamento é menor. No entanto, durante a vida útil, os valores gastos com esses itens giram em torno dessa média. A manutenção de um pivot rebocável é cerca de 20% mais cara que a de um pivot central convencional. Para os diferentes tipos de equipamento, os valores despendidos com manutenção e seguro estão listados na Tabela B8.

Para o cálculo da depreciação do capital, optou-se pela depreciação linear, cuja fórmula é exposta a seguir (1). Como valor de sucata, adota-se 20% do valor inicial e como vida útil, adota-se 20 anos, conforme sugestão de Okawa (2001). As depreciações para os diferentes equipamentos estão na Tabela B8.



$$\text{Depreciação Linear } \left( \frac{R\$}{\text{ano}} \right) = \frac{\text{Valor inicial} - \text{Valor final (sucata)}}{\text{Vida útil (anos)}} \quad (1)$$

Tabela B8 – Depreciação, seguro e manutenção para os seis diferentes tipos de equipamento

	<b>Depreciação (R\$/ano)</b>	<b>Depreciação total na vida útil (R\$)</b>	<b>Manutenção (R\$/ano)</b>	<b>Seguro (R\$/ano)</b>	<b>Manutenção e seguro total na vida útil (R\$)</b>
1	19.584	391.680	2.448	2.448	97.920
2	15.780	315.600	1.972,5	1.972,5	78.900
3	14.560	291.200	1.820	1.820	72.800
4	12.720	254.400	1.590	1.590	63.600
5	15.760	315.200	2.364	1.970	86.680
6	13.840	276.800	2.076	1.730	84.000

Fonte: Resultados da pesquisa.

Cabe lembrar que as despesas de depreciação entram no fluxo de caixa em dois momentos: primeiro, somada aos custos, ou seja, nas saídas, para que o projeto sofra os efeitos fiscais da dedução das depreciações. Em um segundo momento, a depreciação deve ser somada às entradas, uma vez que a depreciação não representa uma saída do caixa da empresa.

O custo de energia elétrica é dividido em custo de demanda mais o consumo propriamente dito. O valor pago pela demanda serve para cobrir os custos de infra-estrutura de implantação e conservação de redes, equipamentos e materiais necessários ao transporte da energia da concessionária de energia até a unidade consumidora. Esse valor é pago em função da potência instalada (demanda contratada). O valor cobrado pela CEMIG é de R\$14,7752395 por kilowatt instalado, em meses de uso do equipamento, e 20% do valor quando o equipamento está parado. Já o consumo de energia diz respeito ao que é gasto de energia, e o preço por kilowatt hora depende do horário em que a energia é utilizada, conforme Tabela B9.

A demanda de energia, em um mês de uso do pivot central, é calculada da seguinte forma:

$$\text{Demanda } \left( \frac{R\$}{\text{mês}} \right) = \frac{R\$14,7752395}{\text{Kw.mês}} * \frac{0,736 \text{ Kw}}{\text{cv}} * \text{Potência do motor (cv)} \quad (2)$$

onde o valor 0,736 é o fator de conversão da potência dos motores, de cv (cavalo-vapor) para Kw (kilowat). Para os diferentes equipamentos, o custo de demanda é mostrado na Tabela B10.

Tabela B9 – Preço da Tarifa de Energia Elétrica, em função do horário

<b>Tarifa</b>	<b>Horário</b>	<b>Valor</b>
Horário diurno	6:00 às 18:00	R\$ 0,15405306/ KwH
Horário noturno subsidiado	21:30 às 6:00	R\$ 0,030810612/ KwH
Horário de ponta	18:00 às 21:00	R\$ 1,5405306/ KwH

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela B10 – Custo de demanda energética para os diferentes equipamentos, em uso ou parados

<b>Equipamento</b>	<b>Potência do motor</b>		<b>Demanda mensal</b>	
	<b>Em cv</b>	<b>Em kW</b>	<b>Em uso</b>	<b>Parado</b>
1	225	165,6	R\$2.446,78	R\$244,68
2	100	73,6	R\$1.087,46	R\$108,75
3	200	147,2	R\$2.174,92	R\$217,50
4	80	58,88	R\$869,97	R\$87,00
5	150	110,4	R\$1.631,19	R\$163,12
6	60	44,16	R\$652,47	R\$65,25

Fonte: Resultados da pesquisa.

O consumo de energia, por sua vez, é calculado da seguinte forma:

$$Energia (R\$) = horas\ utilizadas * potência\ (Kw) * tarifa \left( \frac{R\$}{KwH} \right) \quad (3)$$

O cálculo de consumo será feito de acordo com as horas de utilização mostradas no Quadro B1, com os resultados mostrados na Tabela B12. Para equipamentos com lâmina de 9mm, considera-se 15 horas por dia de funcionamento quando o pivot estiver ocupado com cereais. Para cereais, considera-se ainda 2 safras por ano – irriga-se em torno de 150-200mm

na safra de verão e 300-350mm na safra de inverno, totalizando 500mm irrigados ao ano. Equipamentos com vazão menor (4mm) não são recomendados para cereais, pois, não conseguem suprir a demanda hídrica dessas culturas em fases críticas e, além disso, teriam que funcionar em horário de ponta, onde a tarifa de energia é cinquenta vezes maior que no horário noturno subsidiado, encarecendo substancialmente o custo do milímetro irrigado. Para cereais, desconsidera-se também o uso dos equipamentos rebocáveis, pois são culturas que utilizam o equipamento durante o ano todo, não sendo possível mover o equipamento.

Se o pivot estiver cultivado com cana-de-açúcar, considera-se o funcionamento de 12 e 15 horas por dia, para equipamentos com lâminas de 4 e 9 mm, respectivamente. Neste caso, pode-se utilizar os equipamentos rebocáveis, plantando as lavouras em diferentes épocas, fazendo-se o seguinte manejo: remove-se a parte aérea do pivot de uma lavoura já grande para uma área recém-plantada de cana de açúcar. Desta forma, o equipamento projetado, de 60 hectares, irá irrigar 120 hectares – 600mm por ano.

O volume total irrigado, para se diluir o custo total do pivô central é calculado multiplicando o volume irrigado por hectare pela área do pivot e pelos anos de horizonte do projeto. Assim, os equipamentos irrigam um volume mostrado pela Tabela B11.

Quadro B1 – Funcionamento e volume de água irrigado por diferentes equipamentos em situações diversas

Equipamento	Cereais (2 safras/ano)		Cana-de-açúcar	
	Funcionamento	Irrigação anual	Funcionamento	Irrigação anual
1	15 horas/dia 10 meses/ano	500mm	12 horas/dia 6 meses/ano	300mm
2	--	--	15 horas/dia 6 meses/ano	300mm
3	15 horas/dia 10 meses/ano	500mm	12 horas/dia 6 meses/ano	300mm
4	--	--	15 horas/dia 6 meses/ano	300mm
5	--	--	15 horas/dia 12 meses/ano	600mm
6	--	--	12 horas/dia 12 meses/ano	600mm

Tabela B11 – Volume total irrigado por equipamento de pivot central, durante a vida útil, em mil milímetros

Cultura irrigada	Equipamento					
	1	2	3	4	5	6
Cana-de-açúcar	900	900	600	600	720	720
Cereais	1500	---	1000	---	---	---

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela B12 – Consumo de energia nos diferentes equipamentos em situações diversas

Equipamento	Cereais (2 safras/ano)		Cana-de-açúcar	
	Valor mensal <sup>1</sup>	Valor anual <sup>2</sup>	Valor mensal <sup>1</sup>	Valor anual <sup>2</sup>
1	R\$4.796,10	R\$47.961,03	R\$3.142,98	R\$18.857,87
2	--	--	R\$2.131,60	R\$12.789,61
3	R\$4.263,20	R\$42.632,03	R\$2.793,76	R\$16.762,55
4	--	--	R\$1.705,28	R\$10.231,69
5	--	--	R\$2.095,32	R\$25.143,83
6	--	--	R\$1.278,96	R\$15.347,53

<sup>1</sup>: Considera-se uso otimizado de energia, ou seja, aproveitando ao máximo o horário noturno subsidiado. As horas que ultrapassam o horário noturno foram consideradas no horário diurno, e não no horário de ponta.

<sup>2</sup>: Considera-se os meses de uso do Quadro B1.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Com relação à mão-de-obra, seu custo foi calculado considerando-se o uso de 1,2 horas de trabalho de um “pivozeiro”<sup>18</sup> por dia (para pivot convencional) e 2 horas para o pivot rebocável, durante os meses de uso do equipamento. O salário, na região, de um profissional com esses conhecimentos gira em torno de R\$1.500,00 (salário + encargos) – o custo da hora trabalhada é, portanto, R\$8,52. Durante os meses de uso do equipamento, tem-se um

<sup>18</sup> “Pivozeiro” é o nome popular do profissional responsável pela operação do pivot central, que engloba tarefas como ligar e desligar o equipamento, desentupir bicos, conferir o funcionamento e alinhamento das torres, calibra pneus, etc.

dispêndio ao redor de R\$383,52 e R\$511,36 respectivamente, para pivot convencional e rebocável.

Em relação à água, os equipamentos de irrigação exigem uma boa e farta fonte. Algumas propriedades possuem rios, outras fazem infra-estrutura de tanques ou barragens. No caso do projeto Entre Ribeiros, existe uma infra-estrutura pública de bombeamento e canais. A água é bombeada do córrego Entre Ribeiros e colocada nos canais de distribuição, que passam por todo o projeto e de onde os pivots captam. O custo de manutenção dessa estrutura é rateado entre os irrigantes. Os custos no projeto Entre Ribeiros são divididos em custo fixo, que independe do volume irrigado e custos variáveis, que são função do volume irrigado. Os custos chamados de fixos englobam compra de equipamentos, manutenção, assistência técnica e custos de escritório. Já os custos variáveis englobam os custos de demanda e consumo de energia elétrica para bombeamento e mão-de-obra para operação dos equipamentos.

Tabela B13 – Custo de água do projeto Entre-Ribeiros, em reais de dezembro de 2008

<b>Mês/ Ano</b>	<b>Custo fixo (R\$/ha)</b>	<b>Custo variável (R\$/m<sup>3</sup> irrigado)</b>
Junho 2007	11,02	0,023055
Julho 2007	11,36	0,022072
Agosto 2007	11,26	0,025044
Setembro 2007	10,33	0,021942
Outubro 2007	11,56	0,032239
Novembro 2007	12,10	0,033278
Dezembro 2007	12,68	0,046788
Janeiro 2008	14,23	0,046337
Fevereiro 2008	15,70	0,049197
Março 2008	14,12	0,048598
Abril 2008	20,65	0,025009
Mai 2008	20,71	0,024838
Junho 2008	14,42	0,027829
Julho 2008	24,57	0,030888
Agosto 2008	22,43	0,036635
Setembro 2008	21,49	0,031352
Outubro 2008	23,24	0,032809
Novembro 2008	25,68	0,054606
<b>MÉDIA</b>	<b>R\$16,53</b>	<b>0,034029</b>

Fonte: Acesso a base contábil e documental da Associação de Irrigantes do Entre Ribeiros.

Para a estimação do custo da água, utilizou-se os valores médios do custo fixo e do custo variável. Por exemplo, para um equipamento de 100 hectares, o valor fixo pago por mês é de R\$1.653,00. Se este equipamento irrigar 300 mm por ano (300.000 m<sup>3</sup>), o valor gasto com os custos variáveis será de R\$10.208,59 ao ano.

Uma vez enumerados os custos, pode-se fazer o somatório geral dos custos, para se chegar a um custo por milímetro irrigado. As Tabelas B14,a B17, a seguir, mostram o somatório dos custos de irrigação por pivot central, em diferentes equipamentos, e a representatividade de cada item de custo. As tabelas foram separadas da seguinte forma: custo de irrigação de cereais (Tabela B14), custo de irrigação de cana-de-açúcar em equipamentos dimensionados para cereais (Tabela B15), em equipamentos de menor vazão, adequados à cana-de-açúcar (Tabela B16) e em equipamentos rebocáveis (B17).

Cabe lembrar novamente que a depreciação não entra no cálculo do custo do milímetro irrigado em virtude do que foi explicado anteriormente; a depreciação não representa uma saída do caixa da empresa.

Tabela B14 – Custo médio de irrigação de cereais durante a vida útil dos equipamentos 1 e 3

<b>Itens</b>	<b>Equipamento 1</b>		<b>Equipamento 3</b>	
Aquisição	489.600,00	12,68%	364.000,00	12,07%
Juros	240.130,78	6,22%	178.528,60	5,92%
Depreciação	391.680,00	10,15%	291.200,00	9,65%
Energia – demanda	499.143,05	12,93%	443.682,71	14,71%
Energia – consumo	959.220,62	24,85%	852.640,55	28,27%
Manutenção e seguro	97.920,00	2,54%	72.800,00	2,41%
Mão-de-obra	76.704,55	1,99%	76.704,55	2,54%
Água	1.105.513,78	28,64%	737.009,19	24,43%
<b>TOTAL</b>	<b>R\$3.859.912,78</b>	<b>100,00%</b>	<b>R\$3.016.565,60</b>	<b>100,00%</b>
<b>Custo geral<sup>1</sup></b>	<b>R\$1,83</b>		<b>R\$2,18</b>	
<b>Custo final<sup>2</sup></b>	<b>R\$2,57</b>		<b>R\$3,02</b>	

<sup>1</sup>: Custo não incluindo os custos de aquisição, juros e depreciação, em R\$/ mm irrigado.

<sup>2</sup>: Custo final, incluindo os custos de aquisição e juros, em R\$/ mm irrigado.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela B15 – Custo médio de irrigação de cana-de-açúcar durante a vida útil dos equipamentos 1 e 3, dimensionados para irrigação de cereais (lâmina de 9mm)

<b>Itens</b>	<b>Equipamento 1</b>		<b>Equipamento 3</b>	
Aquisição	489.600,00	17,08%	364.000,00	16,73%
Juros	240.130,78	8,38%	178.528,60	8,21%
Depreciação	391.680,00	13,66%	291.200,00	13,38%
Energia – demanda	322.974,92	11,27%	287.088,81	13,19%
Energia – consumo	377.157,38	13,16%	335.251,01	15,41%
Manutenção e seguro	97.920,00	3,42%	72.800,00	3,35%
Mão-de-obra	46.022,73	1,61%	46.022,73	2,12%
Água	901.342,01	31,44%	600.894,67	27,62%
<b>TOTAL</b>	<b>2.866.827,82</b>	<b>100,00%</b>	<b>2.175.785,82</b>	<b>100,00%</b>
<b>Custo geral<sup>1</sup></b>	<b>R\$1,94</b>		<b>R\$2,24</b>	
<b>Custo final<sup>2</sup></b>	<b>R\$3,19</b>		<b>R\$3,63</b>	

<sup>1</sup>: Custo não incluindo os custos de aquisição, juros e depreciação, em R\$/ mm irrigado.

<sup>2</sup>: Custo final, incluindo os custos de aquisição e juros, em R\$/ mm irrigado.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela B16 – Custo médio de irrigação de cana-de-açúcar durante a vida útil dos equipamentos 2 e 4, adequados à cultura (lâmina de 4mm)

<b>Itens</b>	<b>Equipamento 2</b>		<b>Equipamento 4</b>	
Aquisição	394.500,00	16,94%	318.000,00	18,09%
Juros	193.487,73	8,31%	155.967,29	8,87%
Depreciação	315.600,00	13,55%	254.400,00	14,47%
Energia – demanda	143.544,41	6,16%	114.835,53	6,53%
Energia – consumo	255.792,17	10,98%	204.633,73	11,64%
Manutenção e seguro	78.900,00	3,39%	63.600,00	3,62%
Mão-de-obra	46.022,73	1,98%	46.022,73	2,62%
Água	901.342,01	38,70%	600.894,67	34,17%
<b>TOTAL</b>	<b>2.329.189,04</b>	<b>100,00%</b>	<b>1.758.353,95</b>	<b>100,00%</b>
<b>Custo geral<sup>1</sup></b>	<b>R\$1,58</b>		<b>R\$1,82</b>	
<b>Custo final<sup>2</sup></b>	<b>R\$2,59</b>		<b>R\$2,93</b>	

<sup>1</sup>: Custo não incluindo os custos de aquisição, juros e depreciação, em R\$/ mm irrigado.

<sup>2</sup>: Custo final, incluindo os custos de aquisição e juros, em R\$/ mm irrigado.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela B17 – Custo médio de irrigação de cana-de-açúcar durante a vida útil dos equipamentos rebocáveis

<b>Itens</b>	<b>Equipamento 5</b>		<b>Equipamento 6</b>	
Aquisição	394.000,00	15,83%	346.000,00	17,85%
Juros	193.242,50	7,76%	169.700,26	8,76%
Depreciação	315.200,00	12,66%	276.800,00	14,28%
Energia – demanda	391.484,75	15,73%	156.593,90	8,08%
Energia – consumo	502.876,51	20,20%	306.950,60	15,84%
Manutenção e seguro	86.680,00	3,48%	76.120,00	3,93%
Mão-de-obra	122.727,27	4,93%	122.727,27	6,33%
Água	483.039,87	19,41%	483.039,87	24,93%
<b>TOTAL</b>	<b>2.489.250,89</b>	<b>100,00%</b>	<b>1.937.931,90</b>	<b>100,00%</b>
<b>Custo geral<sup>1</sup></b>	<b>R\$2,20</b>		<b>R\$1,59</b>	
<b>Custo final<sup>2</sup></b>	<b>R\$3,46</b>		<b>R\$2,69</b>	

<sup>1</sup>: Custo não incluindo os custos de aquisição, juros e depreciação, em R\$/ mm irrigado.

<sup>2</sup>: Custo final, incluindo os custos de aquisição e juros, em R\$/ mm irrigado.

Fonte: Resultados da pesquisa.

O comparativo dos custos finais está exposto na Tabela B18. Os resultados estão dentro do que se espera: dentro do mesmo tipo de equipamento, áreas maiores diluem o custo de irrigação – vide o custo do equipamento 1 em comparação com o 3, e o do 2 em comparação com o 4. Além disso, os valores mostram que um equipamento dimensionado especificamente para a cultura a ser irrigada se mostra vantajoso; o uso de equipamentos de maior vazão, adequados à irrigação de cereais, é possível para a cana-de-açúcar, no entanto, o custo da irrigação é elevado substancialmente.

Em virtude dos custos, os equipamentos utilizados na análise deste trabalho serão os equipamentos 1 e 2. Para a montagem do fluxo de caixa, serão utilizados os valores de custo geral para cada equipamento, uma vez que estarão presentes no fluxo de caixa os valores referentes à aquisição e juros. Além disso, deve-se levar em conta o que foi anteriormente dito acerca da depreciação.



Tabela B18 – Comparativo dos custos médios finais de irrigação

Equipamento	Cereais		Cana-de-açúcar	
	Custo geral	Custo final	Custo geral	Custo final
1	<b>R\$1,83</b>	<b>R\$2,57</b>	R\$1,94	R\$3,19
2	---	---	<b>R\$1,58</b>	<b>R\$2,59</b>
3	R\$2,18	R\$3,02	R\$2,24	R\$3,63
4	---	---	R\$1,82	R\$2,93
5	---	---	R\$2,20	R\$3,46
6	---	---	R\$1,59	R\$2,69

Fonte: Resultados da pesquisa.

## APÊNDICE C

### Comportamento dos preços da cana-de-açúcar, feijão, milho e soja.

#### C.1 Comportamento dos preços da tonelada de cana-de-açúcar, de janeiro de 1999 a dezembro de 2008.

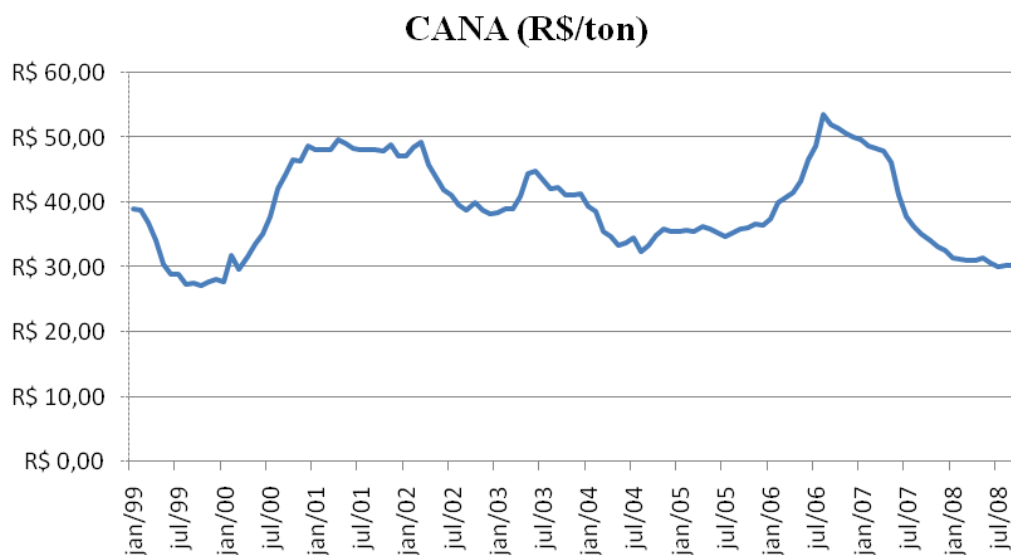


Figura C1 – Preço mensal da cana-de-açúcar, de janeiro de 1999 a dezembro de 2008

Fonte: Agrianual 2009.

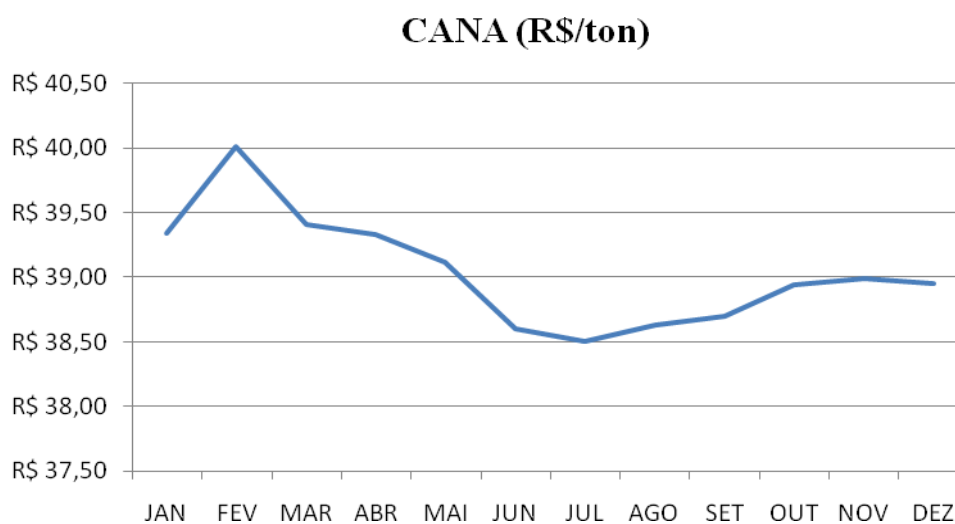


Figura C2 – Flutuação do preço médio da tonelada de cana-de-açúcar ao longo do ano, considerando o período de janeiro de 1999 a dezembro de 2008

Fonte: Agrianual 2009.

**C.2 Comportamento dos preços da saca de feijão carioca, de janeiro de 1999 a dezembro de 2008.**

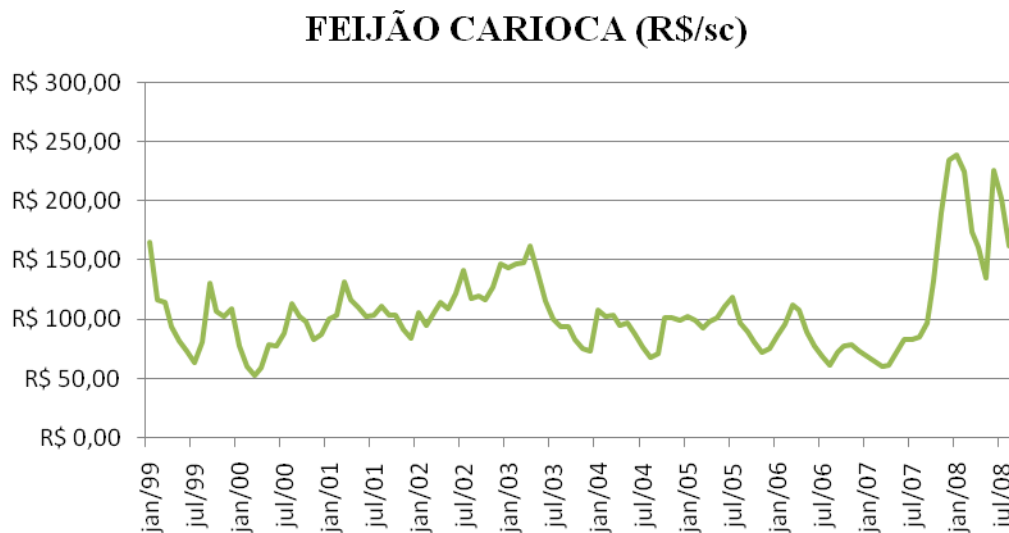


Figura C3 – Preço mensal da saca de feijão carioca, de janeiro de 1999 a dezembro de 2008

Fonte: Agrianual 2009.

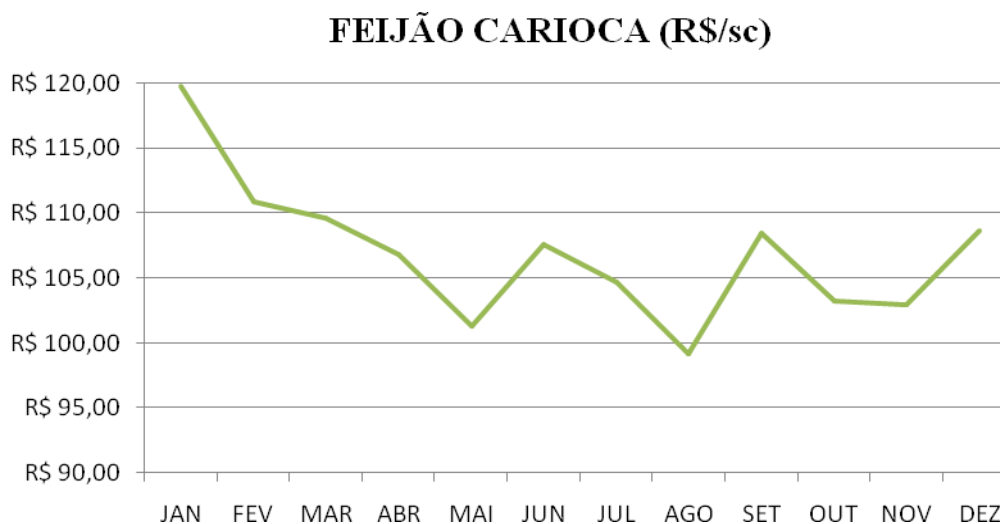


Figura C4 – Flutuação do preço médio da saca de feijão carioca ao longo do ano, considerando o período de janeiro de 1999 a dezembro de 2008

Fonte: Agrianual 2009.

**C.3 Comportamento dos preços da saca de milho, de janeiro de 1999 a dezembro de 2008.**

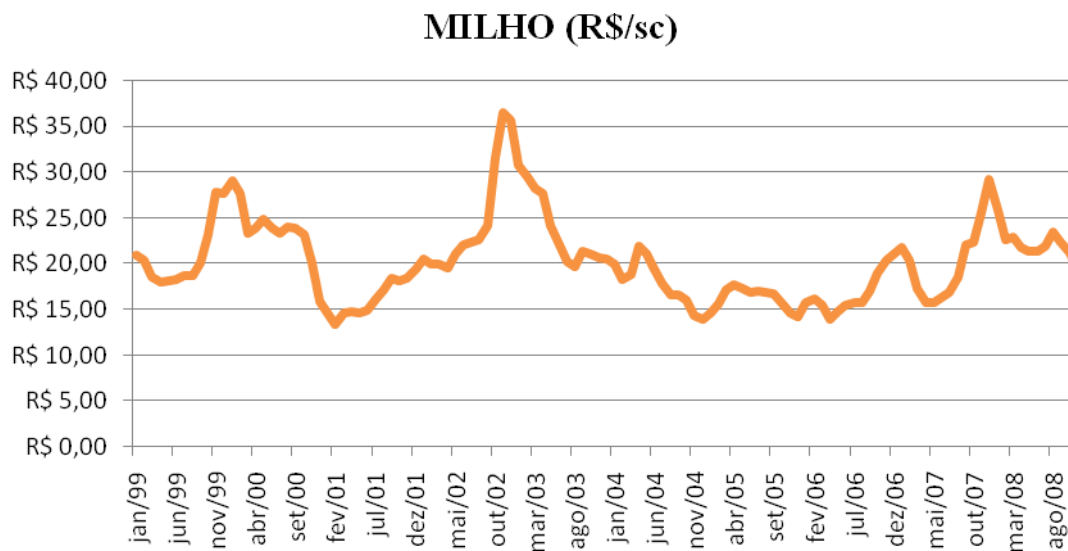


Figura C5 – Preço mensal da saca de milho, de janeiro de 1999 a dezembro de 2008

Fonte: Agrianual 2009.

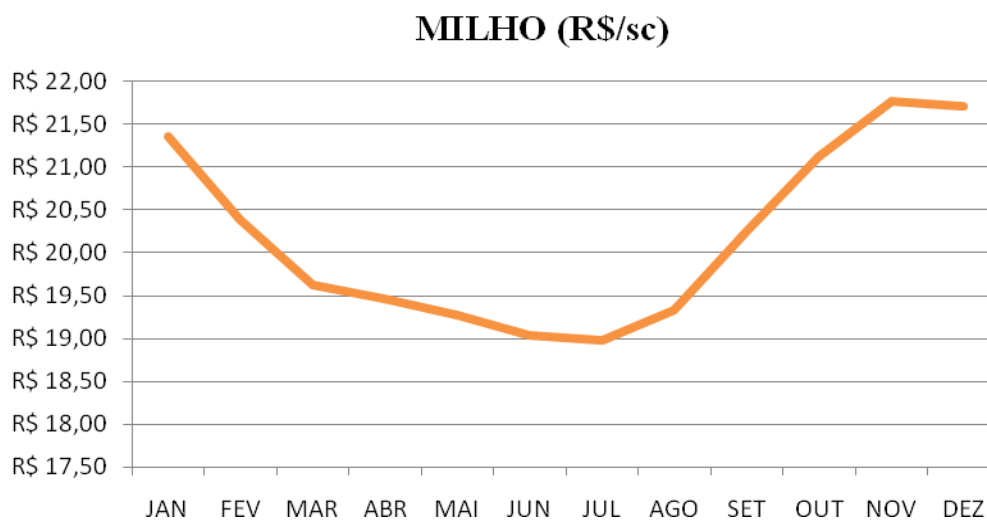


Figura C6 – Flutuação do preço médio da saca de milho ao longo do ano, considerando o período de janeiro de 1999 a dezembro de 2008

Fonte: Agrianual 2009.

**C.4 Comportamento dos preços da saca de soja, de janeiro de 1999 a dezembro de 2008.**

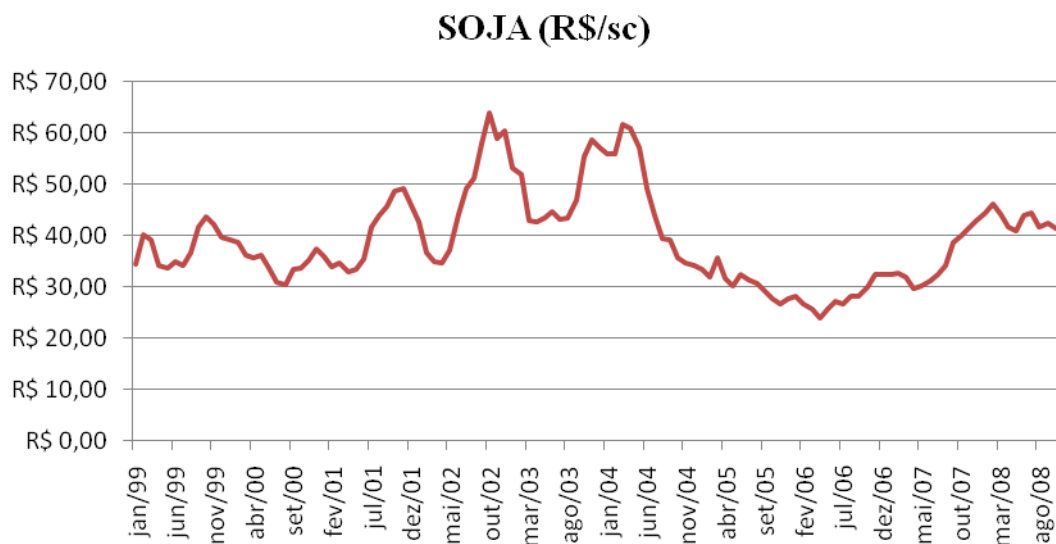


Figura C7 – Preço mensal da saca de soja, de janeiro de 1999 a dezembro de 2008

Fonte: Agrianual 2009.

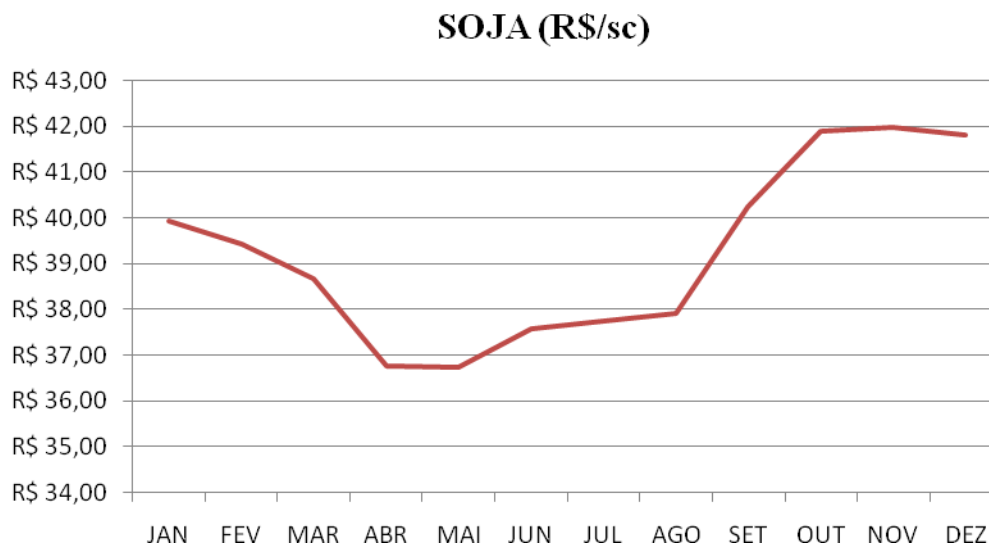


Figura C8 – Flutuação do preço médio da saca de soja ao longo do ano, considerando o período de janeiro de 1999 a dezembro de 2008

Fonte: Agrianual 2009.

## APÊNDICE D – CONSTRUÇÃO DOS HISTOGRAMAS

Um histograma é montado através das seguintes etapas: obtenção dos dados, obtenção dos valores mínimos e máximos, cálculo da amplitude dos dados<sup>19</sup>, determinação do número de classes<sup>20</sup>, cálculo da amplitude de cada classe<sup>21</sup>, determinação do limite de cada classe e, por fim, a construção da tabela e/ou do gráfico da distribuição. Para as variáveis de preço da cana-de-açúcar, soja, milho e feijão, tem-se os dados apresentados nas Tabela D1 e D2, a seguir. Os gráficos dos histogramas são apresentados na Figuras D1 a D4.

Tabela D1 – Construção do histograma das variáveis de preço

	<b>Cana-de-açúcar (R\$/ton)</b>	<b>Feijão (R\$/sc)</b>	<b>Milho (R\$/sc)</b>	<b>Soja (R\$/sc)</b>	
Valor mínimo	R\$27,12	R\$52,80	R\$13,35	R\$23,88	
Valor máximo	R\$53,51	R\$238,53	R\$36,48	R\$63,85	
Número de dados	120	120	120	120	
Amplitude dos dados	R\$26,39	R\$185,73	R\$23,13	R\$39,97	
Número de classes	10	10	10	10	
Amplitude de cada classe	R\$2,64	R\$18,57	R\$2,31	R\$4,00	
<hr/>					
Limites das classes	1: Até...	R\$ 29,76	R\$ 71,37	R\$ 15,66	R\$ 27,87
	2: Até...	R\$ 32,40	R\$ 89,95	R\$ 17,98	R\$ 31,87
	3: Até...	R\$ 35,04	R\$ 108,52	R\$ 20,29	R\$ 35,87
	4: Até...	R\$ 37,68	R\$ 127,09	R\$ 22,60	R\$ 39,87
	5: Até...	R\$ 40,32	R\$ 145,67	R\$ 24,92	R\$ 43,86
	6: Até...	R\$ 42,96	R\$ 164,24	R\$ 27,23	R\$ 47,86
	7: Até...	R\$ 45,60	R\$ 182,81	R\$ 29,54	R\$ 51,86
	8: Até...	R\$ 48,24	R\$ 201,39	R\$ 31,85	R\$ 55,85
	9: Até...	R\$ 50,87	R\$ 219,96	R\$ 34,17	R\$ 59,85
	10: Até...	R\$ 53,51	R\$ 238,53	R\$ 36,48	R\$ 63,85

Fonte: Resultados da pesquisa.

<sup>19</sup> A amplitude dos dados é calculada através da subtração entre os valores extremos, ou seja: **Amplitude = Valor máximo – Valor mínimo.**

<sup>20</sup> O número de classes é determinado em função do número de dados. Para o caso dos preços, tem-se 120 dados (dados mensais de 10 anos). O número de classes recomendado é entre 7 e 12 classes.

<sup>21</sup> A amplitude de cada classe é calculada através da razão entre a amplitude dos dados e o número de classes escolhidas.

Tabela D2 – Frequências de ocorrência dos dados de preço em cada classe

Classes	Cana-de-açúcar (R\$/ton)	Feijão (R\$/sc)	Milho (R\$/sc)	Soja (R\$/sc)
1	9	12	17	9
2	16	30	25	14
3	13	37	24	32
4	18	17	26	14
5	15	9	14	22
6	12	6	2	10
7	6	2	8	5
8	15	1	2	4
9	13	2	0	6
10	3	4	2	4
<b>TOTAL</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>

Fonte: Resultados da pesquisa.

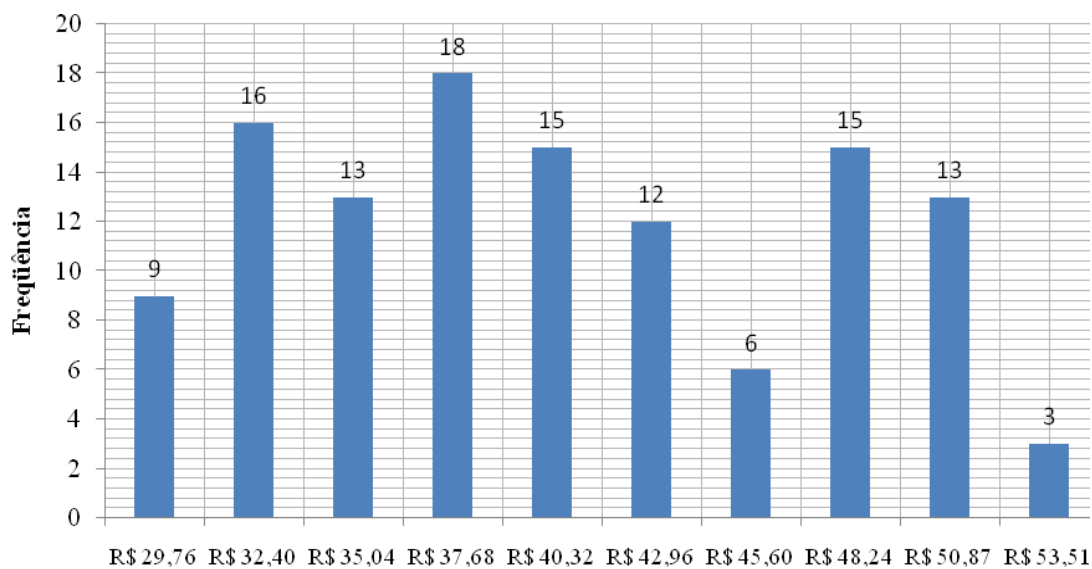


Figura D1 – Histograma dos preços da cana-de-açúcar (R\$/tonelada)

Fonte: Resultados da pesquisa.

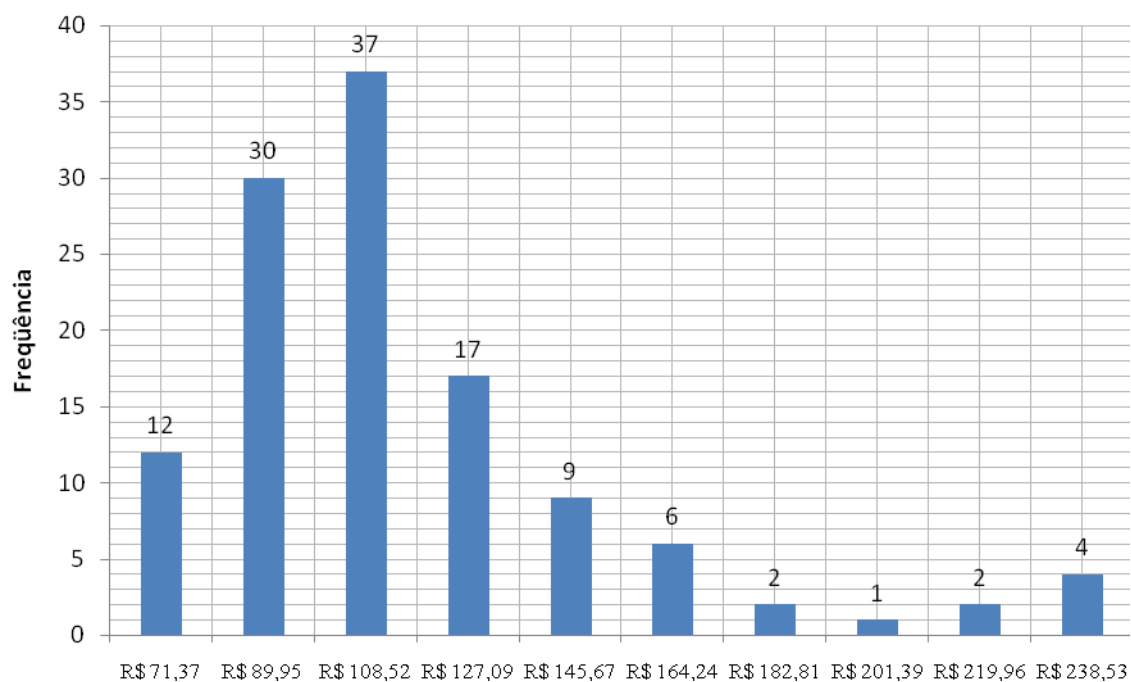


Figura D2 – Histograma dos preços do feijão carioca (R\$/sc)

Fonte: Resultados da pesquisa.

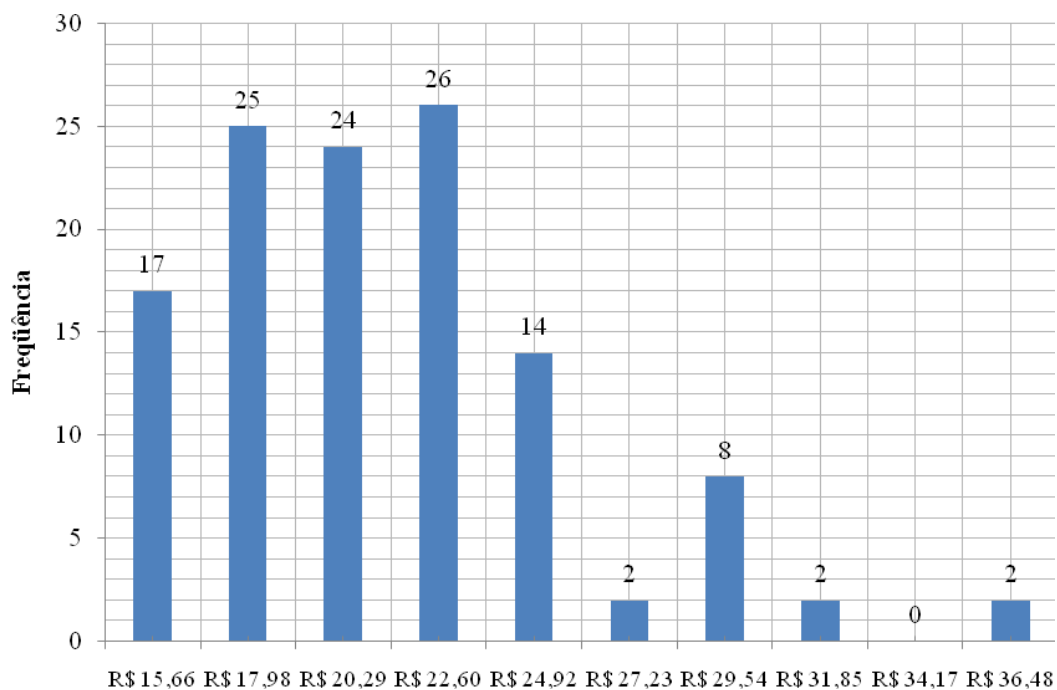


Figura D3 – Histograma dos preços do milho (R\$/sc)

Fonte: Resultados da pesquisa.



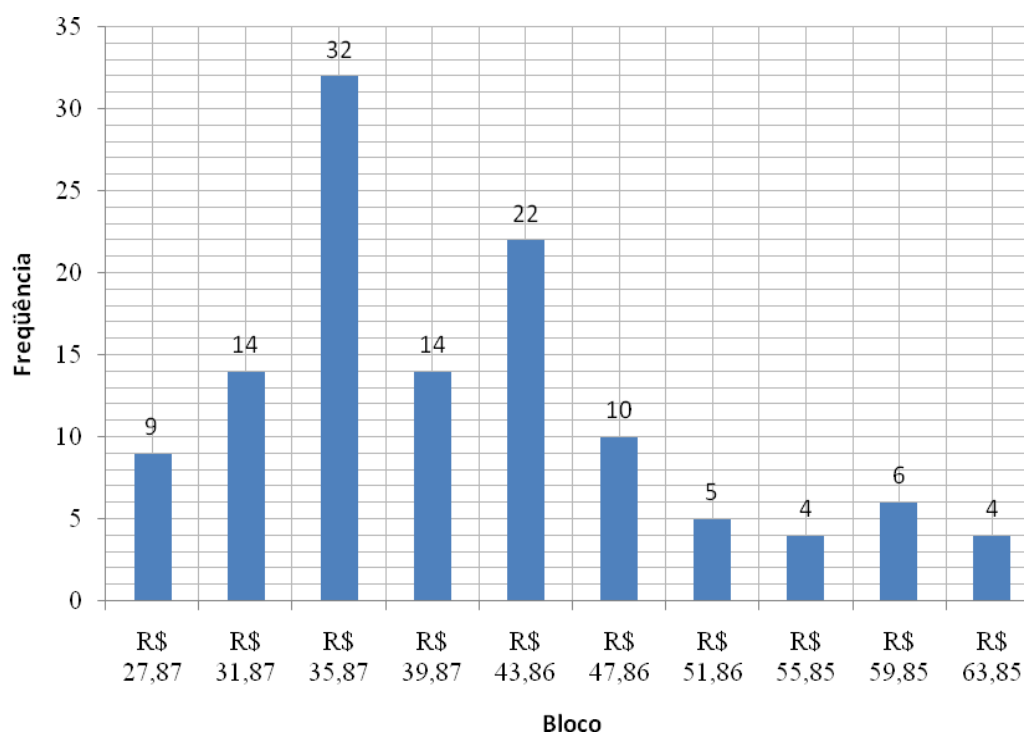


Figura D4 – Histograma dos preços da soja (R\$/sc)

Fonte: Resultados da pesquisa.

**APÊNDICE E**  
**GASTOS NA PRODUÇÃO DAS DIFERENTES CULTURAS**

**1. Gasto com produção da Cana-de-Açúcar Irrigada por Pivot Central, por hectare.**

Quadro E1 – Fluxo de caixa representativo do gasto com produção de um hectare de cana-de-açúcar irrigada por pivot central, em 7 cortes, no município de Paracatu-MG (Projeto Entre Ribeiros). Os gastos com milímetro irrigado referente à um equipamento de pivot central de 150 hectares e lâmina de 4mm

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	Valor unitário	1º ANO		2º ANO		3º ANO		4º ANO	
			Qtd	Valor	Qtd	Valor	Qtd	Valor	Qtd	Valor
<b>1. Análise de solo</b>										
Amostragem de solo	Hora Equipe Técnica	30,00	0,05	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Laboratório	Preço análise	37,00	0,02	0,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Sub-total 1</b>				<b>2,24</b>		<b>0,00</b>		<b>0,00</b>		<b>0,00</b>
<b>2. Calagem e Gessagem</b>										
Calcário	R\$/tonelada	51,00	3,50	178,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gessagem	R\$/tonelada	53,00	1,00	53,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Distribuição de calcário ou gesso	HM trator 75cv 4x2 + concha	63,00	0,13	8,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	HM TP 75cv 4x2 + distribuidor 2,5m <sup>3</sup>	84,00	0,80	67,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,93	10,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Transporte de insumos	HM TP 75cv + carreta 4 toneladas	61,00	0,10	6,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Sub-total 2</b>				<b>324,17</b>		<b>0,00</b>		<b>0,00</b>		<b>0,00</b>

Quadro E1, Continuação

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	Valor unitário	1º ANO		2º ANO		3º ANO		4º ANO	
			Qtd	Valor	Qtd	Valor	Qtd	Valor	Qtd	Valor
<b>3. Preparo do Solo</b>										
Subsolagem	HM TP 120cv + subsolador	102,00	1,67	170,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gradagem pesada	HM TP 120cv + grade pesada 12 discos	130,00	1,00	130,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gradagem média	HM TP 120cv + grade média	110,00	0,80	88,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Herbicida Pré-Plantio (Trifluralina)	R\$/L	13,90	2,00	27,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aplicação Herbicida pré-plantio	HM TP 75cv 4x2 + pulverizador barra 18m	84,00	0,20	16,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nivelagem	HM TP 120cv + grade niveladora	110,00	0,45	49,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	4,62	54,29	0,50	5,88	0,50	5,88	0,50	5,88
Conservação sistema viário	HM TP + plaina traseira	60,00	0,50	30,00	0,50	30,00	0,50	30,00	0,50	30,00
<b>Sub-total 3</b>				<b>566,73</b>		<b>35,88</b>		<b>35,88</b>		<b>35,88</b>
<b>4.Plantio</b>										
Muda	R\$/tonelada	60,00	12,00	720,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Adubo 5-25-25	R\$/tonelada	1.200,00	0,60	720,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sulcação + adubação	HM TP 100cv + sulcador adubador	90,00	1,67	150,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mão-de-obra de plantio	R\$/há	450,00	1,00	450,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cobertura com aplicação de inseticida	HM TP 70 cv + tapador	60,00	0,83	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Quadro E1, Continuação

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	Valor unitário	1º ANO		2º ANO		3º ANO		4º ANO	
			Qtd	Valor	Qtd	Valor	Qtd	Valor	Qtd	Valor
<b>4. Plantio (continuação)</b>										
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	2,50	29,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inseticida Regent 80W	R\$/kg	589,00	0,25	147,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Combate à formiga	R\$/há	10,00	1,00	10,00	1,00	10,00	1,00	10,00	1,00	10,00
<b>Sub-total 4</b>				<b>2.276,96</b>		<b>10,00</b>		<b>10,00</b>		<b>10,00</b>
<b>5. Tratos culturais</b>										
Herbicidas cana-planta	R\$/há	290,00	1,00	290,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Herbicidas cana-soca	R\$/há	128,80	0,00	0,00	1,00	128,80	1,00	128,80	1,00	128,80
Aplicação de Herbicidas	HM TP 75cv 4x2 + pulverizador barra 18m	84,00	0,40	33,60	0,20	16,80	0,20	16,80	0,20	16,80
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,40	4,70	0,20	2,35	0,20	2,35	0,20	2,35
Fertilizantes cana soca	R\$/tonelada	1.100,00	0,00	0,00	0,50	550,00	0,50	550,00	0,50	550,00
Distribuição fertilizantes	R\$/há	80,00	0,00	0,00	1,00	80,00	1,00	80,00	1,00	80,00
Capina manual	R\$/há	60,00	1,00	60,00	0,33	19,80	0,33	19,80	0,33	19,80
Transporte interno de insumos	HM caminhonete F-1000	25,00	0,40	10,00	0,40	10,00	0,40	10,00	0,40	10,00
<b>Sub-total 5</b>				<b>398,30</b>		<b>807,75</b>		<b>807,75</b>		<b>807,75</b>
<b>6. Colheita e pós-colheita</b>										
Corte, carregamento e transporte (CCT)	R\$/ton	15,00	150,00	2.250,00	150	2.250,00	132,0	1.980,00	116,16	1.742,40
<b>Sub-total 6</b>				<b>2.250,00</b>		<b>2.250,00</b>		<b>1.980,00</b>		<b>1.742,40</b>

Quadro E1, Continuação

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	Valor unitário	1º ANO		2º ANO		3º ANO		4º ANO	
			Qtd	Valor	Qtd	Valor	Qtd	Valor	Qtd	Valor
<b>7. Administração</b>										
Mão-de-obra administrativa	R\$/ha	19,85	1,00	19,85	1,00	19,85	1,00	19,85	1,00	19,85
Assistência técnica	R\$/ha	12,00	1,00	12,00	1,00	12,00	1,00	12,00	1,00	12,00
Contabilidade/Escritório	R\$/ha	10,80	1,00	10,80	1,00	10,80	1,00	10,80	1,00	10,80
Luz/ telefone	R\$/ha	13,50	1,00	13,50	1,00	13,50	1,00	13,50	1,00	13,50
Conservação e Depreciação de Benfeitorias	R\$/ha	12,00	1,00	12,00	1,00	12,00	1,00	12,00	1,00	12,00
Viagens	R\$/ha	5,40	1,00	5,40	1,00	5,40	1,00	5,40	1,00	5,40
Impostos e Taxas	%	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00
<b>Sub-total 7</b>				<b>73,55</b>		<b>73,55</b>		<b>73,55</b>		<b>73,55</b>
<b>8. Irrigação</b>										
Irrigação por pivot central	R\$/mm	1,58	300,00	474,00	300,00	474,00	300,00	474,00	300,00	474,00
<b>Sub-total 8</b>				<b>474,00</b>		<b>474,00</b>		<b>474,00</b>		<b>474,00</b>

Quadro E1, Continuação

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	Valor unitário	5º ANO		6º ANO		7º ANO	
			Qtd	Valor	Qtd	Valor	Qtd	Valor
<b>1. Análise de solo</b>								
Amostragem de solo	Hora Equipe Técnica	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Laboratório	Preço análise	37,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Sub-total 1</b>				<b>0,00</b>		<b>0,00</b>		<b>0,00</b>
<b>2. Calagem e Gessagem</b>								
Calcário	R\$/tonelada	51,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gessagem	R\$/tonelada	53,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Distribuição de calcário ou gesso	HM trator 75cv 4x2 + concha	63,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	HM TP 75cv 4x2 + distribuidor 2,5m <sup>3</sup>	84,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Transporte de insumos	HM TP 75cv + carreta 4 toneladas	61,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Sub-total 2</b>				<b>0,00</b>		<b>0,00</b>		<b>0,00</b>
<b>3. Preparo do Solo</b>								
Subsolagem	HM TP 120cv + subsolador	102,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gradagem pesada	HM TP 120cv + grade pesada 12 discos	130,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gradagem média	HM TP 120cv + grade média	110,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Herbicida Pré-Plantio (Trifluralina)	R\$/L	13,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aplicação Herbicida pré-plantio	HM TP 75cv 4x2 + pulverizador barra 18m	84,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nivelagem	HM TP 120cv + grade niveladora	110,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,50	5,88	0,50	5,88	0,50	5,88
Conservação sistema viário	HM TP + plaina traseira	60,00	0,50	30,00	0,50	30,00	0,50	30,00
<b>Sub-total 3</b>				<b>35,88</b>		<b>35,88</b>		<b>35,88</b>

Quadro E1, Continuação

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	Valor unitário	5º ANO		6º ANO		7º ANO	
			Qtd	Valor	Qtd	Valor	Qtd	Valor
<b>4.Plantio</b>								
Muda	R\$/tonelada	60,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Adubo 5-25-25	R\$/tonelada	1.200,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sulcação + adubação	HM TP 100cv + sulcador adubador	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mão-de-obra de plantio	R\$/há	450,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cobertura com aplicação de inseticida	HM TP 70 cv + tapador	60,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inseticida Regent 80W	R\$/kg	589,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Combate à formiga	R\$/há	10,00	1,00	10,00	1,00	10,00	1,00	10,00
<b>Sub-total 4</b>				<b>10,00</b>		<b>10,00</b>		<b>10,00</b>
<b>5. Tratos culturais</b>								
Herbicidas cana-planta	R\$/há	290,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Herbicidas cana-soca	R\$/há	128,80	1,00	128,80	1,00	128,80	1,00	128,80
Aplicação de Herbicidas	HM TP 75cv 4x2 + pulverizador barra 18m	84,00	0,20	16,80	0,20	16,80	0,20	16,80
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,20	2,35	0,20	2,35	0,20	2,35
Fertilizantes cana soca	R\$/tonelada	1.100,00	0,50	550,00	0,50	550,00	0,50	550,00
Distribuição fertilizantes	R\$/há	80,00	1,00	80,00	1,00	80,00	1,00	80,00
Capina manual	R\$/há	60,00	0,33	19,80	0,33	19,80	0,33	19,80
Transporte interno de insumos	HM caminhonete F-1000	25,00	0,40	10,00	0,40	10,00	0,40	10,00
<b>Sub-total 5</b>				<b>807,75</b>		<b>807,75</b>		<b>807,75</b>

Quadro E1, Continuação

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	Valor unitário	5º ANO		6º ANO		7º ANO	
			Qtd	Valor	Qtd	Valor	Qtd	Valor
<b>6. Colheita e pós-colheita</b>								
Corte, carregamento e transporte (CCT)	R\$/ton	15,00	102,22	1.533,31	89,95	1.349,31	79,16	1.1.87,40
<b>Sub-total 6</b>				<b>1.533,31</b>		<b>1.349,31</b>		<b>1.1.87,40</b>
<b>7. Administração</b>								
Mão-de-obra administrativa	R\$/ha	19,85	1,00	19,85	1,00	19,85	1,00	19,85
Assistência técnica	R\$/ha	12,00	1,00	12,00	1,00	12,00	1,00	12,00
Contabilidade/Escritório	R\$/ha	10,80	1,00	10,80	1,00	10,80	1,00	10,80
Luz/ telefone	R\$/ha	13,50	1,00	13,50	1,00	13,50	1,00	13,50
Conservação e Depreciação de Benfeitorias	R\$/ha	12,00	1,00	12,00	1,00	12,00	1,00	12,00
Viagens	R\$/ha	5,40	1,00	5,40	1,00	5,40	1,00	5,40
Impostos e Taxas	%	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00
<b>Sub-total 7</b>				<b>73,55</b>		<b>73,55</b>		<b>73,55</b>
<b>8. Irrigação</b>								
Irrigação por pivot central	R\$/mm	1,58	300,00	474,00	300,00	474,00	300,00	474,00
<b>Sub-total 8</b>				<b>474,00</b>		<b>474,00</b>		<b>474,00</b>



Quadro E2 – Gasto total por hectare e por tonelada da cana-de-açúcar

Item		1º ANO	2º ANO	3º ANO	4º ANO	5º ANO	6º ANO	7º ANO	TOTAL
Gasto Total	R\$/ha	6.365,95	3.651,18	3.381,18	3.143,58	2.934,49	2.750,49	2.588,57	<b>24.815,42</b>
Produtividade Esperada	ton/ha	150,00	150,00	132,00	116,16	102,22	89,95	79,16	<b>819,49</b>
Gasto por tonelada	R\$/ton	42,44	24,34	25,61	27,06	28,71	30,58	32,70	<b>30,28</b>

Tabela E1 – Composição dos gastos e importância relativa de cada etapa da produção de um hectare de cana-de-açúcar

ITEM	GASTO POR HECTARE	PARTICIPAÇÃO
1. Análise de solo	R\$2,24	0,01%
2. Calagem e gessagem	R\$324,17	1,31%
3. Preparo de Solo	R\$781,98	3,15%
4. Plantio	R\$2.336,96	9,42%
5. Tratos Culturais	R\$5.244,80	21,14%
6. Colheita e Pós Colheita	R\$12.292,42	49,54%
7. Administração	R\$514,85	2,07%
8. Irrigação	R\$3.318,00	13,37%
<b>TOTAL</b>	<b>R\$24.815,42</b>	<b>100,00%</b>

Tabela E2 – Composição dos gastos e importância relativa de cada item da produção de um hectare de cana-de-açúcar

<b>ITEM</b>	<b>GASTO POR HECTARE</b>	<b>PARTICIPAÇÃO</b>
Análise de solo	R\$2,24	0,01%
Calcário e adubos	R\$4.251,50	17,13%
Herbicidas	R\$1.090,60	4,39%
Material genético + tratamento	R\$720,00	2,90%
Fungicidas	R\$0,00	0,00%
Inseticidas	R\$147,25	0,59%
Trabalho mecanizado	R\$13.923,46	56,11%
Mão-de-obra	R\$847,52	3,42%
Administração e Escritório	R\$514,85	2,07%
Irrigação	R\$3.318,00	13,37%
<b>TOTAL</b>	<b>R\$24.815,42</b>	<b>100,00%</b>

## 2. Gastos com produção da Cana-de-Açúcar Irrigada por Pivot Central, por hectare.

Plantando cana-de-açúcar utilizando um equipamento de pivot central dimensionado para cereais (lâmina de 9mm), os únicos gastos que se alteram são os de irrigação, que, ao invés de serem R\$1,58 por milímetro irrigado são R\$1,83. No Gasto final, esse valor altera os gastos e sua composição de acordo com o Quadro E3 e a Tabela E3, a seguir.

Quadro E3 – Gasto total por hectare e por tonelada da cana-de-açúcar irrigada com equipamento dimensionado para cereais

Item		1º ANO	2º ANO	3º ANO	4º ANO	5º ANO	6º ANO	7º ANO	TOTAL
Gasto Total	R\$/ha	6.440,95	3.726,18	3.456,18	3.218,58	3.009,49	2.825,49	2.663,57	<b>25.340,42</b>
Produtividade Esperada	ton/ha	150,00	150,00	132,00	116,16	102,22	89,95	79,16	<b>819,49</b>
Gasto por tonelada	R\$/ton	42,94	24,84	26,18	27,71	29,44	31,41	33,65	<b>30,92</b>

Tabela E3 – Composição dos gastos e importância relativa de cada item da produção de um hectare de cana-de-açúcar irrigada com equipamento dimensionado para cereais

<b>ITEM</b>	<b>GASTO POR HECTARE</b>	<b>PARTICIPAÇÃO</b>
Análise de solo	R\$2,24	0,01%
Calcário e adubos	R\$4.251,50	16,78%
Herbicidas	R\$1.090,60	4,30%
Material genético + tratamento	R\$720,00	2,84%
Fungicidas	R\$0,00	0,00%
Inseticidas	R\$147,25	0,58%
Trabalho mecanizado	R\$13.923,46	54,95%
Mão-de-obra	R\$847,52	3,34%
Administração e Escritório	R\$514,85	2,03%
Irrigação	R\$3.843,00	15,17%
<b>TOTAL</b>	<b>R\$25.340,42</b>	<b>100,00%</b>

### 3. Gastos com produção do Feijão Irrigado por Pivot Central

Quadro E4 – Fluxo de caixa representativo dos gastos com produção de um hectare de feijão irrigado por pivot central, no município de Paracatu-MG (Projeto Entre Ribeiros). Os gastos com milímetro irrigado referente à um equipamento de pivot central de 150 hectares e lâmina de 9mm

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	Valor unitário	Quantidade	Valor
<b>1. Análise de solo</b>				
Amostragem de solo	Hora Equipe Técnica	30,00	0,05	1,50
Laboratório	Preço análise	37,00	0,02	0,74
<b>Sub-total 1</b>				<b>2,24</b>
<b>2. Calagem e Gessagem</b>				
Calcário	R\$/tonelada	51,00	1,00	51,00
Gessagem	R\$/tonelada	53,00	0,30	15,90
Distribuição de calcário ou gesso	HM trator 75cv 4x2 + concha	63,00	0,13	8,40
	HM TP 75cv 4x2 + distribuidor 2,5m <sup>3</sup>	84,00	0,80	67,20
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,93	10,97
Transporte de insumos	HM TP 75cv + carreta 4 toneladas	61,00	0,10	6,10
<b>Calagem e gessagem</b>				<b>159,57</b>
<b>Sub-total 2 (divisão do valor por 2, pois se faz uma calagem anual e não uma por safra)</b>				<b>79,78</b>
<b>3. Preparo do Solo</b>				
Herbicidas para dessecação	Glifosato + 2,4-D (R\$/ha)	87,02	1,00	87,02
Aplicação de herbicidas	HM TP 75cv 4x2 + pulverizador barra 18m	84,00	0,20	16,80
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquina)	11,75	0,20	2,35
Transporte interno de insumos	HM caminhonete F-1000	25,00	0,10	2,50
<b>Sub-total 3</b>				<b>108,67</b>

Quadro E4, Continuação

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	Valor unitário	Quantidade	Valor
<b>4. Plantio</b>				
Semente	R\$/kg	6,00	70,00	420,00
Adubo 08-28-16 + micronutrientes	R\$/tonelada	1.400,00	0,38	532,00
Produtos para tratamento de semente	R\$/há (fungicida + inseticida + Co + Mo)	65,61	1,00	65,61
Tratamento de semente	HM Misturador de sementes	11,16	0,10	1,12
Plantio	HM TP 120cv. + plantadeira plantio direto	220,00	0,50	110,00
Mão-de-obra plantio	Homem-dia (operador de máquina)	11,75	0,50	5,88
	Homem-dia (cuidador de plantio)	7,05	0,50	3,53
	Homem-dia (braçal)	7,05	0,50	3,53
Transporte interno de insumos	HM TP 75cv + carreta 4 toneladas	60,00	0,10	6,00
<b>Sub-total 4</b>				<b>1.147,65</b>
<b>5. Tratos culturais</b>				
Herbicida contra folha larga	R\$/há	90,32	1,00	90,32
Herbicida contra folha estreita	R\$/há	51,87	1,00	51,87
Aplicação de Herbicidas (2)	HM TP 75cv 4x2 + pulverizador barra 18m	84,00	0,40	33,60
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,40	4,70
Acaricidas	R\$/há	20,80	1,00	20,80
Aplicação de Acaricidas	HM TP 75cv 4x2 + pulverizador barra 18m	84,00	0,20	16,80
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,20	2,35
Inseticidas	R\$/há	88,94	1,00	88,94
Aplicação de Inseticidas (3)	HM TP 75cv 4x2 + pulverizador barra 18m	84,00	0,60	50,40
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,60	7,05
Fungicidas	R\$/há	246,95	1,00	246,95
Aplicação de Fungicidas	HM TP 75cv 4x2 + pulverizador barra 18m	84,00	0,60	50,40
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,60	7,05
Adubo foliar	R\$/há	76,00	1,00	76,00
Aplicação de adubo foliar	HM TP 75cv 4x2 + pulverizador barra 18m	0,00	0,00	0,00
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	0,00	0,00	0,00

Quadro E4, Continuação

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	Valor unitário	Quantidade	Valor
<b>5. Tratos culturais (continuação)</b>				
Transporte interno de insumos	HM caminhonete F-1000	25,00	0,40	10,00
<b>Sub-total 5</b>				<b>757,23</b>
<b>6. Colheita e pós-colheita</b>				
Colheita mecânica (Máquina + mão-de-obra)	R\$/há	320,00	1,00	320,00
Transporte até armazém	R\$/tonelada	15,00	3,30	49,50
Recebimento	R\$/tonelada	1,45	3,30	4,79
Pré-Limpeza/ Limpeza	R\$/tonelada	1,80	3,30	5,94
Secagem (18 para 14%)	R\$/tonelada	9,00	3,30	29,70
Armazenagem (15 dias) com sacaria	R\$/tonelada	2,49	3,30	8,22
Taxas Administrativas, seguro e perdas	R\$/tonelada	0,90	3,30	2,97
Expedição	R\$/tonelada	1,80	3,30	5,94
<b>Sub-total 6</b>				<b>427,05</b>
<b>7. Administração</b>				
Mão-de-obra administrativa	R\$/ha	9,93	1,00	9,93
Assistência técnica	R\$/ha	6,00	1,00	6,00
Contabilidade/Escritório	R\$/ha	5,40	1,00	5,40
Luz/ telefone	R\$/ha	6,75	1,00	6,75
Conservação e Depreciação de Benfeitorias	R\$/ha	6,00	1,00	6,00
Viagens	R\$/ha	5,40	1,00	5,40
Impostos e Taxas	%	0,00	5.225,00	0,00
<b>Sub-total 7</b>				<b>39,48</b>
<b>8. Irrigação</b>				
Irrigação	R\$/mm	1,83	300,00	549,00
<b>Sub-total 8</b>				<b>549,00</b>

Tabela E4 – Composição dos gastos e importância relativa de cada etapa da produção de um hectare de feijão irrigado

<b>ITEM</b>	<b>GASTO POR HECTARE</b>	<b>PARTICIPAÇÃO</b>
1. Análise de solo	R\$2,24	0,07%
2. Calagem e gessagem	R\$79,78	2,56%
3. Preparo de Solo	R\$108,67	3,49%
4. Plantio	R\$1.147,65	36,89%
5. Tratos Culturais	R\$757,23	24,34%
6.Colheita e Pós Colheita	R\$427,05	13,73%
7. Administração	R\$39,48	1,27%
8. Irrigação	R\$549,00	17,65%
<b>TOTAL</b>	<b>R\$3.111,11</b>	<b>100,00%</b>



Tabela E5 – Composição dos gastos e importância relativa de cada item da produção de um hectare de feijão irrigado

<b>ITEM</b>	<b>GASTO POR HECTARE</b>	<b>PARTICIPAÇÃO</b>
Análise de solo	R\$2,24	0,07%
Calcário e adubos	R\$641,45	20,62%
Herbicidas	R\$229,21	7,37%
Material genético + tratamento	R\$486,73	15,64%
Fungicidas e Acaricidas	R\$267,75	8,61%
Inseticidas	R\$88,94	2,86%
Trabalho mecanizado	R\$706,85	22,72%
Mão-de-obra	R\$41,91	1,35%
Armazenamento e Secagem	R\$57,55	1,85%
Administração e Escritório	R\$39,48	1,27%
Irrigação	R\$627,00	17,65%
<b>TOTAL</b>	<b>R\$3.189,11</b>	<b>100,00%</b>

#### 4. Gasto com produção do Milho Comercial (Inverno) Irrigado por Pivot Central

##### a. Gasto com produção do Milho Comercial plantado no inverno

Quadro E5 – Fluxo de caixa representativo dos gastos com produção de um hectare de milho irrigado por pivot central, no município de Paracatu-MG (Projeto Entre Ribeiros), plantado no período de seca – após maio. Os gastos com milímetro irrigado referente à um equipamento de pivot central de 150 hectares e lâmina de 9mm

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	Valor unitário	Quantidade	Valor
<b>1. Análise de solo</b>				
Amostragem de solo	Hora Equipe Técnica	30,00	0,05	1,50
Laboratório	Preço análise	37,00	0,02	0,74
<b>Sub-total 1</b>				<b>2,24</b>
<b>2. Calagem e Gessagem</b>				
Calcário	R\$/tonelada	51,00	1,00	51,00
Gessagem	R\$/tonelada	53,00	0,30	15,90
Distribuição de calcário ou gesso	HM trator 75cv 4x2 + concha	63,00	0,13	8,40
	HM TP 75cv 4x2 + distribuidor 2,5m <sup>3</sup>	84,00	0,80	67,20
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,93	10,97
Transporte de insumos	HM TP 75cv + carreta 4 toneladas	61,00	0,10	6,10
<b>Calagem e gessagem</b>				<b>159,57</b>
<b>Sub-total 2 (divisão do valor por 2, pois se faz uma calagem anual e não uma por safra)</b>				<b>79,78</b>
<b>3. Preparo do Solo</b>				
Herbicidas para dessecação	Glifosato + 2,4-D (R\$/ha)	87,02	1,00	87,02
Aplicação de herbicidas	HM TP 75cv 4x2 + pulverizador barra 18m	84,00	0,20	16,80
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquina)	11,75	0,20	2,35
Transporte interno de insumos	HM caminhonete F-1000	25,00	0,10	2,50
<b>Sub-total 3</b>				<b>108,67</b>

Quadro E5, Continuação

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	Valor unitário	Quantidade	Valor
<b>4. Plantio</b>				
Semente	R\$/kg	270,00	1,00	270,00
Adubo 08-28-16 + micronutrientes	R\$/tonelada	1.400,00	0,45	630,00
Produtos para tratamento de semente	R\$/há	48,00	1,00	48,00
Tratamento de semente	HM Misturador de sementes	17,00	0,10	1,70
Plantio	HM TP 120cv. + plantadeira plantio direto	220,00	0,50	110,00
Mão-de-obra plantio	Homem-dia (operador de máquina)	11,75	0,50	5,88
	Homem-dia (cuidador de plantio)	7,05	0,50	3,53
	Homem-dia (braçal)	7,05	0,50	3,53
Transporte interno de insumos	HM TP 75cv + carreta 4 toneladas	60,00	0,10	6,00
<b>Sub-total 4</b>				<b>1.078,63</b>
<b>5. Tratos culturais</b>				
Herbicida contra folha larga	R\$/há	59,30	1,00	59,30
Herbicida contra folha estreita	R\$/há	10,50	1,00	10,50
Aplicação de Herbicidas	HM TP 75cv 4x2 + pulverizador barra 18m	84,00	0,40	33,60
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,40	4,70
Inseticidas	R\$/há	22,00	3,00	66,00
Aplicação de Inseticidas (3)	HM TP 75cv 4x2 + pulverizador barra 18m	84,00	0,60	50,40
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,60	7,05
Fungicidas	R\$/há	41,00	1,00	41,00
Aplicação de Fungicidas	HM TP 75cv 4x2 + pulverizador barra 18m	84,00	0,20	16,80
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,20	2,35
Adubação de cobertura	R\$/tonelada (Uréia)	900,00	0,30	270,00
Adubação de cobertura	R\$/tonelada (Cloreto de Potássio)	1.200,00	0,20	240,00
Distribuição de adubo de cobertura	HM TP 75cv 4x2 + distribuidor	84,00	0,40	33,60
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,40	4,70
Transporte interno de insumos	HM caminhonete F-1000	25,00	0,40	10,00
<b>Sub-total 5</b>				<b>850,00</b>

Quadro E5, Continuação

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	Valor unitário	Quantidade	Valor
<b>6. Colheita e pós-colheita</b>				
Colheita mecânica (Máquina + mão-de-obra)	R\$/há	200,00	1,20	240,00
Transporte até armazém	R\$/tonelada	15,00	9,00	135,00
Recebimento	R\$/tonelada	1,45	9,00	13,05
Pré-Limpeza/ Limpeza	R\$/tonelada	1,80	9,00	16,20
Secagem (28 para 14%)	R\$/tonelada	16,50	9,00	148,50
Armazenagem (15 dias) com sacaria	R\$/tonelada	1,40	9,00	12,60
Taxas Administrativas, seguro e perdas	R\$/tonelada	0,90	9,00	8,10
Expedição	R\$/tonelada	1,80	9,00	16,20
<b>Sub-total 6</b>				<b>589,65</b>
<b>7. Administração</b>				
Mão-de-obra administrativa	R\$/ha	9,93	1,00	9,93
Assistência técnica	R\$/ha	6,00	1,00	6,00
Contabilidade/Escritório	R\$/ha	5,40	1,00	5,40
Luz/ telefone	R\$/ha	6,75	1,00	6,75
Conservação e Depreciação de Benfeitorias	R\$/ha	6,00	1,00	6,00
Viagens	R\$/ha	5,40	1,00	5,40
Impostos e Taxas	%	0,00	2.908,50	0,00
<b>Sub-total 7</b>				<b>39,48</b>
<b>8. Irrigação</b>				
Irrigação	R\$/mm	1,83	380,00	695,40
<b>Sub-total 8</b>				<b>695,40</b>

Tabela E6 – Composição dos gastos e importância relativa de cada etapa da produção de um hectare de milho irrigado (inverno)

<b>ITEM</b>	<b>GASTO POR HECTARE</b>	<b>PARTICIPAÇÃO</b>
1. Análise de solo	R\$2,24	0,07%
2. Calagem e gessagem	R\$79,78	2,32%
3. Preparo de Solo	R\$108,67	3,16%
4. Plantio	R\$1.078,63	31,32%
5. Tratos Culturais	R\$850,00	24,68%
6.Colheita e Pós Colheita	R\$589,65	17,12%
7. Administração	R\$39,48	1,15%
8. Irrigação	R\$695,40	20,19%
<b>TOTAL</b>	<b>R\$3.443,85</b>	<b>100,00%</b>

Tabela E7 – Composição dos gastos e importância relativa de cada item da produção de um hectare de milho irrigado (inverno)

<b>ITEM</b>	<b>GASTO POR HECTARE</b>	<b>PARTICIPAÇÃO</b>
Análise de solo	R\$2,24	0,07%
Calcário e adubos	R\$1.173,45	34,07%
Herbicidas	R\$156,82	4,55%
Material genético + tratamento	R\$319,70	9,28%
Fungicidas	R\$41,00	1,19%
Inseticidas	R\$66,00	1,92%
Trabalho mecanizado	R\$695,55	20,20%
Mão-de-obra	R\$39,56	1,15%
Armazenamento e Secagem	R\$214,65	6,23%
Administração e Escritório	R\$39,48	1,15%
Irrigação	R\$695,40	20,19%
<b>TOTAL</b>	<b>R\$3.443,85</b>	<b>100,00%</b>

**b. Gasto com produção do Milho Comercial plantado no verão**

Quadro E6 – Fluxo de caixa representativo dos gastos com produção de um hectare de milho irrigado por pivot central, no município de Paracatu-MG (Projeto Entre Ribeiros), plantado no período de chuvas – após novembro. Os gastos com milímetro irrigado referente à um equipamento de pivot central de 150 hectares e lâmina de 9mm. Considerou-se a escolha de milho transgênico – não atacado por lagartas

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	Valor unitário	Quantidade	Valor
<b>1. Análise de solo</b>				
Amostragem de solo	Hora Equipe Técnica	30,00	0,05	1,50
Laboratório	Preço análise	37,00	0,02	0,74
<b>Sub-total 1</b>				<b>2,24</b>
<b>2. Calagem e Gessagem</b>				
Calcário	R\$/tonelada	51,00	1,00	51,00
Gessagem	R\$/tonelada	53,00	0,30	15,90
Distribuição de calcário ou gesso	HM trator 75cv 4x2 + concha	63,00	0,13	8,40
	HM TP 75cv 4x2 + distribuidor 2,5m <sup>3</sup>	84,00	0,80	67,20
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,93	10,97
Transporte de insumos	HM TP 75cv + carreta 4 toneladas	61,00	0,10	6,10
<b>Calagem e gessagem</b>				<b>159,57</b>
<b>Sub-total 2 (divisão do valor por 2, pois se faz uma calagem anual e não uma por safra)</b>				<b>79,78</b>
<b>3. Preparo do Solo</b>				
Herbicidas para dessecação	Glifosato + 2,4-D (R\$/ha)	87,02	1,00	87,02
Aplicação de herbicidas	HM TP 75cv 4x2 + pulverizador barra 18m	84,00	0,20	16,80
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquina)	11,75	0,20	2,35
Transporte interno de insumos	HM caminhonete F-1000	25,00	0,10	2,50
<b>Sub-total 3</b>				<b>108,67</b>

Quadro E6, Continuação

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	Valor unitário	Quantidade	Valor
<b>4. Plantio</b>				
Semente	R\$/kg	370,00	1,00	370,00
Adubo 08-28-16 + micronutrientes	R\$/tonelada	1.400,00	0,35	490,00
Produtos para tratamento de semente	R\$/há (fungicida + inseticida + Co + Mo)	48,00	1,00	48,00
Tratamento de semente	HM Misturador de sementes	17,00	0,10	1,70
Plantio	HM TP 120cv. + plantadeira plantio direto	220,00	0,50	110,00
Mão-de-obra plantio	Homem-dia (operador de máquina)	11,75	0,50	5,88
	Homem-dia (cuidador de plantio)	7,05	0,50	3,53
	Homem-dia (braçal)	7,05	0,50	3,53
Transporte interno de insumos	HM TP 75cv + carreta 4 toneladas	60,00	0,10	6,00
<b>Sub-total 4</b>				<b>1.038,63</b>
<b>5. Tratos culturais</b>				
Herbicida contra folha larga	R\$/há	59,30	2,00	118,60
Herbicida contra folha estreita	R\$/há	10,50	1,00	10,50
Aplicação de Herbicidas	HM TP 75cv 4x2 + pulverizador barra 18m	84,00	0,60	50,40
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,60	7,05
Inseticidas	R\$/há	0,00	0,00	0,00
Aplicação de Inseticidas	HM TP 75cv 4x2 + pulverizador barra 18m	0,00	0,00	0,00
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	0,00	0,00	0,00
Fungicidas	R\$/há	41,00	2,00	82,00
Aplicação de Fungicidas	HM TP 75cv 4x2 + pulverizador barra 18m	84,00	0,40	33,60
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,40	4,70
Adubação de cobertura	R\$/tonelada (Uréia)	900,00	0,20	180,00
Adubação de cobertura	R\$/tonelada (Cloreto de Potássio)	1.200,00	0,10	120,00
Distribuição de adubo de cobertura	HM TP 75cv 4x2 + distribuidor	84,00	0,40	33,60
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,40	4,70
Transporte interno de insumos	HM caminhonete F-1000	25,00	0,40	10,00
<b>Sub-total 5</b>				<b>655,15</b>



Quadro E6, Continuação

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	Valor unitário	Quantidade	Valor
<b>6. Colheita e pós-colheita</b>				
Colheita mecânica (Máquina + mão-de-obra)	R\$/há	200,00	1,00	200,00
Transporte até armazém	R\$/tonelada	15,00	7,80	117,00
Recebimento	R\$/tonelada	1,45	7,80	11,31
Pré-Limpeza/ Limpeza	R\$/tonelada	1,80	7,80	14,04
Secagem (28 para 14%)	R\$/tonelada	16,50	7,80	128,70
Armazenagem (15 dias) com sacaria	R\$/tonelada	1,40	7,80	10,92
Taxas Administrativas, seguro e perdas	R\$/tonelada	0,90	7,80	7,02
Expedição	R\$/tonelada	1,80	7,80	14,04
<b>Sub-total 6</b>				<b>503,03</b>
<b>7. Administração</b>				
Mão-de-obra administrativa	R\$/ha	9,93	1,00	9,93
Assistência técnica	R\$/ha	6,00	1,00	6,00
Contabilidade/Escritório	R\$/ha	5,40	1,00	5,40
Luz/ telefone	R\$/ha	6,75	1,00	6,75
Conservação e Depreciação de Benfeitorias	R\$/ha	6,00	1,00	6,00
Viagens	R\$/ha	5,40	1,00	5,40
Impostos e Taxas	%	0,00	2.520,70	0,00
<b>Sub-total 7</b>				<b>39,48</b>
<b>8. Irrigação</b>				
Irrigação	R\$/mm	1,83	100,00	183,00
<b>Sub-total 8</b>				<b>183,00</b>

Tabela E8 – Composição dos gastos e importância relativa de cada etapa da produção de um hectare de milho irrigado (safra de verão)

<b>ITEM</b>	<b>GASTO POR HECTARE</b>	<b>PARTICIPAÇÃO</b>
1. Análise de solo	R\$2,24	0,09%
2. Calagem e gessagem	R\$79,78	3,06%
3. Preparo de Solo	R\$108,67	4,16%
4. Plantio	R\$1.038,63	39,79%
5. Tratos Culturais	R\$655,15	25,10%
6. Colheita e Pós Colheita	R\$503,03	19,27%
7. Administração	R\$39,48	1,51%
8. Irrigação	R\$183,00	7,01%
<b>TOTAL</b>	<b>R\$2.609,98</b>	<b>100,00%</b>

Tabela E9 – Composição dos gastos e importância relativa de cada item da produção de um hectare de milho irrigado (safra de verão)

<b>ITEM</b>	<b>GASTO POR HECTARE</b>	<b>PARTICIPAÇÃO</b>
Análise de solo	R\$2,24	0,09%
Calcário e adubos	R\$823,45	31,55%
Herbicidas	R\$216,12	8,28%
Material genético + tratamento	R\$419,70	16,08%
Fungicidas	R\$82,00	3,14%
Inseticidas	R\$0,00	0,00%
Trabalho mecanizado	R\$620,75	23,78%
Mão-de-obra	R\$37,21	1,43%
Armazenamento e Secagem	R\$186,03	7,13%
Administração e Escritório	R\$39,48	1,51%
Irrigação	R\$183,00	7,01%
<b>TOTAL</b>	<b>R\$2.609,98</b>	<b>100,00%</b>

## 5. Gasto com produção do Milho Semente Irrigado por Pivot Central

Quadro E7 – Fluxo de caixa representativo dos gastos com produção de um hectare de milho semente irrigado por pivot central, no município de Paracatu-MG (Projeto Entre Ribeiros). Os gastos com milímetro irrigado referente à um equipamento de pivot central de 150 hectares e lâmina de 9mm

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	Valor unitário	Quantidade	Valor
<b>1. Análise de solo</b>				
Amostragem de solo	Hora Equipe Técnica	30,00	0,05	1,50
Laboratório	Preço análise	37,00	0,02	0,74
<b>Sub-total 1</b>				<b>2,24</b>
<b>2. Calagem e Gessagem</b>				
Calcário	R\$/tonelada	51,00	1,00	51,00
Gessagem	R\$/tonelada	53,00	0,30	15,90
Distribuição de calcário ou gesso	HM trator 75cv 4x2 + concha	63,00	0,13	8,40
	HM TP 75cv 4x2 + distribuidor 2,5m <sup>3</sup>	84,00	0,80	67,20
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,93	10,97
Transporte de insumos	HM TP 75cv + carreta 4 toneladas	61,00	0,10	6,10
<b>Calagem e gessagem</b>				<b>159,57</b>
<b>Sub-total 2 (divisão do valor por 2, pois se faz uma calagem anual e não uma por safra)</b>				<b>79,78</b>
<b>3. Preparo do Solo</b>				
Herbicidas para dessecação	Glifosato + 2,4-D (R\$/ha)	87,02	1,00	87,02
Aplicação de herbicidas	HM TP 75cv 4x2 + pulverizador barra 18m	84,00	0,20	16,80
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquina)	11,75	0,20	2,35
Transporte interno de insumos	HM caminhonete F-1000	25,00	0,10	2,50
<b>Sub-total 3</b>				<b>108,67</b>

Quadro E7, Continuação

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	Valor unitário	Quantidade	Valor
<b>4. Plantio</b>				
Semente milho nacho	Responsabilidade das empresas parceiras	0,00	0,00	0,00
Semente milho fêmea	Responsabilidade das empresas parceiras	0,00	0,00	0,00
Adubo 08-28-16 + micronutrientes	R\$/tonelada	1.400,00	0,60	840,00
Produtos para tratamento de semente	R\$/há (fungicida + inseticida + Co + Mo)	54,00	1,00	54,00
Tratamento de semente	HM Misturador de sementes	17,00	0,10	1,70
Plantio Milho Fêmea	HM TP 120cv. + plantadeira plantio direto	220,00	0,50	110,00
Plantio Milho Macho(2 etapas)	HM TP 120cv. + plantadeira plantio direto	220,00	0,40	88,00
Mão-de-obra plantio	Homem-dia (operador de máquina)	11,75	0,90	10,58
	Homem-dia (cuidador de plantio)	7,05	0,90	6,35
	Homem-dia (braçal)	7,05	0,90	6,35
Transporte interno de insumos	HM TP 75cv + carreta 4 toneladas	60,00	0,20	12,00
<b>Sub-total 4</b>				<b>1.128,97</b>
<b>5. Tratos culturais</b>				
Herbicida contra folha larga	R\$/há	59,30	2,00	118,60
Herbicida contra folha estreita	R\$/há	10,50	1,00	10,50
Aplicação de Herbicidas	HM TP 75cv 4x2 + pulverizador barra 18m	84,00	0,60	50,40
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,60	7,05
Inseticidas	R\$/há	22,00	4,00	88,00
Aplicação de Inseticidas	HM TP 75cv 4x2 + pulverizador barra 18m	84,00	0,80	67,20
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,80	9,40
Fungicidas	R\$/há	41,00	2,00	82,00
Aplicação de Fungicidas	HM TP 75cv 4x2 + pulverizador barra 18m	84,00	0,40	33,60
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,40	4,70
Adubação de cobertura	R\$/tonelada (Uréia)	900,00	0,30	270,00
Adubação de cobertura	R\$/tonelada (Cloreto de Potássio)	1.200,00	0,20	240,00
Distribuição de adubo de cobertura	HM TP 75cv 4x2 + distribuidor	84,00	0,40	33,60
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,40	4,70

Quadro E7, Continuação

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	Valor unitário	Quantidade	Valor
<b>5. Tratos culturais (continuação)</b>				
Transporte interno de insumos	HM caminhonete F-1000	25,00	0,40	10,00
<b>Sub-total 5</b>				<b>1.029,75</b>
<b>6. Colheita e pós-colheita</b>				
Responsabilidade das empresas parceiras		0,00	0,00	0,00
<b>Sub-total 6</b>				<b>0,00</b>
<b>7. Administração</b>				
Mão-de-obra administrativa	R\$/ha	9,93	1,00	9,93
Assistência técnica	R\$/ha	6,00	1,00	6,00
Contabilidade/Escritório	R\$/ha	5,40	1,00	5,40
Luz/ telefone	R\$/ha	6,75	1,00	6,75
Conservação e Depreciação de Benfeitorias	R\$/ha	6,00	1,00	6,00
Viagens	R\$/ha	5,40	1,00	5,40
Impostos e Taxas	%	0,00	3.600,00	0,00
<b>Sub-total 7</b>				<b>39,48</b>
<b>8. Irrigação</b>				
Irrigação	R\$/mm	1,83	380,00	695,40
<b>Sub-total 8</b>				<b>695,40</b>

Tabela E10 – Composição dos gastos e importância relativo de cada etapa da produção de um hectare de milho semente irrigado

<b>ITEM</b>	<b>GASTO POR HECTARE</b>	<b>PARTICIPAÇÃO</b>
1. Análise de solo	R\$2,24	0,07%
2. Calagem e gessagem	R\$79,78	2,59%
3. Preparo de Solo	R\$108,67	3,52%
4. Plantio	R\$1.128,97	36,60%
5. Tratos Culturais	R\$1.029,75	33,39%
6. Colheita e Pós Colheita	R\$0,00	0,00%
7. Administração	R\$39,48	1,28%
8. Irrigação	R\$695,40	22,55%
<b>TOTAL</b>	<b>R\$3.084,29</b>	<b>100,00%</b>

Tabela E11 – Composição dos gastos e importância relativa de cada item da produção de um hectare de milho semente irrigado

<b>ITEM</b>	<b>GASTO POR HECTARE</b>	<b>PARTICIPAÇÃO</b>
Análise de solo	R\$2,24	0,07%
Calcário e adubos	R\$1.383,45	44,85%
Herbicidas	R\$216,12	7,01%
Material genético + tratamento	R\$55,70	1,81%
Fungicidas	R\$82,00	2,66%
Inseticidas	R\$88,00	2,85%
Trabalho mecanizado	R\$464,95	15,07%
Mão-de-obra	R\$56,95	1,85%
Armazenamento e Secagem	R\$0,00	0,00%
Administração e Escritório	R\$39,48	1,28%
Irrigação	R\$695,40	22,55%
<b>TOTAL</b>	<b>R\$3.084,29</b>	<b>100,00%</b>



## 6. Gasto com produção de Soja irrigada por Pivot Central

Quadro E8 – Fluxo de caixa representativo dos gastos com produção de um hectare de soja irrigada por pivot central, no município de Paracatu-MG (Projeto Entre Ribeiros). Os gastos com milímetro irrigado referente à um equipamento de pivot central de 150 hectares e lâmina de 9mm

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	Valor unitário	Quantidade	Valor
<b>1. Análise de solo</b>				
Amostragem de solo	Hora Equipe Técnica	30,00	0,05	1,50
Laboratório	Preço análise	37,00	0,02	0,74
<b>Sub-total 1</b>				<b>2,24</b>
<b>2. Calagem e Gessagem</b>				
Calcário	R\$/tonelada	51,00	1,00	51,00
Gessagem	R\$/tonelada	53,00	0,30	15,90
Distribuição de calcário ou gesso	HM trator 75cv 4x2 + concha	63,00	0,13	8,40
	HM TP 75cv 4x2 + distribuidor 2,5m <sup>3</sup>	84,00	0,80	67,20
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,93	10,97
Transporte de insumos	HM TP 75cv + carreta 4 toneladas	61,00	0,10	6,10
<b>Calagem e gessagem</b>				<b>159,57</b>
<b>Sub-total 2 (divisão do valor por 2, pois se faz uma calagem anual e não uma por safra)</b>				<b>79,78</b>
<b>3. Preparo do Solo</b>				
Herbicidas para dessecação	Glifosato + 2,4-D (R\$/ha)	87,02	1,00	87,02
Aplicação de herbicidas	HM TP 75cv 4x2 + pulverizador barra 18m	84,00	0,20	16,80
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquina)	11,75	0,20	2,35
Transporte interno de insumos	HM caminhonete F-1000	25,00	0,10	2,50
<b>Sub-total 3</b>				<b>108,67</b>

Quadro E8, Continuação

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	Valor unitário	Quantidade	Valor
<b>4. Plantio</b>				
Semente	R\$/kg	2,20	60,00	132,00
Adubo 02-20-20 + micronutrientes	R\$/tonelada	1.100,00	0,35	385,00
Produtos para tratamento de semente	R\$/há (fungicida + inseticida + Co + Mo)	9,60	1,00	9,60
Tratamento de semente	HM Misturador de sementes	17,00	0,10	1,70
Plantio	HM TP 120cv. + plantadeira plantio direto	220,00	0,50	110,00
Mão-de-obra plantio	Homem-dia (operador de máquina)	11,75	0,50	5,88
	Homem-dia (cuidador de plantio)	7,05	0,50	3,53
	Homem-dia (braçal)	7,05	0,50	3,53
Transporte interno de insumos	HM TP 75cv + carreta 4 toneladas	60,00	0,10	6,00
<b>Sub-total 4</b>				<b>657,23</b>
<b>5. Tratos culturais</b>				
Herbicida contra folha larga	R\$/há	25,00	2,00	50,00
Herbicida contra folha estreita	R\$/há	40,00	1,00	40,00
Aplicação de Herbicidas	HM TP 75cv 4x2 + pulverizador barra 18m	84,00	0,40	33,60
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,40	4,70
Inseticidas	R\$/há	72,00	1,00	72,00
Aplicação de Inseticidas	HM TP 75cv 4x2 + pulverizador barra 18m	84,00	0,20	16,80
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,20	2,35
Fungicidas	R\$/há	40,00	3,00	120,00
Aplicação de Fungicidas	HM TP 75cv 4x2 + pulverizador barra 18m	84,00	0,60	50,40
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,60	7,05
Adubo foliar	R\$/há.aplicação	25,00	1,00	25,00
Aplicação de adubo foliar	HM TP 75cv 4x2 + pulverizador barra 18m	84,00	0,20	16,80
Mão-de-obra	Homem-dia (operador de máquinas)	11,75	0,20	2,35
Transporte interno de insumos	HM caminhonete F-1000	25,00	0,40	10,00
Adubo foliar	R\$/há.aplicação	25,00	1,00	25,00
<b>Sub-total 5</b>				<b>451,05</b>

Quadro E8, Continuação

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	Valor unitário	Quantidade	Valor
<b>6. Colheita e pós-colheita</b>				
Colheita mecânica (Máquina + mão-de-obra)	R\$/há	200,00	0,70	140,00
Transporte até armazém	R\$/tonelada	11,75	0,70	8,23
Recebimento	R\$/tonelada	0,00	3,30	0,00
Pré-Limpeza/ Limpeza	R\$/tonelada	0,00	3,30	0,00
Secagem (28 para 14%)	R\$/tonelada	0,00	3,30	0,00
Armazenagem (15 dias) com sacaria	R\$/tonelada	0,00	3,30	0,00
Taxas Administrativas, seguro e perdas	R\$/tonelada	0,00	3,30	0,00
Expedição	R\$/tonelada	0,00	3,30	0,00
<b>Sub-total 6</b>				<b>148,23</b>
<b>7. Administração</b>				
Mão-de-obra administrativa	R\$/ha	9,93	1,00	9,93
Assistência técnica	R\$/ha	6,00	1,00	6,00
Contabilidade/Escritório	R\$/ha	5,40	1,00	5,40
Luz/ telefone	R\$/ha	6,75	1,00	6,75
Conservação e Depreciação de Benfeitorias	R\$/ha	6,00	1,00	6,00
Viagens	R\$/ha	5,40	1,00	5,40
Impostos e Taxas	%	0,00%	2.200,00	0,00
<b>Sub-total 7</b>				<b>39,48</b>
<b>8. Irrigação</b>				
Irrigação	R\$/mm	1,83	100,00	183,00
<b>Sub-total 8</b>				<b>183,00</b>

Tabela E12 – Composição dos gastos e importância relativa de cada etapa da produção de um hectare de soja irrigada

<b>ITEM</b>	<b>GASTO POR HECTARE</b>	<b>PARTICIPAÇÃO</b>
1. Análise de solo	R\$2,24	0,13%
2. Calagem e gessagem	R\$79,78	4,78%
3. Preparo de Solo	R\$108,67	6,51%
4. Plantio	R\$657,23	39,36%
5. Tratos Culturais	R\$451,05	27,01%
6.Colheita e Pós Colheita	R\$148,23	8,88%
7. Administração	R\$39,48	2,36%
8. Irrigação	R\$183,00	10,96%
<b>TOTAL</b>	<b>R\$1.669,68</b>	<b>100,00%</b>

Tabela E13 – Composição dos gastos e importância relativa de cada item da produção de um hectare de soja irrigada

<b>ITEM</b>	<b>GASTO POR HECTARE</b>	<b>PARTICIPAÇÃO</b>
Análise de solo	R\$2,24	0,13%
Calcário e adubos	R\$443,45	26,56%
Herbicidas	R\$177,02	10,60%
Material genético + tratamento	R\$143,30	8,58%
Fungicidas	R\$120,00	7,19%
Inseticidas	R\$72,00	4,31%
Trabalho mecanizado	R\$443,75	26,58%
Mão-de-obra	R\$45,43	2,72%
Armazenamento e Secagem	R\$0,00	0,00%
Administração e Escritório	R\$39,48	2,36%
Irrigação	R\$183,00	10,96%
<b>TOTAL</b>	<b>R\$1.669,68</b>	<b>100,00%</b>

Tabela E14 – Importância relativa de cada item da produção de cana-de-açúcar, feijão, milho e soja

ITEM	CANA-DE-	FEIJÃO	MILHO	MILHO	MILHO	SOJA
	AÇÚCAR		INVERNO	VERÃO	SEMENTE	
Análise de solo	0,01%	0,07%	0,07%	0,09%	0,07%	0,13%
Calcário e adubos	17,13%	20,62%	34,07%	31,55%	44,85%	26,56%
Herbicidas	4,39%	7,37%	4,55%	8,28%	7,01%	10,60%
Material genético + tratamento	2,90%	15,64%	9,28%	16,08%	1,81%	8,58%
Fungicidas	0,00%	8,61%	1,19%	3,14%	2,66%	7,19%
Inseticidas	0,59%	2,86%	1,92%	0,00%	2,85%	4,31%
Trabalho mecanizado	56,11%	22,72%	20,20%	23,78%	15,07%	26,58%
Mão-de-obra	3,42%	1,35%	1,15%	1,43%	1,85%	2,72%
Armazenamento e Secagem	0,00%	1,85%	6,23%	7,13%	0,00%	0,00%
Administração e Escritório	2,07%	1,27%	1,15%	1,51%	1,28%	2,36%
Irrigação	13,37%	17,65%	20,19%	7,01%	22,55%	10,96%
<b>TOTAL</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

## APÊNDICE F – FLUXOS DE CAIXA

Quadro F1 – Fluxo de caixa representativo da implementação e operacionalização de uma lavoura de cana-de-açúcar irrigada com um equipamento de pivô central de 150 hectares (sem financiamento) e lâmina de 4mm, durante 20 anos de produção (com renovação do canavial a cada 7 anos), no município de Paracatu-MG

<b>Itens</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>	<b>Ano 4</b>	<b>Ano 5</b>	<b>Ano 6</b>	<b>Ano 7</b>	<b>Ano 8</b>	<b>Ano 9</b>	<b>Ano 10</b>
<b>SAÍDAS</b>										
Aquisição terras	448.350,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pivô central	394.500,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juros empréstimo pivô	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fundação Lavoura Cana	954.891,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	954.891,88	0,00	0,00
Manutenção lavoura de cana	0,00	547.676,25	547.676,25	471.536,25	440.173,05	412.573,43	388.285,77	0,00	547.676,25	507.176,25
Depreciação pivô	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00
<b>SUBTOTAL SAÍDAS</b>	<b>1.813.521,88</b>	<b>563.456,25</b>	<b>522.956,25</b>	<b>487.316,25</b>	<b>455.953,05</b>	<b>428.353,43</b>	<b>404.065,77</b>	<b>970.671,88</b>	<b>563.456,25</b>	<b>522.956,25</b>
<b>ENTRADAS</b>										
Venda de mudas	270.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	270.000,00	0,00	0,00
Venda de cana para usina	694.440,00	868.050,00	763.884,00	672.217,92	591.551,77	520.565,56	458.097,69	694.440,00	868.050,00	763.884,00
Depreciação pivô	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00
<b>SUBTOTAL ENTRADAS</b>	<b>980.220,00</b>	<b>883.830,00</b>	<b>779.664,00</b>	<b>687.997,92</b>	<b>607.331,77</b>	<b>536.345,56</b>	<b>473.877,69</b>	<b>980.220,00</b>	<b>883.830,00</b>	<b>779.664,00</b>
<b>FLUXO DE CAIXA</b>	<b>-833.301,88</b>	<b>320.373,75</b>	<b>256.707,75</b>	<b>200.681,67</b>	<b>151.378,72</b>	<b>107.992,12</b>	<b>69.811,92</b>	<b>9.548,12</b>	<b>320.373,75</b>	<b>256.707,75</b>
<b>FLUXO DE CAIXA ACUMULADO</b>	<b>-833.301,88</b>	<b>-512.928,13</b>	<b>-256.220,38</b>	<b>-55.538,71</b>	<b>95.840,01</b>	<b>203.832,14</b>	<b>273.644,06</b>	<b>283.192,18</b>	<b>603.565,93</b>	<b>860.273,68</b>

Quadro F1, Continuação

Itens	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19	Ano 20
<b>SAÍDAS</b>										
Aquisição terras	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pivô central	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juros empréstimo pivô	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fundação Lavoura Cana	0,00	0,00	0,00	0,00	954.891,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manutenção lavoura de cana	487.286,25	455.923,05	428.323,43	404.035,77	0,00	563.426,25	522.926,25	487.286,25	455.923,05	428.323,43
Depreciação pivô	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00
<b>SUBTOTAL SAÍDAS</b>	<b>487.316,25</b>	<b>455.953,05</b>	<b>428.353,43</b>	<b>404.065,77</b>	<b>970.671,88</b>	<b>563.456,25</b>	<b>522.956,25</b>	<b>487.316,25</b>	<b>455.953,05</b>	<b>428.353,43</b>
<b>ENTRADAS</b>										
Venda de mudas	0,00	0,00	0,00	0,00	270.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Venda de cana para usina	672.217,92	591.551,77	520.565,56	458.097,69	694.440,00	868.050,00	763.884,00	672.217,92	591.551,77	520.565,56
Depreciação pivô	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00
<b>SUBTOTAL ENTRADAS</b>	<b>687.997,92</b>	<b>607.331,77</b>	<b>536.345,56</b>	<b>473.877,69</b>	<b>980.220,00</b>	<b>883.830,00</b>	<b>779.664,00</b>	<b>687.997,92</b>	<b>607.331,77</b>	<b>536.345,56</b>
<b>FLUXO DE CAIXA</b>	<b>200.681,67</b>	<b>151.378,72</b>	<b>107.992,12</b>	<b>69.811,92</b>	<b>9.548,12</b>	<b>320.373,75</b>	<b>256.707,75</b>	<b>200.681,67</b>	<b>151.378,72</b>	<b>107.992,12</b>
<b>FLUXO DE CAIXA ACUMULADO</b>	<b>1.060.955,35</b>	<b>1.212.334,07</b>	<b>1.320.326,19</b>	<b>1.390.138,11</b>	<b>1.399.686,24</b>	<b>1.720.059,99</b>	<b>1.976.767,74</b>	<b>2.177.449,41</b>	<b>2.328.828,13</b>	<b>2.436.820,25</b>

**Análise de viabilidade:**

VPL (5,33%): R\$1.191.403,96	TIR: 23,83%	B/C: 1,16	PPD: 4,37 anos
------------------------------	-------------	-----------	----------------



Quadro F2 – Fluxo de caixa representativo da implementação e operacionalização de uma lavoura de cana-de-açúcar irrigada com um equipamento de pivô central (financiado) de 150 hectares e lâmina de 4mm, durante 20 anos de produção (com renovação do canalial a cada 7 anos), no município de Paracatu-MG

<b>Itens</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>	<b>Ano 4</b>	<b>Ano 5</b>	<b>Ano 6</b>	<b>Ano 7</b>	<b>Ano 8</b>	<b>Ano 9</b>	<b>Ano 10</b>
<b>SAÍDAS</b>										
Aquisição terras	448.350,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pivô central	394.500,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juros empréstimo pivô	36.491,25	39.866,69	43.554,36	47.583,14	25.992,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fundação Lavoura Cana	954.891,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	954.891,88	0,00	0,00
Manutenção lavoura de cana	0,00	547.676,25	547.676,25	471.536,25	440.173,05	412.573,43	388.285,77	0,00	547.676,25	507.176,25
Depreciação pivô	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00
<b>SUBTOTAL SAÍDAS</b>	<b>1.850.013,13</b>	<b>603.322,94</b>	<b>566.510,61</b>	<b>534.899,39</b>	<b>481.945,34</b>	<b>428.353,43</b>	<b>404.065,77</b>	<b>970.671,88</b>	<b>563.456,25</b>	<b>522.956,25</b>
<b>ENTRADAS</b>										
Venda de mudas	270.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	270.000,00	0,00	0,00
Venda de cana para usina	694.440,00	868.050,00	763.884,00	672.217,92	591.551,77	520.565,56	458.097,69	694.440,00	868.050,00	763.884,00
Depreciação pivô	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00
<b>SUBTOTAL ENTRADAS</b>	<b>980.220,00</b>	<b>883.830,00</b>	<b>779.664,00</b>	<b>687.997,92</b>	<b>607.331,77</b>	<b>536.345,56</b>	<b>473.877,69</b>	<b>980.220,00</b>	<b>883.830,00</b>	<b>779.664,00</b>
<b>FLUXO DE CAIXA</b>	<b>-869.793,13</b>	<b>280.507,06</b>	<b>213.153,39</b>	<b>153.098,53</b>	<b>125.386,43</b>	<b>107.992,12</b>	<b>69.811,92</b>	<b>9.548,12</b>	<b>320.373,75</b>	<b>256.707,75</b>
<b>FLUXO DE CAIXA ACUMULADO</b>	<b>-869.793,13</b>	<b>-589.286,07</b>	<b>-376.132,68</b>	<b>-223.034,14</b>	<b>-97.647,71</b>	<b>10.344,41</b>	<b>80.156,33</b>	<b>89.704,45</b>	<b>410.078,20</b>	<b>666.785,95</b>

Quadro F2, Continuação

Itens	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19	Ano 20
<b>SAÍDAS</b>										
Aquisição terras	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pivô central	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juros empréstimo pivô	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fundação Lavoura Cana	0,00	0,00	0,00	0,00	954.891,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manutenção lavoura de cana	487.286,25	455.923,05	428.323,43	404.035,77	0,00	563.426,25	522.926,25	487.286,25	455.923,05	428.323,43
Depreciação pivô	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00
<b>SUBTOTAL SAÍDAS</b>	<b>487.316,25</b>	<b>455.953,05</b>	<b>428.353,43</b>	<b>404.065,77</b>	<b>970.671,88</b>	<b>563.456,25</b>	<b>522.956,25</b>	<b>487.316,25</b>	<b>455.953,05</b>	<b>428.353,43</b>
<b>ENTRADAS</b>										
Venda de mudas	0,00	0,00	0,00	0,00	270.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Venda de cana para usina	672.217,92	591.551,77	520.565,56	458.097,69	694.440,00	868.050,00	763.884,00	672.217,92	591.551,77	520.565,56
Depreciação pivô	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00
<b>SUBTOTAL ENTRADAS</b>	<b>687.997,92</b>	<b>607.331,77</b>	<b>536.345,56</b>	<b>473.877,69</b>	<b>980.220,00</b>	<b>883.830,00</b>	<b>779.664,00</b>	<b>687.997,92</b>	<b>607.331,77</b>	<b>536.345,56</b>
<b>FLUXO DE CAIXA</b>	<b>200.681,67</b>	<b>151.378,72</b>	<b>107.992,12</b>	<b>69.811,92</b>	<b>9.548,12</b>	<b>320.373,75</b>	<b>256.707,75</b>	<b>200.681,67</b>	<b>151.378,72</b>	<b>107.992,12</b>
<b>FLUXO DE CAIXA ACUMULADO</b>	<b>867.467,62</b>	<b>1.018.846,34</b>	<b>1.126.838,47</b>	<b>1.196.650,39</b>	<b>1.206.198,51</b>	<b>1.526.572,26</b>	<b>1.783.280,01</b>	<b>1.983.961,68</b>	<b>2.135.340,40</b>	<b>2.243.332,52</b>

Análise de viabilidade:

VPL (5,33%): R\$1.024.846,79	TIR: 19,42%	B/C: 1,13	PPD: 5,9 anos
------------------------------	-------------	-----------	---------------

Tabela F1 – Composição final dos custos de cana-de-açúcar irrigada por um pivô específico para a cultura, financiado ou não

ITEM	PIVÔ FINANCIADO		PIVÔ NÃO FINANCIADO		
	VALOR	PARTICIPAÇÃO	VALOR	PARTICIPAÇÃO	
Aquisição de terras	R\$448.350,00	3,79%	R\$ 448.350,00	3,86%	
Investimento em equipamento de irrigação	R\$587.987,00	4,98%	R\$ 394.500,00	3,39%	
Custos com a implantação e condução do canavial	Análise de solo	R\$1.008,00	0,01%	R\$ 1.008,00	0,01%
	Calcário e adubos	R\$1.830.675,00	15,49%	R\$ 1.830.675,00	15,75%
	Herbicidas	R\$471.450,00	3,99%	R\$ 471.450,00	4,06%
	Material Genético + tratamento	R\$324.000,00	2,74%	R\$ 324.000,00	2,79%
	Fungicidas	R\$0,00	0,00%	R\$ 0,00	0,00%
	Inseticidas	R\$66.262,50	0,56%	R\$ 66.262,50	0,57%
	Trabalho mecanizado	R\$6.066.929,00	51,35%	R\$ 6.066.929,00	52,20%
	Mão-de-obra	R\$375.678,38	3,18%	R\$ 375.678,38	3,23%
	Administração e Escritório	R\$220.650,00	1,87%	R\$ 220.650,00	1,90%
Irrigação	R\$1.422.000,00	12,04%	R\$ 1.422.000	12,24%	
<b>TOTAL</b>	<b>R\$11.814.990,61</b>	<b>100,00%</b>	<b>R\$ 11.621.502,88</b>	<b>100,00%</b>	

Quadro F3 – Fluxo de caixa representativo da implementação e operacionalização de uma lavoura de cana-de-açúcar irrigada com um equipamento de pivô central (não financiado) de 150 hectares e lâmina de 9mm, durante 20 anos de produção (com renovação do canalial a cada 7 anos), no município de Paracatu-MG

<b>Itens</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>	<b>Ano 4</b>	<b>Ano 5</b>	<b>Ano 6</b>	<b>Ano 7</b>	<b>Ano 8</b>	<b>Ano 9</b>	<b>Ano 10</b>
<b>SAÍDAS</b>										
Aquisição terras	448.350,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pivô central	489.600,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juros empréstimo pivô	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fundação Lavoura Cana	966.141,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	966.141,88	0,00	0,00
Manutenção lavoura de cana	0,00	558.926,25	518.426,25	482.786,25	440.173,05	423.823,43	399.535,77	0,00	558.926,25	518.426,25
Depreciação pivô	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00
<b>SUBTOTAL SAÍDAS</b>	<b>1.923.675,88</b>	<b>578.510,25</b>	<b>538.010,25</b>	<b>502.370,25</b>	<b>459.757,05</b>	<b>443.407,43</b>	<b>419.119,77</b>	<b>985.725,88</b>	<b>578.510,25</b>	<b>538.010,25</b>
<b>ENTRADAS</b>										
Venda de mudas	270.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	270.000,00	0,00	0,00
Venda de cana para usina	694.440,00	868.050,00	763.884,00	672.217,92	591.551,77	520.565,56	458.097,69	694.440,00	868.050,00	763.884,00
Depreciação pivô	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00
<b>SUBTOTAL ENTRADAS</b>	<b>984.024,00</b>	<b>887.634,00</b>	<b>783.468,00</b>	<b>691.801,92</b>	<b>611.135,77</b>	<b>540.149,56</b>	<b>477.681,69</b>	<b>984.024,00</b>	<b>887.634,00</b>	<b>783.468,00</b>
<b>FLUXO DE CAIXA</b>	<b>-939.651,88</b>	<b>309.123,75</b>	<b>245.457,75</b>	<b>189.431,67</b>	<b>151.378,72</b>	<b>96.742,12</b>	<b>58.561,92</b>	<b>-1.701,88</b>	<b>309.123,75</b>	<b>245.457,75</b>
<b>FLUXO DE CAIXA ACUMULADO</b>	<b>-939.651,88</b>	<b>-630.528,13</b>	<b>-385.070,38</b>	<b>-195.638,71</b>	<b>-44.259,99</b>	<b>52.482,14</b>	<b>111.044,06</b>	<b>109.342,18</b>	<b>418.465,93</b>	<b>663.923,68</b>

Quadro F3, Continuação

Itens	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19	Ano 20
<b>SAÍDAS</b>										
Aquisição terras	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pivô central	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juros empréstimo pivô	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fundação Lavoura Cana	0,00	0,00	0,00	0,00	966.141,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manutenção lavoura de cana	482.786,25	440.173,05	423.823,43	399.535,77	0,00	558.926,25	518.426,25	482.786,25	440.173,05	423.823,43
Depreciação pivô	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00
<b>SUBTOTAL SAÍDAS</b>	<b>502.370,25</b>	<b>459.757,05</b>	<b>443.407,43</b>	<b>419.119,77</b>	<b>985.725,88</b>	<b>578.510,25</b>	<b>538.010,25</b>	<b>502.370,25</b>	<b>459.757,05</b>	<b>443.407,43</b>
<b>ENTRADAS</b>										
Venda de mudas	0,00	0,00	0,00	0,00	270.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Venda de cana para usina	672.217,92	591.551,77	520.565,56	458.097,69	694.440,00	868.050,00	763.884,00	672.217,92	591.551,77	520.565,56
Depreciação pivô	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00
<b>SUBTOTAL ENTRADAS</b>	<b>691.801,92</b>	<b>611.135,77</b>	<b>540.149,56</b>	<b>477.681,69</b>	<b>984.024,00</b>	<b>887.634,00</b>	<b>783.468,00</b>	<b>691.801,92</b>	<b>611.135,77</b>	<b>540.149,56</b>
<b>FLUXO DE CAIXA</b>	<b>189.431,67</b>	<b>151.378,72</b>	<b>96.742,12</b>	<b>58.561,92</b>	<b>-1.701,88</b>	<b>309.123,75</b>	<b>245.457,75</b>	<b>189.431,67</b>	<b>151.378,72</b>	<b>96.742,12</b>
<b>FLUXO DE CAIXA ACUMULADO</b>	<b>853.355,35</b>	<b>1.004.734,07</b>	<b>1.101.476,19</b>	<b>1.160.038,11</b>	<b>1.158.336,24</b>	<b>1.467.459,99</b>	<b>1.712.917,74</b>	<b>1.902.349,41</b>	<b>2.053.728,13</b>	<b>2.150.470,25</b>

Análise de viabilidade:

VPL (5,33%): R\$983.662,42	TIR: 19,04%	B/C: 1,12	PPD: 5,46 anos
----------------------------	-------------	-----------	----------------

Quadro F4 – Fluxo de caixa representativo da implementação e operacionalização de uma lavoura de cana-de-açúcar irrigada com um equipamento de pivô central (financiado) de 150 hectares e lâmina de 9mm, durante 20 anos de produção (com renovação do canalial a cada 7 anos), no município de Paracatu-MG

<b>Itens</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>	<b>Ano 4</b>	<b>Ano 5</b>	<b>Ano 6</b>	<b>Ano 7</b>	<b>Ano 8</b>	<b>Ano 9</b>	<b>Ano 10</b>
<b>SAÍDAS</b>										
Aquisição terras	448.350,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pivô central	489.600,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juros empréstimo pivô	45.288,00	49.477,14	54.053,78	59.053,75	32.258,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fundação Lavoura Cana	966.141,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	966.141,88	0,00	0,00
Manutenção lavoura de cana	0,00	558.926,25	518.426,25	482.786,25	440.173,05	423.823,43	399.535,77	0,00	558.926,25	518.426,25
Depreciação pivô	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00
<b>SUBTOTAL SAÍDAS</b>	<b>1.968.963,88</b>	<b>627.987,39</b>	<b>592.064,03</b>	<b>561.424,00</b>	<b>492.015,16</b>	<b>443.407,43</b>	<b>419.119,77</b>	<b>985.725,88</b>	<b>578.510,25</b>	<b>538.010,25</b>
<b>ENTRADAS</b>										
Venda de mudas	270.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	270.000,00	0,00	0,00
Venda de cana para usina	694.440,00	868.050,00	763.884,00	672.217,92	591.551,77	520.565,56	458.097,69	694.440,00	868.050,00	763.884,00
Depreciação pivô	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00
<b>SUBTOTAL ENTRADAS</b>	<b>984.024,00</b>	<b>887.634,00</b>	<b>783.468,00</b>	<b>691.801,92</b>	<b>611.135,77</b>	<b>540.149,56</b>	<b>477.681,69</b>	<b>984.024,00</b>	<b>887.634,00</b>	<b>783.468,00</b>
<b>FLUXO DE CAIXA</b>	<b>-984.939,88</b>	<b>259.646,61</b>	<b>191.403,97</b>	<b>130.377,92</b>	<b>119.120,61</b>	<b>96.742,12</b>	<b>58.561,92</b>	<b>-1.701,88</b>	<b>309.123,75</b>	<b>245.457,75</b>
<b>FLUXO DE CAIXA ACUMULADO</b>	<b>-984.939,88</b>	<b>-725.293,27</b>	<b>-533.889,29</b>	<b>-403.511,37</b>	<b>-284.390,76</b>	<b>-187.648,64</b>	<b>-129.086,72</b>	<b>-130.788,59</b>	<b>178.335,16</b>	<b>423.792,91</b>

Quadro F4, Continuação

Itens	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19	Ano 20
<b>SAÍDAS</b>										
Aquisição terras	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pivô central	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juros empréstimo pivô	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fundação Lavoura Cana	0,00	0,00	0,00	0,00	966.141,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manutenção lavoura de cana	482.786,25	440.173,05	423.823,43	399.535,77	0,00	558.926,25	518.426,25	482.786,25	440.173,05	423.823,43
Depreciação pivô	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00
<b>SUBTOTAL SAÍDAS</b>	<b>502.370,25</b>	<b>459.757,05</b>	<b>443.407,43</b>	<b>419.119,77</b>	<b>985.725,88</b>	<b>578.510,25</b>	<b>538.010,25</b>	<b>502.370,25</b>	<b>459.757,05</b>	<b>443.407,43</b>
<b>ENTRADAS</b>										
Venda de mudas	0,00	0,00	0,00	0,00	270.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Venda de cana para usina	672.217,92	591.551,77	520.565,56	458.097,69	694.440,00	868.050,00	763.884,00	672.217,92	591.551,77	520.565,56
Depreciação pivô	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00
<b>SUBTOTAL ENTRADAS</b>	<b>691.801,92</b>	<b>611.135,77</b>	<b>540.149,56</b>	<b>477.681,69</b>	<b>984.024,00</b>	<b>887.634,00</b>	<b>783.468,00</b>	<b>691.801,92</b>	<b>611.135,77</b>	<b>540.149,56</b>
<b>FLUXO DE CAIXA</b>	<b>189.431,67</b>	<b>151.378,72</b>	<b>96.742,12</b>	<b>58.561,92</b>	<b>-1.701,88</b>	<b>309.123,75</b>	<b>245.457,75</b>	<b>189.431,67</b>	<b>151.378,72</b>	<b>96.742,12</b>
<b>FLUXO DE CAIXA ACUMULADO</b>	<b>613.224,58</b>	<b>764.603,30</b>	<b>861.345,42</b>	<b>919.907,34</b>	<b>918.205,46</b>	<b>1.227.329,21</b>	<b>1.472.786,96</b>	<b>1.662.218,63</b>	<b>1.813.597,35</b>	<b>1.910.339,47</b>

Análise de viabilidade:

VPL (5,33%): R\$776.954,20	TIR: 14,81%	B/C: 1,10	PPD: 8,42 anos
----------------------------	-------------	-----------	----------------

Tabela F2 – Composição final dos custos de cana-de-açúcar irrigada por um pivô dimensionado para irrigar cereais, financiado ou não

ITEM	PIVÔ FINANCIADO		PIVÔ NÃO FINANCIADO		
	VALOR	PARTICIPAÇÃO	VALOR	PARTICIPAÇÃO	
Aquisição de terras	R\$ 448.350,00	3,68%	R\$ 448.350,00	3,75%	
Investimento em equipamento de irrigação	R\$ 729.730,78	5,99%	R\$ 489.600,00	4,10%	
Custos com a implantação e condução do canavial	Análise de solo	R\$ 1.008,00	0,01%	R\$ 1.008,00	0,01%
	Calcário e adubos	R\$ 1.830.675,00	15,03%	R\$ 1.830.675,00	15,33%
	Herbicidas	R\$ 471.450,00	3,87%	R\$ 471.450,00	3,95%
	Material Genético + tratamento	R\$ 324.000,00	2,66%	R\$ 324.000,00	2,71%
	Fungicidas	R\$ 0,00	0,00%	R\$ 0,00	0,00%
	Inseticidas	R\$ 66.262,50	0,54%	R\$ 66.262,50	0,55%
	Trabalho mecanizado	R\$ 6.066.929,00	49,80%	R\$ 6.066.929,00	50,80%
	Mão-de-obra	R\$ 375.678,38	3,08%	R\$ 375.678,38	3,15%
	Administração e Escritório	R\$ 220.650,00	1,81%	R\$ 220.650,00	1,85%
	Irrigação	R\$ 1.647.000,00	13,52%	R\$ 1.647.000,00	13,79%
<b>TOTAL</b>	<b>R\$12.181.773,66</b>	<b>100,00%</b>	<b>R\$11.941.602,88</b>	<b>100,00%</b>	



Tabela F3 – Comparativo da composição final dos custos de cana-de-açúcar irrigada por diferentes equipamentos (1 e 3, financiados)

ITEM	EQUIPAMENTO 3 <sup>1</sup>		EQUIPAMENTO 1 <sup>2</sup>		
	VALOR	PARTICIPAÇÃO	VALOR	PARTICIPAÇÃO	
Aquisição de terras	R\$448.350,00	3,79%	R\$448.350,00	3,66%	
Investimento em equipamento de irrigação	R\$587.987,00	4,98%	R\$729.730,78	5,95%	
Custos com a implantação e condução do canavial	Análise de solo	R\$1.008,00	0,01%	R\$1.008,00	0,01%
	Calcário e adubos	R\$1.830.675,00	15,49%	R\$1.830.675,00	14,93%
	Herbicidas	R\$471.450,00	3,99%	R\$471.450,00	3,84%
	Material genético + tratamento	R\$324.000,00	2,74%	R\$324.000,00	2,64%
	Fungicidas	R\$0,00	0,00%	R\$0,00	0,00%
	Inseticidas	R\$66.262,50	0,56%	R\$66.262,50	0,54%
	Trabalho mecanizado	R\$6.066.929,00	51,35%	R\$6.066.929,00	49,47%
	Mão-de-obra	R\$375.678,38	3,18%	R\$375.678,38	3,06%
	Administração e Escritório	R\$220.650,00	1,87%	R\$220.650,00	1,80%
	Irrigação	R\$1.422.000,00	12,04%	R\$1.729.350,00	14,10%
<b>TOTAL</b>	<b>R\$11.814.990,61</b>	<b>100,00%</b>	<b>R\$12.264.083,66</b>	<b>100,00%</b>	

<sup>1</sup>: Pivô Central de 150 hectares e lâmina de 4mm, adequado à irrigação da cana-de-açúcar.

<sup>2</sup>: Pivô Central de 150 hectares e lâmina de 9mm, adequado à irrigação de cereais.

Quadro F5 – Fluxo de caixa representativo da implementação e operacionalização de um pivô central com 150 hectares e lâmina de 9mm para o plantio alternado de soja e milho semente, no município de Paracatu-MG

<b>Itens</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>	<b>Ano 4</b>	<b>Ano 5</b>	<b>Ano 6</b>	<b>Ano 7</b>	<b>Ano 8</b>	<b>Ano 9</b>	<b>Ano 10</b>
<b>SAÍDAS</b>										
Aquisição de terras	448.350,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Investimento em pivô central	489.600,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juros empréstimo pivô	45.288,00	49.477,14	54.053,78	59.053,75	32.258,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plantio soja	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50
Plantio milho semente	462.643,75	462.643,75	462.643,75	462.643,75	462.643,75	462.643,75	462.643,75	462.643,75	462.643,75	462.643,75
Depreciação pivô	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00
<b>SUBTOTAL SAÍDAS</b>	<b>1.716.187,25</b>	<b>782.426,39</b>	<b>787.003,03</b>	<b>792.003,00</b>	<b>765.207,36</b>	<b>732.949,25</b>	<b>732.949,25</b>	<b>732.949,25</b>	<b>732.949,25</b>	<b>732.949,25</b>
<b>ENTRADAS</b>										
Venda de soja	311.190,00	311.190,00	311.190,00	311.190,00	311.190,00	311.190,00	311.190,00	311.190,00	311.190,00	311.190,00
Receita milho semente	540.000,00	540.000,00	540.000,00	540.000,00	540.000,00	540.000,00	540.000,00	540.000,00	540.000,00	540.000,00
Depreciação pivô	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00
<b>SUBTOTAL ENTRADAS</b>	<b>871.044,00</b>	<b>871.044,00</b>	<b>871.044,00</b>	<b>871.044,00</b>	<b>871.044,00</b>	<b>871.044,00</b>	<b>871.044,00</b>	<b>871.044,00</b>	<b>871.044,00</b>	<b>871.044,00</b>
<b>FLUXO DE CAIXA</b>	<b>-845.143,25</b>	<b>88.617,61</b>	<b>84.040,97</b>	<b>79.041,00</b>	<b>105.836,64</b>	<b>138.094,75</b>	<b>138.094,75</b>	<b>138.094,75</b>	<b>138.094,75</b>	<b>138.094,75</b>
<b>FLUXO DE CAIXA ACUMULADO</b>	<b>-845.143,25</b>	<b>-756.525,64</b>	<b>-672.484,67</b>	<b>-593.443,67</b>	<b>-487.607,03</b>	<b>-349.512,28</b>	<b>-211.417,53</b>	<b>-73.322,78</b>	<b>64.771,97</b>	<b>202.866,72</b>

Quadro F5, Continuação

<b>Itens</b>	<b>Ano 11</b>	<b>Ano 12</b>	<b>Ano 13</b>	<b>Ano 14</b>	<b>Ano 15</b>	<b>Ano 16</b>	<b>Ano 17</b>	<b>Ano 18</b>	<b>Ano 19</b>	<b>Ano 20</b>
<b>SAÍDAS</b>										
Aquisição de terras	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Investimento em pivô central	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juros empréstimo pivô	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plantio soja	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50
Plantio milho semente	462.643,75	462.643,75	462.643,75	462.643,75	462.643,75	462.643,75	462.643,75	462.643,75	462.643,75	462.643,75
Depreciação pivô	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00
<b>SUBTOTAL SAÍDAS</b>	<b>732.949,25</b>	<b>732.949,25</b>	<b>732.949,25</b>	<b>732.949,25</b>	<b>732.949,25</b>	<b>732.949,25</b>	<b>732.949,25</b>	<b>732.949,25</b>	<b>732.949,25</b>	<b>732.949,25</b>
<b>ENTRADAS</b>										
Venda de soja	311.190,00	311.190,00	311.190,00	311.190,00	311.190,00	311.190,00	311.190,00	311.190,00	311.190,00	311.190,00
Receita milho semente	540.000,00	540.000,00	540.000,00	540.000,00	540.000,00	540.000,00	540.000,00	540.000,00	540.000,00	540.000,00
Depreciação pivô	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00	19.584,00
<b>SUBTOTAL ENTRADAS</b>	<b>871.044,00</b>	<b>871.044,00</b>	<b>871.044,00</b>	<b>871.044,00</b>	<b>871.044,00</b>	<b>871.044,00</b>	<b>871.044,00</b>	<b>871.044,00</b>	<b>871.044,00</b>	<b>871.044,00</b>
<b>FLUXO DE CAIXA</b>	<b>138.094,75</b>	<b>138.094,75</b>	<b>138.094,75</b>	<b>138.094,75</b>	<b>138.094,75</b>	<b>138.094,75</b>	<b>138.094,75</b>	<b>138.094,75</b>	<b>138.094,75</b>	<b>138.094,75</b>
<b>FLUXO DE CAIXA ACUMULADO</b>	<b>340.961,47</b>	<b>479.056,22</b>	<b>617.150,97</b>	<b>755.245,72</b>	<b>893.340,47</b>	<b>1.031.435,22</b>	<b>1.169.529,97</b>	<b>1.307.624,72</b>	<b>1.445.719,47</b>	<b>1.583.814,22</b>

Análise de viabilidade:

VPL (5,33%): R\$576.618,38	TIR: 12,38%	B/C: 1,06	PPD: 8,53 anos
----------------------------	-------------	-----------	----------------

Tabela F4 – Composição final dos custos de soja e milho semente irrigados por pivô central

<b>ITEM</b>		<b>VALOR</b>	<b>PARTICIPAÇÃO</b>
Aquisição de terras		R\$448.350,00	2,90%
Investimento em equipamento de irrigação		R\$729.730,78	4,73%
Custos com as lavouras de soja e milho semente	Análise de solo	R\$13.440,00	0,09%
	Calcário e adubos	R\$5.480.700,00	35,50%
	Herbicidas	R\$1.179.440,00	7,64%
	Material genético + tratamento	R\$597.000,00	3,87%
	Fungicidas	R\$606.000,00	3,92%
	Inseticidas	R\$480.000,00	3,11%
	Trabalho mecanizado	R\$2.726.100,00	17,66%
	Armazenamento e secagem	0,00	0,00%
	Mão-de-obra	R\$307.145,00	1,99%
	Administração e Escritório	R\$236.880,00	1,53%
	Irrigação	R\$2.635.200,00	17,07%
<b>TOTAL</b>		<b>R\$15.439.985,78</b>	<b>100,00%</b>

Quadro F6 – Fluxo de caixa representativo da implementação e operacionalização de um pivô central com 150 hectares e lâmina de 9mm para o plantio alternado de soja e milho comercial, no município de Paracatu-MG

<b>Itens</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>	<b>Ano 4</b>	<b>Ano 5</b>	<b>Ano 6</b>	<b>Ano 7</b>	<b>Ano 8</b>	<b>Ano 9</b>	<b>Ano 10</b>
<b>SAÍDAS</b>										
Aquisição de terras	448.350,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Investimento em pivô central	489.600,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juros empréstimo pivô	45.288,00	49.477,14	54.053,78	59.053,75	32.258,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plantio soja	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50
Plantio milho	516.577,75	516.577,75	516.577,75	516.577,75	516.577,75	516.577,75	516.577,75	516.577,75	516.577,75	516.577,75
Depreciação pivô	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00
<b>SUBTOTAL SAÍDAS</b>	<b>1.770.121,25</b>	<b>836.360,39</b>	<b>840.937,03</b>	<b>845.937,00</b>	<b>819.141,36</b>	<b>786.883,25</b>	<b>786.883,25</b>	<b>786.883,25</b>	<b>786.883,25</b>	<b>786.883,25</b>
<b>ENTRADAS</b>										
Venda de soja	311.190,00	311.190,00	311.190,00	311.190,00	311.190,00	311.190,00	311.190,00	311.190,00	311.190,00	311.190,00
Venda de milho	473.625,00	473.625,00	473.625,00	473.625,00	473.625,00	473.625,00	473.625,00	473.625,00	473.625,00	473.625,00
Depreciação pivô	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00
<b>SUBTOTAL ENTRADAS</b>	<b>804.669,00</b>	<b>804.669,00</b>	<b>804.669,00</b>	<b>804.669,00</b>	<b>804.669,00</b>	<b>804.669,00</b>	<b>804.669,00</b>	<b>804.669,00</b>	<b>804.669,00</b>	<b>804.669,00</b>
<b>FLUXO DE CAIXA</b>	<b>-965.452,25</b>	<b>-31.691,39</b>	<b>-36.268,03</b>	<b>-41.268,00</b>	<b>-14.472,36</b>	<b>17.785,75</b>	<b>17.785,75</b>	<b>17.785,75</b>	<b>17.785,75</b>	<b>17.785,75</b>
<b>FLUXO DE CAIXA ACUMULADO</b>	<b>-965.452,25</b>	<b>-997.143,64</b>	<b>-1.033.411,67</b>	<b>-1.074.679,67</b>	<b>-1.089.152,03</b>	<b>-1.071.366,28</b>	<b>-1.053.580,53</b>	<b>-1.035.794,78</b>	<b>-1.018.009,03</b>	<b>-1.000.223,28</b>

Quadro F6, Continuação

Itens	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19	Ano 20
<b>SAÍDAS</b>										
Aquisição de terras	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Investimento em pivô central	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juros empréstimo pivô	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plantio soja	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50
Plantio milho	516.577,75	516.577,75	516.577,75	516.577,75	516.577,75	516.577,75	516.577,75	516.577,75	516.577,75	516.577,75
Depreciação pivô	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00
<b>SUBTOTAL SAÍDAS</b>	<b>786.883,25</b>	<b>786.883,25</b>	<b>786.883,25</b>	<b>786.883,25</b>	<b>786.883,25</b>	<b>786.883,25</b>	<b>786.883,25</b>	<b>786.883,25</b>	<b>786.883,25</b>	<b>786.883,25</b>
<b>ENTRADAS</b>										
Venda de soja	311.190,00	311.190,00	311.190,00	311.190,00	311.190,00	311.190,00	311.190,00	311.190,00	311.190,00	311.190,00
Venda de milho	473.625,00	473.625,00	473.625,00	473.625,00	473.625,00	473.625,00	473.625,00	473.625,00	473.625,00	473.625,00
Depreciação pivô	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00
<b>SUBTOTAL ENTRADAS</b>	<b>804.669,00</b>	<b>804.669,00</b>	<b>804.669,00</b>	<b>804.669,00</b>	<b>804.669,00</b>	<b>804.669,00</b>	<b>804.669,00</b>	<b>804.669,00</b>	<b>804.669,00</b>	<b>804.669,00</b>
<b>FLUXO DE CAIXA</b>	<b>17.785,75</b>	<b>17.785,75</b>	<b>17.785,75</b>	<b>17.785,75</b>	<b>17.785,75</b>	<b>17.785,75</b>	<b>17.785,75</b>	<b>17.785,75</b>	<b>17.785,75</b>	<b>17.785,75</b>
<b>FLUXO DE CAIXA ACUMULADO</b>	<b>-982.437,53</b>	<b>-964.651,78</b>	<b>-946.866,03</b>	<b>-929.080,28</b>	<b>-911.294,53</b>	<b>-893.508,78</b>	<b>-875.723,03</b>	<b>-857.937,28</b>	<b>-840.151,53</b>	<b>-822.365,78</b>

Análise de viabilidade:

VPL (5,33%): -881.618,41	TIR: --	B/C: 0,92	PPD: --
--------------------------	---------	-----------	---------

Tabela F5 – Composição final dos custos de soja e milho comercial irrigados por pivô central

ITEM		VALOR	PARTICIPAÇÃO
Aquisição de terras		R\$448.350,00	2,71%
Investimento em equipamento de irrigação		R\$729.730,78	4,42%
Custos com as lavouras de soja e milho comercial	Análise de solo	R\$13.440,00	0,08%
	Calcário e adubos	R\$4.850.700,00	29,36%
	Herbicidas	R\$1.001.540,00	6,06%
	Material genético + tratamento	R\$1.389.000,00	8,41%
	Fungicidas	R\$483.000,00	2,92%
	Inseticidas	R\$414.000,00	2,51%
	Trabalho mecanizado	R\$3.417.900,00	20,69%
	Armazenamento e secagem	R\$643.950,00	3,90%
	Mão-de-obra	R\$254.975,00	1,54%
	Administração e Escritório	R\$236.880,00	1,43%
	Irrigação	R\$2.635.200,00	15,95%
<b>TOTAL</b>		<b>R\$16.518.665,78</b>	<b>100,00%</b>

Quadro F7 – Fluxo de caixa representativo da implementação e operacionalização de um pivô central com 150 hectares e lâmina de 9mm para o plantio alternado de milho comercial (verão) e feijão, no município de Paracatu-MG

Itens	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
<b>SAÍDAS</b>										
Aquisição de terras	448.350,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Investimento em pivô central	489.600,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juros empréstimo pivô	45.288,00	49.477,14	54.053,78	59.053,75	32.258,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plantio de milho	391.497,25	391.497,25	391.497,25	391.497,25	391.497,25	391.497,25	391.497,25	391.497,25	391.497,25	391.497,25
Plantio de feijão	466.666,45	466.666,45	466.666,45	466.666,45	466.666,45	466.666,45	466.666,45	466.666,45	466.666,45	466.666,45
Depreciação pivô	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00
<b>SUBTOTAL SAÍDAS</b>	<b>1.861.255,70</b>	<b>927.494,84</b>	<b>932.071,48</b>	<b>937.071,45</b>	<b>910.275,81</b>	<b>878.017,70</b>	<b>878.017,70</b>	<b>878.017,70</b>	<b>878.017,70</b>	<b>878.017,70</b>
<b>ENTRADAS</b>										
Venda de milho	379.275,00	379.275,00	379.275,00	379.275,00	379.275,00	379.275,00	379.275,00	379.275,00	379.275,00	379.275,00
Venda de feijão	854.947,50	854.947,50	854.947,50	854.947,50	854.947,50	854.947,50	854.947,50	854.947,50	854.947,50	854.947,50
Depreciação pivô	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00
<b>SUBTOTAL ENTRADAS</b>	<b>1.254.076,50</b>	<b>1.254.076,50</b>	<b>1.254.076,50</b>	<b>1.254.076,50</b>	<b>1.254.076,50</b>	<b>1.254.076,50</b>	<b>1.254.076,50</b>	<b>1.254.076,50</b>	<b>1.254.076,50</b>	<b>1.254.076,50</b>
<b>FLUXO DE CAIXA</b>	<b>-607.179,20</b>	<b>326.581,66</b>	<b>322.005,02</b>	<b>317.005,05</b>	<b>343.800,69</b>	<b>376.058,80</b>	<b>376.058,80</b>	<b>376.058,80</b>	<b>376.058,80</b>	<b>376.058,80</b>
<b>FLUXO DE CAIXA ACUMULADO</b>	<b>-607.179,20</b>	<b>-280.597,54</b>	<b>41.407,48</b>	<b>358.412,53</b>	<b>702.213,22</b>	<b>1.078.272,02</b>	<b>1.454.330,82</b>	<b>1.830.389,62</b>	<b>2.206.448,42</b>	<b>2.582.507,22</b>



Quadro F7, Continuação

<b>Itens</b>	<b>Ano 11</b>	<b>Ano 12</b>	<b>Ano 13</b>	<b>Ano 14</b>	<b>Ano 15</b>	<b>Ano 16</b>	<b>Ano 17</b>	<b>Ano 18</b>	<b>Ano 19</b>	<b>Ano 20</b>
<b>SAÍDAS</b>										
Aquisição de terras	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Investimento em pivô central	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juros empréstimo pivô	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plantio de milho	391.497,25	391.497,25	391.497,25	391.497,25	391.497,25	391.497,25	391.497,25	391.497,25	391.497,25	391.497,25
Plantio de feijão	466.666,45	466.666,45	466.666,45	466.666,45	466.666,45	466.666,45	466.666,45	466.666,45	466.666,45	466.666,45
Depreciação pivô	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00
<b>SUBTOTAL SAÍDAS</b>	<b>878.017,70</b>	<b>878.017,70</b>	<b>878.017,70</b>	<b>878.017,70</b>	<b>878.017,70</b>	<b>878.017,70</b>	<b>878.017,70</b>	<b>878.017,70</b>	<b>878.017,70</b>	<b>878.017,70</b>
<b>ENTRADAS</b>										
Venda de milho	379.275,00	379.275,00	379.275,00	379.275,00	379.275,00	379.275,00	379.275,00	379.275,00	379.275,00	379.275,00
Venda de feijão	854.947,50	854.947,50	854.947,50	854.947,50	854.947,50	854.947,50	854.947,50	854.947,50	854.947,50	854.947,50
Depreciação pivô	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00
<b>SUBTOTAL ENTRADAS</b>	<b>1.254.076,50</b>	<b>1.254.076,50</b>	<b>1.254.076,50</b>	<b>1.254.076,50</b>	<b>1.254.076,50</b>	<b>1.254.076,50</b>	<b>1.254.076,50</b>	<b>1.254.076,50</b>	<b>1.254.076,50</b>	<b>1.254.076,50</b>
<b>FLUXO DE CAIXA</b>	<b>376.058,80</b>	<b>376.058,80</b>	<b>376.058,80</b>	<b>376.058,80</b>	<b>376.058,80</b>	<b>376.058,80</b>	<b>376.058,80</b>	<b>376.058,80</b>	<b>376.058,80</b>	<b>376.058,80</b>
<b>FLUXO DE CAIXA ACUMULADO</b>	<b>2.958.566,02</b>	<b>3.334.624,82</b>	<b>3.710.683,62</b>	<b>4.086.742,42</b>	<b>4.462.801,22</b>	<b>4.838.860,02</b>	<b>5.214.918,82</b>	<b>5.590.977,62</b>	<b>5.967.036,42</b>	<b>6.343.095,22</b>

Análise de viabilidade:

VPL (5,33%): 3.460.924,09	TIR: 55,05%	B/C: 1,29	PPD: 2,87 anos
---------------------------	-------------	-----------	----------------

Tabela F6 – Composição final dos custos de feijão e milho comercial irrigados por pivô central

ITEM		VALOR	PARTICIPAÇÃO
Aquisição de terras		R\$448.350,00	2,42%
Investimento em equipamento de irrigação		R\$729.730,78	3,94%
Custos com as lavouras de feijão e milho	Análise de solo	R\$13.440,00	0,07%
	Calcário e adubos	R\$4.415.412,00	23,96%
	Herbicidas	R\$1.336.010,00	7,28%
	Material genético + tratamento	R\$2.719.278,00	14,83%
	Fungicidas	R\$1.049.250,00	5,72%
	Inseticidas	R\$266.820,00	1,45%
	Trabalho mecanizado	R\$3.982.800,00	21,71%
	Armazenamento e secagem	R\$730.746,00	3,98%
	Mão-de-obra	R\$237.350,00	1,29%
	Administração e Escritório	R\$236.880,00	1,29%
	Irrigação	R\$2.196.000,00	11,97%
<b>TOTAL</b>		<b>R\$18.341.354,78</b>	<b>100,00%</b>

Quadro F8 – Fluxo de caixa representativo da implementação e operacionalização de um pivô central com 150 hectares e lâmina de 9mm para o plantio alternado de soja, feijão e milho no município de Paracatu-MG

Itens	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
<b>SAÍDAS</b>										
Aquisição de terras	448.350,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Investimento em pivô central	489.600,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juros empréstimo pivô	45.288,00	49.477,14	54.053,78	59.053,75	32.258,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plantio de soja	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50
Plantio de feijão	466.666,45	466.666,45	466.666,45	466.666,45	466.666,45	466.666,45	466.666,45	466.666,45	466.666,45	466.666,45
Plantio de milho	516.577,75	516.577,75	516.577,75	516.577,75	516.577,75	516.577,75	516.577,75	516.577,75	516.577,75	516.577,75
Depreciação pivô	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00
<b>SUBTOTAL SAÍDAS</b>	<b>2.236.787,70</b>	<b>1.303.026,84</b>	<b>1.307.603,48</b>	<b>1.312.603,45</b>	<b>1.285.807,81</b>	<b>1.253.549,70</b>	<b>1.253.549,70</b>	<b>1.253.549,70</b>	<b>1.253.549,70</b>	<b>1.253.549,70</b>
<b>ENTRADAS</b>										
Venda de soja	322.162,50	322.162,50	322.162,50	322.162,50	322.162,50	322.162,50	322.162,50	322.162,50	322.162,50	322.162,50
Venda de feijão	861.547,50	861.547,50	861.547,50	861.547,50	861.547,50	861.547,50	861.547,50	861.547,50	861.547,50	861.547,50
Venda de milho	473.625,00	473.625,00	473.625,00	473.625,00	473.625,00	473.625,00	473.625,00	473.625,00	473.625,00	473.625,00
Depreciação pivô	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00
<b>SUBTOTAL ENTRADAS</b>	<b>1.677.189,00</b>	<b>1.677.189,00</b>	<b>1.677.189,00</b>	<b>1.677.189,00</b>	<b>1.677.189,00</b>	<b>1.677.189,00</b>	<b>1.677.189,00</b>	<b>1.677.189,00</b>	<b>1.677.189,00</b>	<b>1.677.189,00</b>
<b>FLUXO DE CAIXA</b>	<b>-559.598,70</b>	<b>374.162,16</b>	<b>369.585,52</b>	<b>364.585,55</b>	<b>391.381,19</b>	<b>423.639,30</b>	<b>423.639,30</b>	<b>423.639,30</b>	<b>423.639,30</b>	<b>423.639,30</b>
<b>FLUXO DE CAIXA ACUMULADO</b>	<b>-559.598,70</b>	<b>-185.436,54</b>	<b>184.148,98</b>	<b>548.734,53</b>	<b>940.115,72</b>	<b>1.363.755,02</b>	<b>1.787.394,32</b>	<b>2.211.033,62</b>	<b>2.634.672,92</b>	<b>3.058.312,22</b>

Quadro F8, Continuação

Itens	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19	Ano 20
<b>SAÍDAS</b>										
Aquisição de terras	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Investimento em pivô central	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juros empréstimo pivô	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plantio de soja	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50	250.451,50
Plantio de feijão	466.666,45	466.666,45	466.666,45	466.666,45	466.666,45	466.666,45	466.666,45	466.666,45	466.666,45	466.666,45
Plantio de milho	516.577,75	516.577,75	516.577,75	516.577,75	516.577,75	516.577,75	516.577,75	516.577,75	516.577,75	516.577,75
Depreciação pivô	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00
<b>SUBTOTAL SAÍDAS</b>	<b>1.253.549,70</b>	<b>1.253.549,70</b>	<b>1.253.549,70</b>	<b>1.253.549,70</b>	<b>1.253.549,70</b>	<b>1.253.549,70</b>	<b>1.253.549,70</b>	<b>1.253.549,70</b>	<b>1.253.549,70</b>	<b>1.253.549,70</b>
<b>ENTRADAS</b>										
Venda de soja	322.162,50	322.162,50	322.162,50	322.162,50	322.162,50	322.162,50	322.162,50	322.162,50	322.162,50	322.162,50
Venda de feijão	861.547,50	861.547,50	861.547,50	861.547,50	861.547,50	861.547,50	861.547,50	861.547,50	861.547,50	861.547,50
Venda de milho	473.625,00	473.625,00	473.625,00	473.625,00	473.625,00	473.625,00	473.625,00	473.625,00	473.625,00	473.625,00
Depreciação pivô	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00
<b>SUBTOTAL ENTRADAS</b>	<b>1.677.189,00</b>	<b>1.677.189,00</b>	<b>1.677.189,00</b>	<b>1.677.189,00</b>	<b>1.677.189,00</b>	<b>1.677.189,00</b>	<b>1.677.189,00</b>	<b>1.677.189,00</b>	<b>1.677.189,00</b>	<b>1.677.189,00</b>
<b>FLUXO DE CAIXA</b>	<b>423.639,30</b>	<b>423.639,30</b>	<b>423.639,30</b>	<b>423.639,30</b>	<b>423.639,30</b>	<b>423.639,30</b>	<b>423.639,30</b>	<b>423.639,30</b>	<b>423.639,30</b>	<b>423.639,30</b>
<b>FLUXO DE CAIXA ACUMULADO</b>	<b>3.481.951,52</b>	<b>3.905.590,82</b>	<b>4.329.230,12</b>	<b>4.752.869,42</b>	<b>5.176.508,72</b>	<b>5.600.148,02</b>	<b>6.023.787,32</b>	<b>6.447.426,62</b>	<b>6.871.065,92</b>	<b>7.294.705,22</b>

Análise de viabilidade:

VPL (5,33%): R\$4.037.636,02	TIR: 67,79%	B/C: 1,25	PPD: 2,50 anos
------------------------------	-------------	-----------	----------------

Tabela F7 – Composição final dos custos de soja, feijão e milho comercial irrigados por pivô central

ITEM		VALOR	PARTICIPAÇÃO
Aquisição de terras		R\$448.350,00	1,73%
Investimento em equipamento de irrigação		R\$729.730,78	2,82%
Custos com as lavouras de soja, feijão e milho comercial	Análise de solo	R\$20.160,00	0,08%
	Calcário e adubos	R\$6.797.682,00	26,21%
	Herbicidas	R\$1.689.180,00	6,53%
	Material genético + tratamento	R\$2.849.178,00	11,02%
	Fungicidas	R\$1.286.250,00	4,98%
	Inseticidas	R\$680.820,00	2,63%
	Trabalho mecanizado	R\$5.538.450,00	21,42%
	Armazenamento e secagem	R\$816.606,00	3,16%
	Mão-de-obra	R\$380.700,00	1,47%
	Administração e Escritório	R\$355.320,00	1,37%
	Irrigação	R\$4.282.200,00	16,56%
<b>TOTAL</b>		<b>R\$25.851.994,78</b>	<b>100,00%</b>

Quadro F9 – Fluxo de caixa representativo da implementação e operacionalização de um pivô central com 150 hectares e lâmina de 9mm para o plantio alternado de milho comercial (verão) e feijão (duas safras), no município de Paracatu-MG

<b>Itens</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>	<b>Ano 4</b>	<b>Ano 5</b>	<b>Ano 6</b>	<b>Ano 7</b>	<b>Ano 8</b>	<b>Ano 9</b>	<b>Ano 10</b>
<b>SAÍDAS</b>										
Aquisição de terras	448.350,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Investimento em pivô central	489.600,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juros empréstimo pivô	45.288,00	49.477,14	54.053,78	59.053,75	32.258,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plantio de milho	391.497,25	391.497,25	391.497,25	391.497,25	391.497,25	391.497,25	391.497,25	391.497,25	391.497,25	391.497,25
Plantio de feijão (2x)	933.332,90	933.332,90	933.332,90	933.332,90	933.332,90	933.332,90	933.332,90	933.332,90	933.332,90	933.332,90
Depreciação pivô	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00
<b>SUBTOTAL SAÍDAS</b>	<b>2.327.922,15</b>	<b>1.394.161,29</b>	<b>1.398.737,93</b>	<b>1.403.737,90</b>	<b>1.376.942,26</b>	<b>1.344.684,15</b>	<b>1.344.684,15</b>	<b>1.344.684,15</b>	<b>1.344.684,15</b>	<b>1.344.684,15</b>
<b>ENTRADAS</b>										
Venda de milho	388.635,00	388.635,00	388.635,00	388.635,00	388.635,00	388.635,00	388.635,00	388.635,00	388.635,00	388.635,00
Vendas de feijão	1.726.395,00	1.726.395,00	1.726.395,00	1.726.395,00	1.726.395,00	1.726.395,00	1.726.395,00	1.726.395,00	1.726.395,00	1.726.395,00
Depreciação pivô	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00
<b>SUBTOTAL ENTRADAS</b>	<b>2.134.884,00</b>	<b>2.134.884,00</b>	<b>2.134.884,00</b>	<b>2.134.884,00</b>	<b>2.134.884,00</b>	<b>2.134.884,00</b>	<b>2.134.884,00</b>	<b>2.134.884,00</b>	<b>2.134.884,00</b>	<b>2.134.884,00</b>
<b>FLUXO DE CAIXA</b>	<b>-193.038,15</b>	<b>740.722,71</b>	<b>736.146,07</b>	<b>731.146,10</b>	<b>757.941,74</b>	<b>790.199,85</b>	<b>790.199,85</b>	<b>790.199,85</b>	<b>790.199,85</b>	<b>790.199,85</b>
<b>FLUXO DE CAIXA ACUMULADO</b>	<b>-193.038,15</b>	<b>547.684,56</b>	<b>1.283.830,63</b>	<b>2.014.976,73</b>	<b>2.772.918,47</b>	<b>3.563.118,32</b>	<b>4.353.318,17</b>	<b>5.143.518,02</b>	<b>5.933.717,87</b>	<b>6.723.917,72</b>

Quadro F9, Continuação

Itens	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
<b>SAÍDAS</b>										
Aquisição de terras	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Investimento em pivô central	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juros empréstimo pivô	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plantio de milho	391.497,25	391.497,25	391.497,25	391.497,25	391.497,25	391.497,25	391.497,25	391.497,25	391.497,25	391.497,25
Plantio de feijão (2x)	933.332,90	933.332,90	933.332,90	933.332,90	933.332,90	933.332,90	933.332,90	933.332,90	933.332,90	933.332,90
Depreciação pivô	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00
<b>SUBTOTAL SAÍDAS</b>	<b>1.344.684,15</b>	<b>1.344.684,15</b>	<b>1.344.684,15</b>	<b>1.344.684,15</b>	<b>1.344.684,15</b>	<b>1.344.684,15</b>	<b>1.344.684,15</b>	<b>1.344.684,15</b>	<b>1.344.684,15</b>	<b>1.344.684,15</b>
<b>ENTRADAS</b>										
Venda de milho	388.635,00	388.635,00	388.635,00	388.635,00	388.635,00	388.635,00	388.635,00	388.635,00	388.635,00	388.635,00
Vendas de feijão	1.726.395,00	1.726.395,00	1.726.395,00	1.726.395,00	1.726.395,00	1.726.395,00	1.726.395,00	1.726.395,00	1.726.395,00	1.726.395,00
Depreciação pivô	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00	19.854,00
<b>SUBTOTAL ENTRADAS</b>	<b>2.134.884,00</b>	<b>2.134.884,00</b>	<b>2.134.884,00</b>	<b>2.134.884,00</b>	<b>2.134.884,00</b>	<b>2.134.884,00</b>	<b>2.134.884,00</b>	<b>2.134.884,00</b>	<b>2.134.884,00</b>	<b>2.134.884,00</b>
<b>FLUXO DE CAIXA</b>	<b>790.199,85</b>	<b>790.199,85</b>	<b>790.199,85</b>	<b>790.199,85</b>	<b>790.199,85</b>	<b>790.199,85</b>	<b>790.199,85</b>	<b>790.199,85</b>	<b>790.199,85</b>	<b>790.199,85</b>
<b>FLUXO DE CAIXA ACUMULADO</b>	<b>7.514.117,57</b>	<b>8.304.317,42</b>	<b>9.094.517,27</b>	<b>9.884.717,12</b>	<b>10.674.916,97</b>	<b>11.465.116,82</b>	<b>12.255.316,67</b>	<b>13.045.516,52</b>	<b>13.835.716,37</b>	<b>14.625.916,22</b>

Análise de viabilidade:

VPL (5,33%): R\$8.480.629,34	TIR: 383,27%	B/C: 1,49	PPD: 1,26 anos
------------------------------	--------------	-----------	----------------

Tabela F8 – Composição final dos custos de duas safras de feijão e uma de milho comercial, irrigados por pivô central.

<b>ITEM</b>		<b>VALOR</b>	<b>PARTICIPAÇÃO</b>
Aquisição de terras		R\$448.350,00	1,62%
Investimento em equipamento de irrigação		R\$729.730,78	2,64%
Custos com as lavouras de feijão e milho comercial	Análise de solo	R\$20.160,00	0,07%
	Calcário e adubos	R\$6.365.274,00	22,83%
	Herbicidas	R\$2.023.650,00	7,31%
	Material genético + tratamento	R\$4.179.456,00	15,10%
	Fungicidas	R\$1.852.500,00	6,69%
	Inseticidas	R\$533.640,00	1,93%
	Trabalho mecanizado	R\$6.103.350,00	22,05%
	Armazenamento e secagem	R\$903.402,00	3,26%
	Mão-de-obra	R\$363.075,00	1,31%
	Administração e Escritório	R\$355.320,00	1,28%
	Irrigação	R\$3.843.000,00	13,89%
<b>TOTAL</b>		<b>R\$27.674.683,78</b>	<b>100,00%</b>