

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Planejamento da conversão do café convencional para o orgânico: um  
estudo de caso**

**Renato Alves de Oliveira**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em  
Ciências. Área de Concentração: Economia Aplicada

**Piracicaba  
2012**

**Renato Alves de Oliveira**  
**Engenheiro Agrônomo**

**Planejamento da conversão do café convencional para o orgânico: um estudo de caso**

Orientador:  
Prof. Dr. **JOSÉ VICENTE CAIXETA FILHO**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em  
Ciências. Área de Concentração: Economia Aplicada

**Piracicaba**  
**2012**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Oliveira, Renato Alves de  
Planejamento da conversão do café convencional para o orgânico: um estudo de caso / Renato Alves de Oliveira. - - Piracicaba, 2012.  
215 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2012.

1. Agricultura orgânica 2. Café 3. Plano de conversão 4. Programação linear  
I. Título

CDD 633.73  
O48p

**"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"**



## DEDICATÓRIA

*Dedico ao meu pai, Valdeci Alves de Oliveira.  
Um homem batalhador  
e que sempre apoiou moralmente os filhos.  
Tenho muito orgulho de ser seu primogênito.*



## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela vida que me deste.

À minha esposa, Jacqueline de Brito Moraes e filha, Raíssa Brito Alves de Oliveira pelo amor, carinho, companheirismo, compreensão e respeito.

Aos meus pais, Valdeci Alves de Oliveira e Regina Célia Alves de Oliveira e aos meus irmãos, Renner Alves de Oliveira e Renan Alves de Oliveira.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”- ESALQ/USP, pela oportunidade de realizar o curso de Doutorado.

À CAPES, pela obtenção da bolsa de estudos e realização do estágio através do Programa de Aperfeiçoamento de Ensino-PAE.

Aos amigos e colegas de turma, pela amizade, união e convívio, em especial ao amigo Alexandre Hattner Menegário.

Aos funcionários do Departamento, em especial à Maielli pela enorme atenção aos alunos.

Aos membros da banca, pela contribuição ao trabalho realizado.

Ao orientador, José Vicente Caixeta Filho, pela aceitação ao tema escolhido para desenvolvimento da Tese, pela realização do estágio à docência através da disciplina “Transporte e Logística no Sistema Agroindustrial” e pela oportunidade de participar do “Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial”.

Ao cafeicultor Manoel Carlos Gonçalves, pela gentileza e pelo fornecimento das informações técnicas para produção de café do Sítio Terra Verde.



*“Não basta saber, é preciso aplicar;  
não basta querer, é preciso fazer”*  
(Goethe, escritor alemão, 1749 – 1832)



## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| RESUMO.....   | 13 |
| ABSTRACT.....   | 15 |
| RESUMEN.....  | 17 |
| LISTA DE FIGURAS.....   | 19 |
| LISTA DE TABELAS.....   | 27 |
| LISTA DE QUADROS.....   | 29 |
| 1 INTRODUÇÃO.....   | 31 |
| 1.1 Problema e justificativa.....                                   | 31 |
| 1.2 Objetivos.....  | 32 |
| 1.2.1 Objetivo Geral.....   | 32 |
| 1.2.2 Objetivos específicos.....                                    | 32 |
| 1.3 Estrutura do trabalho.....                                      | 33 |
| 2 AGRICULTURA ORGÂNICA – AO.....                                    | 35 |
| 2.1 A Certificação de Produtos Orgânicos.....                       | 38 |
| 2.2 Mecanismos de garantia de qualidade orgânica.....               | 42 |
| 2.3 Do Convencional para o Orgânico: o processo de conversão.....   | 43 |
| 2.3.1 A conversão.....  | 43 |
| 2.3.2 Convencional <i>versus</i> Orgânico, por que converter? ..... | 46 |
| 2.4 Agricultura Orgânica no Mundo.....                              | 54 |
| 2.4.1 Panorama Internacional.....                                   | 54 |
| 2.4.2 Panorama Nacional.....  | 58 |
| 3 A IMPORTÂNCIA DA CAFEICULTURA.....                                | 67 |
| 3.1 Origem e sua história.....                                      | 67 |
| 3.2 Características inerentes da cafeicultura.....                  | 70 |
| 3.3 Visão panorâmica da cafeicultura mundial.....                   | 72 |
| 3.4 Visão panorâmica da cafeicultura nacional.....                  | 74 |
| 3.5 Cafeicultura Orgânica.....                                      | 78 |
| 3.5.1 Definição e Características.....                              | 78 |
| 3.5.2 Panorama da cafeicultura orgânica mundial.....                | 85 |
| 3.5.3 Panorama da cafeicultura orgânica nacional.....               | 87 |
| 3.5.4 Estudos voltados à cafeicultura orgânica.....                 | 91 |
| 4 ARCABOUÇO TEÓRICO.....  | 95 |
| 4.1 Mudança Tecnológica.....  | 95 |

|  |     |
|--|-----|
| 4.2 Teoria da Firma.....   | 98  |
| 4.2.1 Linha de Isoquanta.....  | 98  |
| 4.2.2 Linha de Isocusto.....   | 100 |
| 4.2.3 Combinação ótima dos fatores.....  | 100 |
| 4.2.3.1 Minimização de Custo.....  | 100 |
| 4.2.3.2 Maximização do Lucro.....  | 102 |
| 4.2.4 Modelos Lineares.....  | 103 |
| 4.3 A Programação Linear-PL.....   | 106 |
| 4.3.1 Modelo em Pesquisa Operacional.....                                      | 106 |
| 4.3.2 Conceito da Programação Linear.....                                      | 108 |
| 4.3.3 Programação Linear no sistema agropecuário.....                          | 109 |
| 5 METODOLOGIA.....   | 113 |
| 5.1 Material.....  | 113 |
| 5.1.1 Descrição e situação econômica do Sítio Terra Verde.....                 | 113 |
| 5.1.2 Procedimento de Conversão para o café orgânico no Sítio Terra Verde..... | 118 |
| 5.1.2.1 Plano de manejo.....   | 118 |
| 5.1.2.2 Caracterização dos parâmetros incorporados ao plano de manejo.....     | 121 |
| 5.1.2.2.1 Fator Preço.....   | 121 |
| 5.1.2.2.2 Fator Produtividade.....   | 121 |
| 5.1.2.2.3 Fator Custo.....   | 122 |
| 5.2 Método.....  | 122 |
| 5.2.1 Esquema do modelo proposto.....  | 122 |
| 5.2.2 Construção matemática do modelo de Programação Linear.....               | 123 |
| 5.2.3 Cenários.....  | 129 |
| 6 RESULTADO E DISCUSSÃO.....   | 133 |
| 6.1 Análise 1.....   | 133 |
| 6.1.1 Cenário sem otimização (CS1).....  | 133 |
| 6.1.2 Cenário C1.....  | 136 |
| 6.1.3 Cenário C2.....  | 138 |
| 6.1.4 Comparação do sistema convencional (SC) aos cenários CS1, C1 e C2.....   | 141 |
| 6.2 Análise 2.....   | 150 |
| 6.2.1 Cenário sem otimização (CS2).....  | 150 |
| 6.2.2 Cenário C3.....  | 152 |

|  |     |
|--|-----|
| 6.2.3 Cenário C4.....  | 154 |
| 6.2.4 Comparação do sistema convencional (SC) aos cenários CS2, C3 e C4..... | 157 |
| 6.3 Análise 3.....   | 163 |
| 6.3.1 Cenário sem otimização (CS3).....                                      | 163 |
| 6.3.2 Cenário C5.....  | 165 |
| 6.3.3 Cenário C6.....  | 168 |
| 7 CONCLUSÃO.....   | 179 |
| REFERÊNCIAS.....   | 181 |
| GLOSSÁRIO.....   | 191 |
| APÊNDICES.....   | 193 |
| ANEXOS.....  | 205 |



## RESUMO

### **Planejamento da conversão do café convencional para o orgânico: um estudo de caso**

A Agricultura Orgânica oferece, ao mercado consumidor, produtos isentos de agentes químicos. Os produtores que fazem uso do sistema convencional e estiverem interessados em adotar a tecnologia orgânica de produção deverão se credenciar junto ao Ministério da Agricultura através de uma certificadora de produtos orgânicos. A certificação pode ser por auditoria ou participativa, mas para recebê-la o agropecuarista deve seguir as normas e procedimentos estabelecidos pela legislação brasileira de produtos orgânicos. Um dos procedimentos é o processo de conversão ou transição, pelo qual a atividade agrícola em manejo convencional muda para o manejo orgânico. O tempo de transição pode variar de 12 a 18 meses, no mínimo, de acordo com a espécie vegetal ou animal e pelo histórico da unidade produtiva. No caso do café, a conversão do sistema convencional para o orgânico pode trazer consigo, entre outros benefícios, a independência de insumos externos, menor risco para a saúde e pode proporcionar maior lucro ao produtor. Esta pesquisa tem como objetivo desenvolver um planejamento de produção do café para o processo de conversão da técnica convencional para a orgânica no Sítio Terra Verde em Espírito Santo do Pinhal no estado de São Paulo. Utilizou-se a metodologia de programação linear para maximizar o lucro e minimizar o custo de produção do café em seis cenários. O plano de conversão foi de oito anos, respeitando a bienalidade do cafeeiro, passando por três fases de manejo: substituição de insumos, conversão e produção orgânica. Foram realizadas três análises sobre o planejamento de conversão. Os resultados da primeira análise mostraram que a adoção da técnica orgânica proporcionou ao cafeicultor lucros superiores aos do sistema convencional no final do período de conversão, quando ocorre aumento sobre o preço da saca. Os cenários da segunda análise identificaram uma situação de prejuízo ao cafeicultor no 4º ano do planejamento e uma condição econômica desvantajosa em relação ao sistema convencional, pois o lucro geral foi inferior, devido à redução da produtividade até o final da conversão. A terceira análise apresentou uma situação em que o produtor não recebe o incremento sobre o preço da saca de café quando em manejo orgânico, o que levou à obtenção de resultado desvantajoso ao produtor, no qual o lucro geral do sistema orgânico foi muito baixo em relação ao do sistema convencional. Conclui-se que especificamente para o Sítio Terra Verde, pode ser economicamente viável a adoção da produção orgânica na cultura do café, mas é com extrema dependência do diferencial do preço entre os sistemas convencional e orgânico.

Palavras-chave: Agricultura orgânica; Café orgânico; Plano de conversão; Programação linear



## ABSTRACT

### **Planning the conversion from conventional to organic coffee: a case study**

Organic agriculture offers products to the consumer market free of chemicals. Producers who use the conventional system and are interested in adopting organic production technology must be certified by the Ministry of Agriculture through a certification of organic products. Certification may be obtained by auditing or participatory, but in order to receive it, the rural producers must follow the rules and procedures established by the Brazilian laws for organic products. One example is the process of conversion or transition, through which the agricultural activity is converted from conventional farming to the organic one. The transition time may vary from 12 to 18 months, at least, according to the vegetal or animal species and the farm history. In the case of coffee, the conversion from conventional to the organic system can bring some benefits, for example, the independence of external inputs, risk lower to health and can provide more profit to the producer. Thus, this research aims carry out a coffee a plan of partial conversion to organic production technology for a rural property called Sítio Terra Verde at Espírito Santo do Pinhal, São Paulo State, which uses the conventional system. It was used linear programming to maximize profit and minimize costs of coffee production in six scenarios. The conversion planning was established to occur in eight years, respecting the twice yearly harvesting, with three stages: input substitution, conversion and organic production. Were held three analysis on the conversion plan. The results of the first analysis showed that the adoption of organic technique provided greater profits for the producers than the conventional system at the end of the conversion period, when the coffee bag's price raises. The second analysis scenarios identified a prejudice situation for the producer in the 4th year of planning and a disadvantage economic condition compared to the conventional system, because the overall profit was lower due to the reduction in productivity by the end of conversion time. The third analysis showed a situation where the producer does not receive a higher price due to the organic management, with a disadvantageous result for the producer, since the overall profit of the organic system was much lower compared to the conventional system. It was concluded that specifically for Sítio Terra Verde the adoption of organic management for the coffee farming can be economically viable, but it is extremely dependent on price differential between conventional and organic systems.

Keywords: Organic farming; Organic coffee; Conversion plan; Linear programming

.

## RESUMEN

### **Planificación de la conversión del café convencional a café orgánico: un estudio de caso**

La agricultura orgánica ofrece al mercado de consumo productos libres de agroquímicos. Los productores que utilizan el sistema convencional y están interesados en adoptar la tecnología de producción orgánica, deben acreditarse en el Ministerio de Agricultura a través de una certificadora de productos orgánicos. La certificación puede ser obtenida por auditoría o de forma participativa, pero para recibirla el productor agropecuario debe cumplir las normas y procedimientos establecidos por la legislación brasileña de productos orgánicos. Uno de los procedimientos es el proceso de conversión o transición, por el cual la actividad con manejo convencional cambia a manejo orgánico. El tiempo de transición puede variar de 12 a 18 meses como mínimo, de acuerdo con la especie vegetal o animal y el histórico de la unidad productiva. En el caso del café, la conversión del sistema convencional al orgánico puede traer consigo, entre otros beneficios, la independencia de insumos externos, menor riesgo para la salud y puede proporcionar más lucro a los productores. En este contexto, la investigación tuvo como objetivo llevar a cabo un plan de conversión parcial de café a la técnica de producción orgánica, en la localidad de Terra Verde, Espírito Santo do Pinhal, estado de São Paulo, que utiliza el sistema convencional. Se utilizó la metodología de programación lineal para maximizar beneficios económicos y minimizar costos de producción en seis escenarios. El plan de conversión fue establecido para ocho años, respetando la bienalidad del cafeto y considerando tres fases de manejo: sustitución de insumos, conversión y producción orgánica. Se realizaron tres análisis sobre el plan de conversión. Los resultados del primer análisis mostraron que la adopción de la técnica orgánica proporcionó al caficultor beneficios superiores a los del sistema convencional al final del periodo de conversión, cuando ocurre aumento en el precio de la saca. Los escenarios del segundo análisis identificaron una situación de pérdidas para el caficultor en el 4º año de la planificación y una condición económica desventajosa con relación al sistema convencional, pues el beneficio general fue inferior debido a la reducción de la productividad hasta el final de la conversión. El tercer análisis fue realizado para una situación en que, el productor no recibe el incremento en el precio de la saca de café cuando aplica manejo orgánico, lo que llevó a la obtención de un resultado desventajoso para el productor, en el cual el beneficio general del sistema orgánico fue muy inferior frente al del sistema convencional. Se concluye que específicamente para el Sítio Terra Verde puede ser económicamente viable la adopción de la producción orgánica en el cultivo de café, pero es extremadamente dependiente del diferencial de precio entre los sistemas convencional y orgánico.

Palabras claves: Agricultura orgánica; Café orgánico; Plan de conversión; Programación lineal



## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 - Selo oficial de orgânicos no Brasil em versão colorida e preto/cinza.....  | 40 |
| Figura 2 - Desenvolvimento mundial da Agricultura Orgânica em área (ha) de 1999-2009.....   | 54 |
| Figura 3 - Área (ha) e número de produtores orgânicos por continente em 2009.....   | 55 |
| Figura 4 - Os dez países com maior área (em milhões de ha) agrícola orgânica em 2009.....   | 56 |
| Figura 5 - Maiores participações (%) em área de produção orgânica pelos países, em seus respectivos continentes em 2009.....                                | 56 |
| Figura 6 - Os dez países com maior mercado doméstico de alimentos orgânicos, em Euros, em 2009.....   | 57 |
| Figura 7 - Os países com maiores despesas com consumo de orgânicos <i>per capita</i> , em Euros, em 2009.....   | 58 |
| Figura 8 - Percentual do uso da Agricultura Orgânica no Brasil em número de estabelecimentos agropecuário, em 2006.....                                     | 59 |
| Figura 9 - Área de produção orgânica total estimada (mil ha) por região, Brasil, 2006.....  | 61 |
| Figura 10- Número de estabelecimentos orgânicos que fazem controle fitossanitário, Brasil, em 2006.....   | 65 |
| Figura 11- Participação dos estabelecimentos orgânicos, por condição do produtor, Brasil, em 2006.....  | 66 |
| Figura 12- Oscilação das exportações de café (em milhões de sacas) e percentual da produção exportada pelos principais exportadores, entre 2002 e 2009..... | 73 |
| Figura 13- Participação dos principais países exportadores na produção de café exportado, em 2009.....  | 73 |
| Figura 14- Volume mundial total importado de café, entre 2004 e 2009.....   | 74 |
| Figura 15- Participação no volume mundial de café importado, em 2009, pelos países importadores.....  | 74 |
| Figura 16- Área plantada e produção de café dos principais estados produtores, 2000 a 2009.....   | 76 |
| Figura 17- Participação na quantidade produzida de café nas regiões do Brasil em 2008 e 2009.....   | 76 |

|            |  |     |
|------------|--|-----|
| Figura 18- | Preço (R\$/saca) médio anual do café arábica até agosto de 2011.....   | 78  |
| Figura 19- | Processo de produção do café orgânico.....   | 79  |
| Figura 20- | Participação (%) dos países exportadores no volume total das exportações mundiais de café orgânico.....  | 86  |
| Figura 21- | Participação (%) dos principais países importadores no volume total das importações mundiais de café orgânico.....   | 86  |
| Figura 22- | Produção (sacas) de café orgânico no Brasil, entre 1996 e 2006.....  | 88  |
| Figura 23- | Percentual de produtores de café que adotaram a certificação.....  | 89  |
| Figura 24- | Evolução de preços (R\$/saca) médios do café orgânico, no Brasil, entre 1996 a 2011.....   | 90  |
| Figura 25- | Valor médio da produção de café orgânico no Brasil, entre 1996 a 2006, R\$ (milhões).....  | 90  |
| Figura 26- | Curvas da função de produção e de custo.....   | 98  |
| Figura 27- | Mapa de isoquantas.....  | 99  |
| Figura 28- | Linhas de fronteira e região econômica de produção.....  | 99  |
| Figura 29- | Curvas de isocusto.....  | 100 |
| Figura 30- | Combinação ótima para minimização de custo.....  | 101 |
| Figura 31- | Maximização do lucro no curto prazo.....   | 102 |
| Figura 32- | Curvas de isoquantas para uma atividade linear de produção.....  | 104 |
| Figura 33- | Curvas de isocusto para uma atividade linear de produção.....  | 104 |
| Figura 34- | Fluxograma da análise de um modelo.....  | 106 |
| Figura 35- | Processo de construção de modelos.....   | 107 |
| Figura 36- | Comportamento do ciclo bienal do cafeeiro, entre 2003 e 2011.....  | 117 |
| Figura 37- | Esquema dos passos para a construção da modelagem matemática, para a conversão da produção de café do sistema convencional para o sistema orgânico, no sítio Terra Verde, Espírito Santo do Pinhal, São Paulo..... | 123 |
| Figura 38- | Sumarização do modelo matemático de otimização especificado.....   | 128 |
| Figura 39- | Oscilação da produção total de café, em sacas, do cenário sem otimização (CS1) em comparação à produção em sistema convencional.....   | 133 |
| Figura 40- | Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, do cenário sem otimização (CS1), em anos de alta produção.....   | 134 |
| Figura 41- | Evolução da renda, do custo e do lucro, em (R\$), do cenário sem otimização (CS1), em anos de baixa produção.....  | 135 |

|            |  |     |
|------------|--|-----|
| Figura 42- | Oscilação da produção total de café, em sacas, no cenário com maximização do lucro (C1) em comparação à produção em sistema convencional.....  | 136 |
| Figura 43- | Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, no cenário de maximização do lucro (C1), em anos de alta produção.....   | 137 |
| Figura 44- | Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, no cenário de maximização do lucro (C1), em anos de baixa produção.....  | 138 |
| Figura 45- | Oscilação da produção total de café, em sacas, no cenário de minimização de custo (C2) em comparação à produção em sistema convencional.....   | 139 |
| Figura 46- | Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, no cenário de minimização de custo (C2), em anos de alta produção.....   | 140 |
| Figura 47- | Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, no cenário de minimização de custo (C2), em anos de baixa produção.....  | 141 |
| Figura 48- | Evolução dos custos de adubação para os cenários sem otimização (CS1), com maximização do lucro (C1) e com minimização de custo (C2) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de alta produção.....   | 142 |
| Figura 49- | Evolução dos custos de adubação para os cenários sem otimização (CS1), com maximização do lucro (C1) e com minimização de custo (C2) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de baixa produção.....  | 143 |
| Figura 50- | Evolução dos custos de defensivo para os cenários sem otimização (CS1), com maximização do lucro (C1) e com minimização de custo (C2) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de alta produção.....  | 144 |
| Figura 51- | Evolução dos custos de defensivo para os cenários sem otimização (CS1), com maximização do lucro (C1) e com minimização de custo (C2) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de baixa produção..... | 145 |
| Figura 52- | Evolução dos custos de colheita para os cenários sem otimização (CS1), com maximização do lucro (C1) e com minimização de custo (C2) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de alta produção.....   | 146 |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| Figura 53- | Evolução dos custos de colheita para os cenários sem otimização (CS1), com maximização do lucro (C1) e com minimização de custo (C2) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de baixa produção..... | 147 |
| Figura 54- | Evolução do lucro geral para os cenários sem otimização (CS1), com maximização do lucro (C1) e com minimização de custo (C2) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de alta produção.....          | 147 |
| Figura 55- | Evolução do lucro geral para os cenários sem otimização (CS1), com maximização do lucro (C1) e com minimização de custo (C2) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de baixa produção.....         | 148 |
| Figura 56- | Oscilação da produção total de café, em sacas, do cenário sem otimização (CS2) em comparação à produção em sistema convencional.....  | 150 |
| Figura 57- | Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, do cenário sem otimização (CS2), em anos de alta produção.....  | 151 |
| Figura 58- | Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, do cenário sem otimização (CS2), em anos de baixa produção.....   | 152 |
| Figura 59- | Oscilação da produção total de café, em sacas, no cenário com maximização do lucro (C3) em comparação à produção em sistema convencional.....   | 153 |
| Figura 60- | Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, no cenário de maximização do lucro (C3), em anos de alta produção.....  | 154 |
| Figura 61- | Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, no cenário de maximização do lucro (C3), em anos de baixa produção.....   | 154 |
| Figura 62- | Oscilação da produção total de café, em sacas, no cenário de minimização de custo (C4) em comparação à produção em sistema convencional.....  | 155 |
| Figura 63- | Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, no cenário de minimização do custo (C4), em anos de alta produção.....  | 156 |
| Figura 64- | Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, no cenário de minimização do custo (C4), em anos de baixa produção.....   | 156 |
| Figura 65- | Evolução dos custos de adubação para os cenários sem otimização (CS2), com maximização do lucro (C3) e com minimização de custo (C4) em   |     |

|            |  |     |
|------------|--|-----|
|            | comparação ao sistema convencional (SC), em safras de alta produção.....   | 157 |
| Figura 66- | Evolução dos custos de adubação para os cenários sem otimização (CS2), com maximização do lucro (C3) e com minimização de custo (C4) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de baixa produção.....  | 158 |
| Figura 67- | Evolução dos custos de defensivo para os cenários sem otimização (CS2), com maximização do lucro (C3) e com minimização de custo (C4) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de alta produção.....  | 158 |
| Figura 68- | Evolução dos custos de defensivo para os cenários sem otimização (CS2), com maximização do lucro (C3) e com minimização de custo (C4) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de baixa produção..... | 159 |
| Figura 69- | Evolução dos custos de colheita para os cenários sem otimização (CS2), com maximização do lucro (C3) e com minimização de custo (C4) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de alta produção.....   | 160 |
| Figura 70- | Evolução dos custos de colheita para os cenários sem otimização (CS2), com maximização do lucro (C3) e com minimização de custo (C4) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de baixa produção.....  | 160 |
| Figura 71- | Evolução do lucro geral para os cenários sem otimização (CS2), com maximização do lucro (C3) e com minimização de custo (C4) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de alta produção.....           | 161 |
| Figura 72- | Evolução do lucro geral para os cenários sem otimização (CS2), com maximização do lucro (C3) e com minimização de custo (C4) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de baixa produção.....          | 161 |
| Figura 73- | Oscilação da produção total de café, em sacas, do cenário sem otimização (CS3) em comparação à produção em sistema convencional.....   | 164 |
| Figura 74- | Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, do cenário sem   |     |

|            |  |     |
|------------|--|-----|
|            | otimização (CS3), em anos de alta produção.....  | 164 |
| Figura 75- | Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, do cenário sem otimização (CS3), em anos de baixa produção.....  | 165 |
| Figura 76- | Oscilação da produção total de café, em sacas, no cenário com maximização do lucro (C5) em comparação à produção em sistema convencional.....  | 166 |
| Figura 77- | Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, no cenário de maximização do lucro (C5), em anos de alta produção.....   | 167 |
| Figura 78- | Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, no cenário de maximização do lucro (C5), em anos de baixa produção.....  | 168 |
| Figura 79- | Oscilação da produção total de café, em sacas, no cenário de minimização de custo (C6) em comparação à produção em sistema convencional.....   | 169 |
| Figura 80- | Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, no cenário de minimização do custo (C6), em anos de alta produção.....   | 169 |
| Figura 81- | Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, no cenário de minimização do custo (C6), em anos de baixa produção.....  | 170 |
| Figura 82- | Evolução dos custos de adubação para os cenários sem otimização (CS3), com maximização do lucro (C5) e com minimização de custo (C6) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de alta produção.....   | 171 |
| Figura 83- | Evolução dos custos de adubação para os cenários sem otimização (CS3), com maximização do lucro (C5) e com minimização de custo (C6) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de baixa produção.....  | 172 |
| Figura 84- | Evolução dos custos de defensivo para os cenários sem otimização (CS3), com maximização do lucro (C5) e com minimização de custo (C6) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de alta produção.....  | 172 |
| Figura 85- | Evolução dos custos de defensivo para os cenários sem otimização (CS3), com maximização do lucro (C5) e com minimização de custo (C6) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de baixa produção..... | 173 |
| Figura 86- | Evolução dos custos de colheita para os cenários sem otimização (CS3),   |     |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
|            | com maximização do lucro (C5) e com minimização de custo (C6) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de alta produção.....   | 174 |
| Figura 87- | Evolução dos custos de colheita para os cenários sem otimização (CS3), com maximização do lucro (C5) e com minimização de custo (C6) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de baixa produção..... | 174 |
| Figura 88- | Evolução do lucro geral para os cenários sem otimização (CS3), com maximização do lucro (C5) e com minimização de custo (C6) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de alta produção.....          | 175 |
| Figura 89- | Evolução do lucro geral para os cenários sem otimização (CS3), com maximização do lucro (C5) e com minimização de custo (C6) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de baixa produção.....         | 176 |



## LISTA DE TABELAS

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Tabela 1 -  | Produção de lavouras permanentes, segundo o uso de agrotóxicos, em 2006.....   | 48 |
| Tabela 2 -  | Custos de produção e a produtividade de culturas em sistemas orgânico e convencional.....  | 51 |
| Tabela 3 -  | Uso da Agricultura Orgânica no Brasil: número total de estabelecimentos e estabelecimento orgânicos certificados e não certificados, por regiões, em 2006..... | 59 |
| Tabela 4 -  | Número de estabelecimentos orgânicos no Brasil e área total estimada (ha) por grupo de área total, em 2006.....  | 60 |
| Tabela 5 -  | Área total estimada orgânica certificada e não certificada (ha e %) por região do Brasil, em 2005.....   | 61 |
| Tabela 6 -  | Principais estados com maior número de estabelecimentos com uso da Agricultura Orgânica, em percentual, em 2006.....   | 62 |
| Tabela 7 -  | Área total estimada (ha), número de estabelecimentos e percentual do uso da AO por grupos de atividade econômica, em 2006.....                                 | 62 |
| Tabela 8 -  | Número de estabelecimentos por atividade econômica nos principais estados, Brasil, 2006.....   | 63 |
| Tabela 9 -  | Área total estimada (ha) das principais atividades econômicas nos estados brasileiros, em 2006.....  | 64 |
| Tabela 10 - | Número de estabelecimentos orgânicos que recebem orientação técnica, Brasil, 2006.....   | 65 |
| Tabela 11 - | Produção Total (em milhões de sacas) de café dos países exportadores entre 2002 e 2009.....  | 72 |
| Tabela 12 - | Consumo interno de café no Brasil, em milhões de sacas, 1990 a 2002.....   | 75 |
| Tabela 13 - | Produtividade (sacas/ha) de café dos estados produtores brasileiros entre 2006-2009.....   | 77 |
| Tabela 14 - | Características de diferentes cultivares resistentes à ferrugem, indicadas para o cultivo do café orgânico.....  | 80 |
| Tabela 15 - | Utilização de adubos verdes na cultura do café.....  | 83 |
| Tabela 16 - | Controle de doenças, pragas, ácaros e nematóides mais comuns da cultura  | 84 |

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
|             | do café.....  |     |
| Tabela 17 - | Área de café orgânico por continente, em 2009.....  | 85  |
| Tabela 18 - | Exportação (sacas) de café orgânico pelo Brasil, 1992-2002, e variação (%) em relação ao período anterior.....  | 87  |
| Tabela 19 - | Variedades de café, espaçamento, nº de pés, área (ha), safra (sc/ha), macronutrientes (kg/ha), micronutrientes (kg/ha) e controle fitossanitário (kg ou l/ha) da safra 2010/1011 e safra 2011/2012..... | 114 |
| Tabela 20 - | Custo dos insumos (R\$) e sua aplicação (kg ou l), safra 2010/2011.....   | 115 |
| Tabela 21 - | Custo dos insumos (R\$) e sua aplicação (kg ou l), safra 2011/2012.....   | 115 |
| Tabela 22 - | Área (ha), custo de colheita (R\$), produtividade (sacas/ha) e produção (sacas) por talhão, safra 2010/2011.....  | 116 |
| Tabela 23-  | Área (ha), custo de colheita (R\$), produtividade (sacas/ha) e produção (sacas) por talhão, safra 2011/2012.....  | 116 |
| Tabela 24-  | Plano de Manejo para o processo de conversão parcial do café convencional em café orgânico no Sítio Terra Verde.....  | 120 |
| Tabela 25 - | Sumarização do resultado da produção de café em sistema convencional do Sítio Terra Verde para as safras 2010/2011 e 2011/2012.....   | 130 |

**LISTA DE QUADROS**

|           |  |     |
|-----------|--|-----|
| Quadro 1- | Estimativa geral dos custos de certificação para produtos orgânicos.....                         | 41  |
| Quadro 2- | Diferenças entre o sistema Convencional e Orgânico.....  | 49  |
| Quadro 3- | As principais diferenças entre a Agricultura Orgânica e a Agricultura Convencional.....          | 53  |
| Quadro 4- | Análise comparativa do segmento de cafés especiais.....  | 71  |
| Quadro 5- | Pontos fortes e fracos da cadeia produtiva de café orgânico, no Sul de Minas Gerais, Brasil..... | 92  |
| Quadro 6- | Cenários do sistema produtivo de café convencional em transição.....                             | 129 |



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Problema e justificativa

O meio ambiente é um dos assuntos mais discutidos atualmente. Na atividade agrícola, a utilização de agrotóxicos em excesso pode contribuir para uma maior contaminação do solo, da água e de alimentos, motivando inclusive um desequilíbrio na natureza e na saúde do homem.

A busca dos consumidores por uma alimentação mais saudável tem levado os produtores agrícolas de diversos países a utilizar métodos alternativos de produção. Destaca-se o cultivo de alimentos orgânicos, sendo seu consumo uma tendência no Brasil e em outros países. Nessa modalidade de produção agrícola, não se permite o uso de insumos sintéticos, admitindo-se predominantemente a utilização de técnicas que não prejudiquem o meio ambiente.

A Agricultura Orgânica vem se tornando uma alternativa tecnológica de modo a reduzir o impacto ambiental provocado pelo sistema de produção convencional.

Nesse tipo de Agricultura busca-se produzir de forma a manter o agroecossistema em equilíbrio, beneficiando-se dos recursos da natureza, de modo que se forme um ciclo ecológico. Caracteriza-se, entre outros, por manter as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo através da rotação de culturas e de restos vegetais incorporados; utilizar a cobertura morta para a proteção do solo de modo a aumentar a retenção de umidade; utilizar práticas que não diminuam a disponibilidade hídrica; controlar agentes nocivos por meio de produtos naturais; fertilizar o solo e nutrir as plantas a partir de fertilizantes naturais.

Alguns cafeicultores estão adotando este novo modelo técnico na busca por um produto diferenciado, para agregação de valor, por aumento na lucratividade e pela aceitação dos consumidores, principalmente os do mercado externo. Também isso se deve ao fato da cafeicultura, produzida como monocultivo, apresentar aplicações de defensivos químicos em maior quantidade e frequência, onerando os custos de produção.

Este estudo sobre a conversão da cafeicultura convencional para o sistema orgânico de produção busca uma alternativa para o cafeicultor gerar maior lucro, reduzir o impacto ambiental provocado pelo mau uso de agrotóxicos e adubos químicos, priorizar a saúde do produtor e ofertar ao consumidor um produto orgânico certificado, isento de agroquímicos, pois são escassos os estudos voltados para o cultivo do café em sistemas orgânicos de produção.

A conversão vem com o princípio de gerar o equilíbrio do sistema ecológico da propriedade, proporcionar maior bem estar à família do cafeicultor e oferecer um produto saudável e de qualidade<sup>1</sup> aos consumidores. Para analisar o processo de conversão foi utilizado o método de programação linear para a produção orgânica de café. Esse método permite otimizar o lucro e o custo de produção do café no processo de conversão, através de modelos lineares, em vários cenários. Com isso, será verificada a viabilidade econômica da produção agrícola, identificando se a técnica orgânica, aplicada ao café, com seus benefícios e limitações, pode se sustentar economicamente durante e após o processo de conversão, inclusive de maneira comparativa à técnica convencional.

A escassez de informações sobre a Agricultura Orgânica é um fator limitante para o seu desenvolvimento. Também a adoção da técnica orgânica de produção é bastante dependente do processo de difusão tecnológico, em especial ao aprendizado do adotante. Por essas razões, este estudo abordou o conceito, as normas da técnica orgânica e seu uso na agropecuária.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Realizar um plano de conversão parcial da cultura do café sob o sistema convencional para a técnica orgânica de produção, no Sítio Terra Verde, em Espírito Santo do Pinhal, no estado de São Paulo.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- a) Analisar cenários sem otimização e com otimização (maximização do lucro e minimização dos custos) com a adoção do sistema orgânico na cultura do café;
- b) Comparar as variáveis de custo e o lucro geral do planejamento entre os cenários com otimização e sem otimização;
- c) Verificar a viabilidade econômica da produção orgânica de café em cenários com otimização e sem otimização, inclusive de maneira comparativa ao processo convencional.

---

<sup>1</sup> “Qualidade do café se refere ao conjunto de características organolépticas do grão ou da bebida que dão valor comercial ao café” (MALAVOLTA, 2000, p. 126). No caso do orgânico, as práticas culturais adotadas tendem a influenciar ainda mais a sua qualidade, atendendo às necessidades da planta corretamente, colhendo os frutos na época certa e obedecendo as regras de secagem e armazenagem, para a melhor preservação dos nutrientes.

### **1.3 Estrutura do Trabalho**

O trabalho está estruturado em capítulos. O primeiro capítulo é a Introdução, abordando o problema, a justificativa e o objetivo. O segundo capítulo trata da Agricultura Orgânica. O terceiro capítulo discorre sobre a Importância da Cafeicultura. O quarto capítulo apresenta o Arcabouço Teórico sobre a mudança tecnológica, a teoria da firma e a programação linear. O quinto capítulo descreve a Metodologia. No sexto capítulo encontram-se os Resultados e Discussão. O sétimo capítulo é destinado à Conclusão.



## 2 AGRICULTURA ORGÂNICA - AO

A Agroecologia, através de técnicas e práticas fundamentais, adota como princípios básicos a menor dependência possível de insumos externos e a conservação dos recursos naturais, na busca de agroecossistemas sustentáveis. Os sistemas agroecológicos procuram maximizar a reciclagem de energia e nutrientes, como forma de minimizar a perda desses recursos durante os processos produtivos, tal como afirmam Aquino e Assis (2007).

Na Agroecologia, as técnicas e práticas fundamentais envolvem:

[...] preparo adequado do solo com equipamentos que evitam ao máximo a reversão ou desagregação da estrutura do solo; adoção das medidas de conservação do solo, como caixas de contenção, plantio em nível etc.; uso de culturas e cultivares aptas às condições locais e às épocas de plantio; seleção de plantas resistentes, considerando a produtividade e a aceitação comercial; manejo adequado do solo, mantendo a aeração, matéria orgânica, a flora e fauna benéficas; emprego de água de fonte isenta de contaminação química ou biológica; manejo correto da água, envolvendo irrigação e drenagem; nutrição da planta e correção do solo sob controle, empregando análises do solo e foliar; evitar excesso de calagem; adubação verde e produção local de biomassa vegetal; fornecimento de matéria orgânica de qualidade, principalmente rica em carbono; aproveitamento de resíduos vegetais; rotação, diversificação e consorciação de culturas; plantios em faixas; biodiversidade nos cultivos, evitando a monocultura; manejo de ervas invasoras e coberturas mortas; uso de quebra-ventos e cercas vivas; uso de defensivos alternativos e armadilhas específicas; planejamento e contabilidade da produção agrícola (PENTEADO, 2000, p. 7).

Há diversas correntes ou métodos da agricultura que buscam a sustentabilidade do agroecossistema. Dentre elas, destacam-se: Agricultura Biodinâmica, Agricultura Biológica, Agricultura Natural, Permacultura e a Agricultura Orgânica. Essa última corrente chega à sustentabilidade na produção agrícola servindo-se dos recursos renováveis, por meio de técnicas diferenciadas.

Segundo Darolt (2002), à medida que a Agricultura Orgânica vai se consolidando, existe uma tendência de equilíbrio entre as diferentes dimensões da sustentabilidade: dimensão sociocultural (perfil do produtor orgânico), técnico-produtiva (capacidade produtiva e uso dos recursos naturais), econômica (rentabilidade estável ao longo do tempo), ecológica (manutenção dos recursos naturais e do meio ambiente a longo prazo) e institucional (políticas públicas, assistência técnica e divulgação/informação).

Ricci, Araújo e Castro (2002) mencionaram que a AO é fundamentada em quatro bases: agroecológica (em respeito à natureza), conservação dos recursos naturais (diversificação de culturas), o solo como um organismo vivo e a independência de recursos agroindustriais à custa de energia não renovável.

Consoante Theodoro, Caixeta e Guimarães (2001), através da base científica e filosófica, à prática da Agricultura Orgânica trata o solo como um substrato, onde ocorre a transformação dos nutrientes, deixando-os solúveis e disponíveis às plantas; evita o desequilíbrio nutricional ou do meio ambiente, o qual propicia o aparecimento de parasitas e reduz as defesas das plantas, tornando-as mais vulneráveis às doenças (teoria da trofobiose); os fertilizantes de origem mineral devem ser evitados e as plantações devem formar um todo orgânico, para alcançar a maior autossuficiência.

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento–MAPA, a AO busca criar ecossistemas mais equilibrados, preservar a biodiversidade, os ciclos e as atividades biológicas do solo (BRASIL, 2011).

O termo AO é bastante amplo, sendo apresentado de diversas formas por vários autores, verificando-se pontos em comum, principalmente o não uso de agrotóxicos<sup>2</sup>.

Para Koechlin (2003), a Agricultura Orgânica é uma forma sustentável de produção, promovendo e estimulando a biodiversidade, os ciclos biológicos e a atividade biológica do solo. Baseia-se no uso mínimo de insumos externos e em métodos que recuperam, mantêm e promovem a harmonia ecológica. O cultivo orgânico não utiliza pesticidas, herbicidas e fertilizantes químicos sintéticos; pelo contrário, empenha-se em desenvolver um solo saudável, fértil e sadias rotações de culturas. Desse modo, a propriedade permanece biologicamente equilibrada, com uma ampla variedade de insetos úteis e outros organismos que agem como predadores naturais de pragas, e um solo pleno de microorganismos e minhocas que mantêm a sua vitalidade.

O sistema orgânico de produção agropecuária é considerado pela legislação<sup>3</sup> brasileira de produtos orgânicos como:

[...] todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais. Com o objetivo de garantir a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento,

---

<sup>2</sup> O termo “agrotóxico” também é usado como “defensivo agrícola”, no entanto os insumos naturais utilizados contra agentes nocivos às plantas, também podem ser chamados de defensivos agrícolas. Então, para esta pesquisa, agrotóxico se refere aos defensivos químicos ou industrializados e os insumos naturais (calda bordalesa, calda viçosa etc.) aos defensivos orgânicos. O termo legal encontra-se na página 42.

<sup>3</sup> A Lei, os Decretos e Instruções Normativas, em vigor, relacionadas à Agricultura Orgânica no Brasil encontram-se sumarizados no ANEXO A.

distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente (Lei 10.831, de dezembro de 2003, BRASIL, 2003a).

Segundo (United Nations Conference on Trade and Development-UNCTAD, 2003, p. 2), a AO é definida pelo Departamento de Agricultura dos estados Unidos-USDA como sendo:

[...] um sistema de produção que evita ou exclui amplamente o uso de fertilizantes, agrotóxicos, reguladores de crescimento e aditivos de rações animais, elaborados sinteticamente. Tanto quanto possível, os sistemas agrícolas orgânicos dependem de rotações de culturas, de restos de culturas, esterco animal, de leguminosas, adubos verdes e resíduos orgânicos de fora das fazendas, bem como de cultivo mecânico, rochas e minerais e aspectos de controle biológico de pragas e patógenos, para manter a produtividade e a estrutura do solo, fornecer nutrientes para as plantas e controlar insetos, ervas invasoras e outros organismos daninhos.

A Agricultura Orgânica é um sistema que:

[...] sustenta a produção agrícola evitando ou excluindo em grande parte o uso dos fertilizantes e agrotóxicos sintéticos. Sempre que possível, recursos externos, tais como os químicos e combustíveis adquiridos por via comercial, são substituídos por recursos encontrados na unidade de produção agrícola ou próximo a ela. Esses recursos internos incluem energia solar ou eólica, controles biológicos de pragas, o nitrogênio fixado biologicamente e outros nutrientes liberados da matéria orgânica ou das reservas do solo. As opções específicas nas quais a Agricultura Orgânica encontra-se baseada, tanto quanto possível, incluem rotações de cultura, resíduos de lavouras, esterco animal, uso de leguminosas e adubos verdes, resíduos externos à unidade produtiva, cultivo mecânico e rochas moídas que contenham minerais etc. (ALTIERE, 2004, p. 74).

Penteado (2009) definiu a AO como um sistema de produção agrícola baseado em princípios ecológicos, em que o trabalho na terra está dentro de princípios de preservação do meio ambiente, que abrangem o manejo adequado dos recursos naturais e do solo, a nutrição vegetal, a proteção das plantas e a valorização dos recursos humanos.

Desta maneira, a Agricultura Orgânica é um meio pelo qual os produtores e consumidores adquirem um produto com ausência de substâncias tóxicas, preservando o solo, a água, os vegetais, os animais e o ar, indo ao encontro de uma vida mais saudável e duradoura. A seguir será descrito a certificação de produtos orgânicos.

## 2.1 A Certificação de Produtos Orgânicos

A forma de comprovar que um produto é realmente orgânico e que foram realizadas corretamente as normas vigentes para sua produção se faz através da certificação. De acordo com a regulamentação pertinente para que se obtenha a certificação, é necessário o monitoramento de todo o processo de produção e de seu processamento pelas credenciadoras e/ou certificadoras de produtos orgânicos.

A certificação é o procedimento pelo qual uma terceira parte, independente, assegura, por escrito, que um produto, processo, ou serviço obedece a determinados requisitos, através da emissão de um certificado. No caso de produtos orgânicos, a certificação é um instrumento, geralmente apresentado sob a forma de um selo afixado ou impresso no rótulo ou na embalagem do produto, que garante que os produtos rotulados como orgânicos foram produzidos de acordo com as normas e práticas da Agricultura Orgânica (SOUZA, 2004, p. 114).

A certificação de produto orgânico (KHATOUNIAN, 2001, p. 46):

[...] é um requisito para que os produtos orgânicos ocupem o setor formal de distribuição de alimentos, particularmente por agregar confiabilidade e permitir o enquadramento na legislação de proteção ao consumidor. A certificação da produção orgânica, a exemplo da de sementes, visa a garantir a qualidade do produto, dentro dos critérios estabelecidos em lei.

Conforme Medaets e Fonseca (2005), a certificação tem por objetivo: identificar e diferenciar o produto por intermédio de um sinal de qualidade; dar credibilidade ao mercado pela ação de um organismo certificador independente; agregar valor a um produto; facilitar o conhecimento e reconhecimento de um produto; ganhar a confiança dos consumidores e beneficiar uma promoção coletiva.

Para Souza, Saes e Otani (2002), a certificação é um instrumento para reduzir a assimetria de informações entre os agentes e para melhorar a capacidade dos consumidores de identificar atributos de qualidade que são muito difíceis de serem observados.

A certificação, então, é uma prática que surgiu da necessidade de se identificar a procedência e/ou processamento de um alimento orgânico, permitindo ao agricultor um produto diferenciado e mais valorizado, estabelecendo uma relação de confiança com o consumidor, conforme salientado pelo Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento-IBD (2011).

Quando se ajusta às reais condições dos pequenos produtores, a certificação orgânica tem sido ferramenta útil para criar ambiente de confiança em circuitos longos de comercialização para os mercados de produtos orgânicos. Conforme Fonseca (2009), apesar de onerar o custo da produção, a certificação traz benefícios, pois facilita o planejamento da

produção; facilita o desenvolvimento do mercado, dos serviços de extensão e da pesquisa; cria transparência ao tornar pública a informação sobre produtores e produtos; aumenta a credibilidade e melhora a imagem da Agricultura Orgânica e facilita a introdução de créditos especiais ou subsídios, já que define o grupo que será beneficiado.

A qualidade orgânica deve ser garantida por uma pessoa jurídica denominada Certificadora, que se trata de uma entidade especializada na avaliação da conformidade de produtos, processos e serviços. Assim, o alimento orgânico certificado colocado no mercado de consumo recebe um selo de certificação na rotulagem, com o objetivo de informar ao consumidor que ele foi auditado e está em conformidade com as normas da produção orgânica.

O selo orgânico, para aspectos normativos, segundo Martin et al. (2006), é um selo de qualidade que visa garantir que o produto foi cultivado e processado dentro de normas valorizadas pelo consumidor. O selo materializa-se em um logotipo estampado na embalagem. Na formulação das normas, contribuem os aspectos biológicos, éticos, culturais, operacionais e sócio-políticos e em especial para a exportação, é necessário enquadrar-se às normas do país comprador.

Conforme Oliveira, Lima e Silva (2006), a certificação de produtos orgânicos tem o propósito de conquistar os consumidores (maior credibilidade) e conferir maior transparência às práticas e aos princípios utilizados na produção orgânica. A certificação é concedida por diferentes instituições no país, as quais possuem normas específicas para a licença do seu selo de garantia.

No Brasil atuam várias certificadoras, que na maioria das vezes são supervisionadas por entidades estrangeiras. No ANEXO B estão listadas algumas certificadoras atuantes e sua caracterização. Dentre as mais solicitadas estão: o Instituto Biodinâmico-IBD, a ECOVIDA, ECOCERT BRASIL e a Certificadora Mokiti Okada-CMO. Todas atendem às recomendações da IFOAM, estabelecendo normas gerais que devem ser seguidas para produção de orgânicos.

Em 2009, foi elaborada uma Instrução Normativa com o intuito de se criar um selo único. Trata-se da Instrução Normativa nº 50, de 5 de novembro de 2009 (BRASIL, 2009), a qual instituiu o selo único oficial<sup>4</sup> do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade–SISORG, com o propósito de facilitar a identificação no mercado, estabelecendo os requisitos para a sua utilização nos produtos orgânicos. Somente poderão utilizar o selo do SISORG os

---

<sup>4</sup> Entrou em vigor em janeiro de 2011.

produtos orgânicos oriundos de unidades de produção controladas por organismos de avaliação da conformidade credenciados no MAPA (Figura 1).



Figura 1 - Selo oficial de orgânicos no Brasil, em versão colorida e preto/cinza

Fonte: ORGANICSNET (2011)

Segundo Barbosa (2007), a certificação orgânica funciona de forma semelhante à especificidade de ativo de marca, ou seja: na marca ou na certificação, estão incluídas diversas informações que dão ao consumidor a certeza e a confiança de que o produto é orgânico. Com isso, o vendedor do referido produto dá legitimidade à cobrança de um preço *premium* (um bônus dado ao produtor por produzir uma mercadoria que possui um alto valor específico) e não apenas estabelece uma margem de comercialização arbitrariamente maior. Além disso, a certificação representa uma forma de sinalização que reduz o custo de transação e a assimetria de informação.

No caso do café orgânico, Souza, Saes e Otani (2002) revelaram que a certificação<sup>5</sup> permite que os pequenos produtores se incluam com menos dificuldade no mercado de cafés diferenciados. Sendo esses certificados reconhecidos internacionalmente, o consumo externo de café tende a ser maior, promove a comercialização direta com o produtor e beneficia as margens do negócio.

Para Penteadó (2009), a certificação é fundamental para o desenvolvimento global da Agricultura Orgânica e à criação de normas e padrões mundiais homogêneos, pois todas as unidades que pretendem manter a certificação orgânica têm como objetivo alcançar a biodiversidade.

São três as etapas para obter a certificação: primeiramente o produtor deve se afiliar à certificadora, depois a propriedade deve passar pelo processo de certificação e por fim deve passar por um período de transição ou conversão.

O produtor que deseja registrar sua propriedade deve enviar a documentação inicial e realizar o pagamento da taxa de inscrição em uma certificadora. O processo de certificação ocorre com a inspeção e consiste em reunir dados; checar documentos de compra de insumos,

---

<sup>5</sup> Na certificação do café orgânico, não só as lavouras são inspecionadas, mas também todo o processo de beneficiamento (torrefadoras, embaladoras etc.), conforme destacam Ricci e Neves (2006).

venda de produtos; operações de campo; checar instalações etc. Também é feito o acompanhamento do comportamento dos produtores sobre o seu nível de conhecimento do conceito do sistema orgânico.

O objetivo da inspeção é verificar o sistema de controle adotado pela unidade produtiva, de modo a dar garantias da inexistência de riscos de mistura e contaminação com produtos não certificados. Em seguida, é elaborado o relatório para a avaliação da certificadora. Após o período de transição, mínimo de 12 a 18 meses (dependendo da característica da cultura e do histórico da propriedade), é concedido ao produtor o selo orgânico.

Os custos de certificação variam conforme o tipo de produto, a localidade do estabelecimento e se a comercialização está voltada para o mercado externo ou interno. O Quadro 1 mostra a estimativa geral dos custos de certificação.

| Item de despesa        | Valor (R\$)   |  |
|------------------------|---|--|
|                        | Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento-IBD  | Associação de Agricultura Orgânica-AAO   |
| Matrícula/Inscrição    | Paga uma única vez. Varia entre R\$ 100,00 a R\$ 3.000,00, conforme faturamento anual.  | Anuidade de R\$ 60,00, não obrigatória.  |
| Inspeção               | Inclui custo de deslocamento (passagem, hospedagem e alimentação); diária do inspetor para exportação R\$ 420,00 e para mercado interno R\$ 265,00; e relatório R\$ 210,00 para exportação e R\$ 125,00 para mercado interno. | Visitas quinzenais para Hortaliças e semestrais para frutas e cereais. Varia de R\$ 120,00 a R\$ 200,00 mais despesas de viagem. |
| Emissão do certificado | 0,5 a 2% do valor do faturamento para cada remessa.   | 1% a 2% sobre o valor comercializado.  |

Quadro 1 - Estimativa geral dos custos de certificação para produtos orgânicos

Fonte: IBD e AAO (2000, apud Souza, 2004), com adaptações

Britto (2004) salientou que os custos de certificação podem ser reduzidos a partir do momento em que os produtores se associarem e dividirem os custos, de modo que em apenas uma viagem o técnico responsável pela inspeção possa fazer várias visitas.

## 2.2 Mecanismos de garantia de qualidade orgânica

O agropecuarista que no Brasil queira denominar seu produto como orgânico deverá estar cadastrado no SISORG, o qual é integrado por órgãos e entidades da administração pública federal e pelos organismos de avaliação da conformidade credenciados pelo MAPA.

De acordo com o Decreto Nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007 (BRASIL, 2007), que regulamenta a Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, as formas de garantir o enquadramento das unidades produtoras nas normas orgânicas envolvem três tipos de mecanismos: a Certificação por auditoria, os Sistemas Participativos de Garantia – SPG e o Controle Social na venda direta sem certificação por agricultores familiares.

A certificação por auditoria é a avaliação da conformidade orgânica, através do Organismo de Avaliação da Conformidade-OAC ou Organismo Participativo de Avaliação da Conformidade-OPAC, atestando se o sistema de produção e a qualidade estão dentro dos requisitos das normas, sendo inspecionado por uma certificadora.

Os sistemas sócio-participativos de organização com base no controle social, na participação e na responsabilidade compartilhada correspondem aos SPGs, que têm como atividades criar mecanismos legítimos de credibilidade e garantia dos processos desenvolvidos por seus membros em forma de rede, com atuação regional. Para estar legal, tem que possuir um OPAC, legalmente constituído, tendo como referência a legislação brasileira para a produção orgânica, o qual é responsável por incluir os produtores orgânicos, aprovados pelo sistema, no Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos e por autorizá-los a utilizar o selo do SISORG.

Para Fonseca (2009), a importância do SPG para o desenvolvimento da Agricultura Orgânica está em proporcionar assistência técnica e correção das não conformidades diretamente no processo de avaliação da conformidade, diferentemente da certificação; formação de todos os atores da rede de produção e comercialização de produtos orgânicos; organização dos produtores e identidade do grupo ao estimular a participação colaborativa e o poder de compartilhamento do sistema de controle da qualidade orgânica; difusão de conceitos e princípios da agricultura orgânica.

O Controle Social na venda direta está estabelecido na relação de confiança entre produtores e consumidores diretamente. Esse processo é fortemente segurado pela Organização de Controle Social - OCS, a qual é uma organização de um grupo de agricultores familiares, com relação de comprometimento e confiança, constituído formal ou informalmente, podendo ter também a participação de consumidores e outras pessoas

interessadas. Para a comercialização dos produtos diretamente ao consumidor, sem certificado, os produtores devem estar obrigatoriamente cadastrados no MAPA.

Esses mecanismos de garantia abrangem os procedimentos realizados em unidades produtivas e na comercialização com o intuito de avaliar e garantir sua conformidade em relação aos regulamentos técnicos estabelecidos para a Agricultura Orgânica.

As certificadoras que adotam o sistema participativo são a ABIO, ANC e Rede ECOVIDA. Atuam com certificação por auditoria o IBD, a ECOCERT BRASIL, a TECPAR e o Instituto de Mercado Ecológico-IMO CONTROL.

## **2.3 Do Convencional para o Orgânico: o processo de conversão**

### **2.3.1 A conversão<sup>6</sup>**

“Conversão é o nome dado ao processo de mudanças do manejo convencional para o orgânico, com enfoque nos aspectos educativos, biológicos e normativos” (MAIORANO, 2000, p.13). Aspectos educativos estão relacionados ao aprendizado dos produtores e seus familiares em relação ao conceito, técnica de manejo e princípios da Agricultura Orgânica. Em relação aos biológicos, fazem referência às melhores condições de solo e ao reequilíbrio do agroecossistema. Sobre o aspecto normativo, refere-se às normas estabelecidas pela AO para a obtenção do selo orgânico.

Feiden et al. (2002) destacam que a conversão é uma fase em que o produtor aceita empregar integralmente as regras de produção orgânica em conformidade com a regulamentação em vigor, porém não poderá comercializar com referência à Agricultura Orgânica. Isso significa que a comercialização como produto orgânico só será possível quando autorizada por uma certificadora credenciada.

A conversão resulta em um conjunto de mudanças na ecologia do sistema, pois à medida que o uso de agroquímicos sintéticos é reduzido ou eliminado e os nutrientes e biomassa são reciclados dentro do sistema, a estrutura e função do agroecossistema também mudam, segundo Gliessman (2005). Uma variedade de processos e relações é transformada, começando com aspectos da estrutura básica do solo, seu conteúdo de matéria orgânica e a diversidade e atividade da biota do solo. Posteriormente, mudanças de maior porte também acontecem na atividade e nas relações entre plantas espontâneas, insetos e populações de pragas, e no equilíbrio entre organismos-pragas e benéficos. A mensuração e o

---

<sup>6</sup> O termo “conversão” também é conhecido como “transição”.

monitoramento dessas mudanças durante o período de conversão ajudam o produtor a avaliar o sucesso do processo de conversão e proporcionam um quadro de referência para determinar as exigências e os indicadores de sustentabilidade.

Maiorano (2000) relata que o processo de conversão tem que seguir “caminhos”, os quais devem cumprir uma sequência lógica, sendo realizado através de um planejamento, em que se levantam os recursos disponíveis: da unidade produtiva; das relações sociais e comerciais; da ocupação da área e de seu rendimento físico e econômico. Isso permite que o produtor e o técnico visualizem os principais entraves passíveis de solução.

Darolt (2002) sintetizou cinco pontos relacionados com o sucesso para o desenvolvimento da AO em diversos países produtores: incentivo financeiro aos produtores pelo governo; eficiência da informação aos produtores e consumidores; acesso e disponibilidade de produtos orgânicos; a questão de marketing (logomarca) e a proteção legal; um plano de desenvolvimento para a Agricultura Orgânica.

Alguns autores descrevem a conversão como um processo pelo qual se passa por estágios até a obtenção do produto orgânico.

Conforme UNCTAD (2003), a primeira etapa de um plano de conversão é a análise cuidadosa das adaptações obrigatórias na propriedade, com base na atual, situação, examinando-se o objetivo ao qual se destina e as exigências de um sistema orgânico, pois sendo um sistema 'ideal' não pode ser estabelecido imediatamente. A fim de se obter a certificação orgânica, o período de conversão começa oficialmente após todas as exigências mínimas das normas serem cumpridas.

A conversão do manejo convencional com alto uso de insumos para um manejo com baixo uso de insumos externo:

[...] é um processo de transição com quatro fases distintas, consistindo de retirada progressiva de produtos químicos; racionalização e melhoramento da eficiência no uso de agroquímicos por meio do manejo integrado de pragas (MIP) e manejo integrado de nutrientes; substituição de insumos, utilizando tecnologias alternativas e de baixo consumo de energia; replanejamento do sistema agrícola diversificado visando incluir uma ótima integração plantação/ animal (ALTIERE, 2004, p. 76).

Hill, 1985 apud Gliessman (2005), menciona três níveis de conversão que possibilitam a descrição dos passos dos produtores na conversão de agroecossistemas convencionais e podem servir como um mapa delineando um processo de conversão evolutivo, sendo útil no sentido de categorizar a pesquisa agrícola.

O primeiro nível faz referência ao aumento da eficiência de práticas convencionais a fim de reduzir o uso e o consumo de insumos escassos, caros ou ambientalmente danosos, tais

como: espaçamento e densidade ótimos, maquinaria mais aperfeiçoada, monitoramento de pragas, melhor sincronia entre diferentes atividades e cultivo de precisão. No segundo nível, as práticas convencionais são substituídas por práticas alternativas, como por exemplo: substituição dos fertilizantes nitrogenados sintéticos por uso de cultivos de cobertura (fixadores de nitrogênio); ao invés de agrotóxico, o uso de agentes de controle biológico e a mudança para o cultivo mínimo. No terceiro nível, redesenha-se o agroecossistema funcionando em um novo conjunto de processos ecológicos, sendo que neste último nível é que a produção orgânica toma forma.

Darolt (2002) destaca os pontos principais a se planejar ao longo do período de conversão: um período de estágio ou aprendizado do agricultor e sua família, a compra de animais ou insumos orgânicos necessários para a nova produção, a adequação de máquinas e equipamentos e a busca de novos canais de comercialização.

De acordo com a Instrução Normativa nº 64, de 18 de dezembro de 2008 (BRASIL, 2008), para o período de conversão, deverá ser elaborado um plano de manejo orgânico específico contemplando os regulamentos técnicos e todos os aspectos relevantes do processo de produção. Deverá contemplar o histórico de utilização da área; manutenção e incremento da biodiversidade; manejo dos resíduos; conservação do solo e da água; manejos de produção vegetal e animal; entre outros.

Para que um produto receba a denominação de orgânico, deverá ser proveniente de um sistema de produção, que siga os princípios e normas da AO, por um período que varia de acordo com a espécie cultivada ou manejada.

Para a produção vegetal de culturas anuais, a unidade produtiva em conversão deve passar por um período mínimo de 12 meses de manejo orgânico. Em relação à produção vegetal de culturas perenes, a propriedade em transição deverá passar por um período mínimo de 18 meses de manejo orgânico. Para produção vegetal de pastagens perenes, a propriedade agropecuária em conversão deve passar por não menos que 12 meses operando com a técnica orgânica.

Fica a critério da certificadora a ampliação destes períodos de conversão diante das condições em que se encontra a propriedade, tais como: utilização da unidade anterior de produção; a situação ecológica atual; a capacitação em produção orgânica dos agentes envolvidos no processo produtivo; as análises e as avaliações das unidades de produção pelo OAC ou OCS.

Quando a propriedade inteira não for convertida para a produção orgânica, a certificadora deverá assegurar-se de que a produção convencional está devidamente separada, sendo passível de inspeção, conforme salienta Penteadó (2009).

### 2.3.2 Convencional *versus* Orgânico, por que converter?

O modo convencional de produção se transformou ao tornar-se completamente dependente da indústria química, combatendo pragas, doenças e plantas invasoras nas unidades de produção, prejudicando o meio ambiente. O modo orgânico de produção surgiu para criar soluções ecologicamente corretas, dependendo dos recursos naturais e para manter equilíbrio no sistema agrícola.

A Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, considera agrotóxicos e afins:

[...] como os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos e substâncias e produtos, empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento.

O uso de adubos químicos solúveis, agrotóxicos (herbicidas, inseticidas, fungicidas, nematocidas, bactericidas, acaricidas)<sup>7</sup> e preparo do solo com equipamentos pesados degradam o ambiente solo. As aplicações de herbicidas nas lavouras podem submeter outras plantas por quilômetros de distância a subdoses, menores que as recomendadas, causando o bloqueio do sistema de defesa, segundo Tokeshi (2011).

Penteadó (2009) explica que há uma redução drástica do controle biológico de ocorrência natural em cultivo convencional em função do uso excessivo de defensivos, verificando-se uma quase ausência de inimigos naturais. A erradicação total de insetos nocivos causa desequilíbrio nas condições naturais do ecossistema.

Um dado preocupante é que o Brasil detém o segundo maior mercado mundial de agrotóxicos, ficando atrás dos estados Unidos, atingindo vendas de US\$ 7,3 bilhões, com crescimento de 9% em 2010. Isso é um indicativo do crescente consumo de insumos

---

<sup>7</sup> As ações dos agroquímicos de acordo com sua classificação são, conforme OPAS (2011): para os inseticidas, ação de combate a insetos, larvas e formigas; para os fungicidas, ação de combate a fungos; para os herbicidas, ação contra ervas daninhas; para os acaricidas, ação a ácaros diversos; para os nematocidas, ação de combate a nematóides.

industrializados nas lavouras de nosso país, principalmente para o cultivo da soja e do algodão (RADIOAGÊNCIA, 2011).

Dados do Programa de Análise de Resíduos de agrotóxicos em Alimentos – PARA, divulgados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, revelaram que em 15 das 20 culturas analisadas<sup>8</sup>, foram identificados agrotóxicos ativos e prejudiciais tanto para a saúde dos trabalhadores rurais como para a dos consumidores. Foram observadas grandes quantidades de amostras de pepino e pimentão contaminadas com endossulfan; de cebola e cenoura com acefato; e de pimentão, tomate, alface e cebola com metamidofós, que ainda não foram proibidos no Brasil e que em outros países já não são mais permitidos. Estes contaminantes são ingredientes ativos com elevado e comprovado grau de toxicidade e que causam problemas neurológicos, reprodutivos, de desregulação hormonal e câncer (ANVISA, 2010).

Os ingredientes ativos proibidos pela ANVISA no Brasil a partir de 2010 foram os monocrotofós, o heptacloro, a lindane, o pentaclorofenol e o benomil.

Segundo IBGE (2009), em cerca de 20% das propriedades que aplicaram agrotóxicos não se utilizava equipamento de proteção; 12,4% dos estabelecimentos praticaram a rotação de culturas; práticas alternativas, como controle biológico apenas 1,3%; somente 0,9% fizeram queima de resíduos agrícolas (por exemplo, embalagens de produtos) e de restos de cultura; 7,8% fizeram uso de repelentes, caldas, iscas etc. É importante compreender que a maior utilização dos insumos ecológicos gera redução no uso de agrotóxicos.

A Tabela 1 mostra o percentual da produção das lavouras permanentes que foram tratadas com agrotóxico. No Brasil, observa-se que, 10.293.872 t de laranja, 1.859.918 t de banana e 1.560.504 t de café (Arábica e Canephora) em grão verde foram produzidas com uso de agrotóxicos. No caso da laranja e do café, apenas 12% e 34%, respectivamente, do total produzido não receberam agrotóxico, sendo mais preocupantes a maçã e a uva em que 97% e 92%, respectivamente, da produção receberam as substâncias nocivas. Diante disso, nota-se a importância da Agricultura Orgânica para reduzir o uso desse insumo não orgânico nas lavouras do nosso país.

---

<sup>8</sup> Alimentos monitorados: abacaxi, alface, arroz, banana, batata, cebola, cenoura, feijão, laranja, maçã, mamão, manga, morango, pimentão, repolho, tomate, uva, couve, beterraba e pepino.

Tabela 1 - Produção de lavouras permanentes, segundo o uso de agrotóxicos, em 2006

| Produtos | Utilizou agrotóxico | Percentual produzido c/ agrotóxico | Não utilizou agrotóxico | Percentual produzido s/ agrotóxico |
|----------|---------------------|------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| Laranja  | 10.293.872 t        | 88%                                | 1.396.847 t             | 12%                                |
| Banana   | 1.859.918 t         | 48%                                | 2.020.916 t             | 52%                                |
| Café     | 1.560.504 t         | 66%                                | 800.251 t               | 34%                                |
| Maçã     | 625.410 t           | 97%                                | 20.526 t                | 3%                                 |
| Uva      | 530.498 t           | 92%                                | 45.697 t                | 8%                                 |
| Mamão    | 362.926 t           | 84%                                | 68.440 t                | 16%                                |
| Manga    | 359.963 t           | 83%                                | 75.461 t                | 17%                                |

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do IBGE Censo Agropecuário 2006

Certas indústrias estão gerando novos tipos de agrotóxicos menos agressivos ao ambiente. Algumas medidas envolvem a utilização do menor volume de doses de defensivos agrícolas aplicadas às culturas, e a utilização de um único produto que detém em sua composição princípios ativos, para o combate de duas pragas simultaneamente. Em vista disso, até mesmo seus fabricantes veem os impactos nocivos promovidos pelo uso de agentes químicos ao ecossistema, ou por outro lado, ao menos para não perderem mercado, agregando valor ao produto.

Os benefícios que a Agricultura Orgânica traz relacionam-se à aceitação e ao aumento da demanda por produtos decorrentes de uma tomada de consciência por parte de consumidores quanto aos malefícios que os resíduos de agrotóxicos e adubos químicos podem ter sobre a sua saúde, e de sua família. Uma postura bastante presente em consumidores de produtos orgânicos é a de afirmar que é preferível pagar um pouco mais, mas não gastar depois em medicamentos para enfrentar possíveis doenças (OLIVEIRA; LIMA; SILVA, 2006, p. 3).

Nesse sentido, segundo Muraoka (2000), os alimentos orgânicos podem proporcionar os seguintes benefícios aos consumidores que os adquirirem: melhor nutrição; refeições mais saborosas; ausência de substâncias nocivas nos alimentos; reduz a probabilidade do produtor rural se intoxicar; protege as futuras gerações; protege a qualidade da água; refaz bons solos; restaura a biodiversidade; reduz o aquecimento global e economiza energia.

Campanhola e Valarini (2001) citam algumas vantagens da prática da Agricultura Orgânica pelo pequeno agricultor: possibilita a produção em pequena escala, sendo viável em pequenas áreas; favorece a produção de outras culturas no estabelecimento, através da rotação de culturas; capacidade de gerar uma nova dinâmica de empregos para a comunidade rural,

devido ao maior uso de mão-de-obra e por proporcionar vendas de produtos isentos de agrotóxicos; menor grau de dependência externa de insumos, eliminando o uso de agrotóxico e contribuindo para a redução dos custos de produção; maior biodiversidade nos solos; maior preço do produto orgânico em relação ao convencional; mantém por mais tempo as características dos produtos no período pós-colheita e os agricultores que ainda não adotaram as tecnologias modernas de produção agropecuária podem realizar o processo de conversão mais facilmente.

Penteado (2009) definiu os dois sistemas de cultivo. O Sistema Convencional, conhecido como tecnologia de produtos, é o atual sistema de produção agrícola, surgindo após as grandes guerras, cujo processo de produção está baseado no emprego de adubos químicos, agrotóxicos, maior compactação dos solos etc. O Sistema Orgânico é um sistema de produção agrícola baseado em princípios ecológicos, em que o trabalho na terra está dentro de princípios de preservação do meio ambiente, que abrangem o manejo adequado dos recursos naturais e do solo, a nutrição vegetal, a proteção das plantas e valorização dos recursos humanos. O Quadro 2 mostra as diferenças entre os dois sistemas de produção.

(continua)

| Convencional<br>(Tecnologia de produtos)   | Orgânico<br>(Tecnologia de processos)  |
|--|--|
| Cultivo baseado na aquisição de insumos para a produção agrícola.  | Leva em consideração a relação planta-solo-ambiente, aproveitando os recursos locais (sustentabilidade).   |
| Uso de pesticidas agressivos, que contaminam o homem e a natureza. Emprego de adubos químicos de alta solubilidade, que desequilibram as plantas, liberando radicais livres. | Ativa a defesa natural e emprega defensivos alternativos, que favorecem a resistência da planta. Uso de adubos orgânicos e de lenta liberação de nutrientes.   |
| Falta de cobertura de proteção do solo. Monocultura. Falta de manejo adequado da água, solo e das ervas nativas do terreno. Erradicação das ervas nativas.                   | Mantém a cobertura do solo, seja viva com plantas (adubos verdes ou ervas nativas manejadas), ou cobertura morta. Biodiversidade ou rotação de cultivos. Preservação dos mananciais de água, sem contaminantes e manejo das ervas nativas. |
| Erosão do solo via mecanização excessiva, causando empobrecimento quanto ao húmus e vida microbiana. Solo com baixa capacidade de reservas de água e nutrientes.             | Equilíbrio do solo e ambiente. Rico em matéria orgânica e vida microbiana. Solos com elevada capacidade de retenção de água e nutrientes.  |
| Erradicação dos inimigos naturais, devido ao emprego de agrotóxicos e falta de áreas de refúgio.   | Presença de inimigos naturais, que favorecem o controle fitossanitário, com redução da necessidade de controle.  |

Quadro 2 - Diferenças entre o sistema Convencional e Orgânico

Fonte: Penteado (2009, p. 26)

(conclusão)

| Convencional<br>(Tecnologia de produtos)  | Orgânico<br>(Tecnologia de processos)  |
|---|--|
| Desequilíbrio nutricional da planta, sendo obrigado o emprego de fertilizantes foliares de alto custo.  | Equilíbrio nutricional, plantas rústicas e produtivas, uma vez que há alta disponibilidade de nutrientes para a planta no solo, pela matéria orgânica.   |
| Alimentos contaminados, com sabor e aroma alterados pelos insumos químicos e baixa conservação.   | Alimentos saudáveis, com sabor e aroma característicos e maior conservação em pós-colheita.  |
| Contaminação e deterioração do ecossistema. Preços instáveis no mercado. Produto sem garantia de qualidade. Produtor não tem garantia de comercialização pelo preço justo. Alto risco de descapitalização na atividade. | Ecossistema equilibrado, com menor necessidade de intervenção do produtor (adubação e proteção). Sistema autossustentável, com menor custo de produção. Alimentos de alta qualidade e elevada cotação no mercado. Vantagens na comercialização, com venda direta e preços estáveis e mais elevados. Atividades de menor risco. |

Quadro 2 - Diferenças entre o sistema Convencional e Orgânico

Fonte: Penteado (2009, p. 26)

Pimentel et al. (2005) identificaram alguns benefícios da tecnologia orgânica em relação às convencionais, dentre eles: maior teor de matéria orgânica e de nitrogênio no solo, proporcionando benefícios para a sustentabilidade e a produtividade por hectare pode se igualar, dependendo das condições de cultivo, como solo e clima.

Ao verificar, no estado do Piauí, o impacto dos sistemas de cultivo convencional e orgânico de frutas sobre indicadores biológicos de qualidade do solo, Sampaio, Araújo e Santos (2008) observaram que a adoção do sistema orgânico aumentou a atividade microbiana e o conteúdo de carbono orgânico do solo, mostrando benefícios para esse sistema agrícola em relação ao convencional.

Ao diagnosticar aspectos técnico-ambientais da produção orgânica na região citrícola do Vale do Rio Caí, no Rio Grande do Sul, Panzenhagen et al. (2008) concluíram que a produção orgânica de alimentos resultou em benefícios para as populações locais, tal como a redução da contaminação ambiental, contribuindo na recuperação e melhoria da qualidade dos recursos naturais e na colheita de produtos sem contaminações por agroquímicos, o que permite que o agricultor produza e ofereça ao mercado consumidor produtos de melhor qualidade.

Analisando a produção e os mercados orgânicos de laranja e suco de laranja processados no Brasil, Turra e Ghisi (2004) concluíram que grande parte dos produtores considerou o custo de produção de citros orgânico mais elevado que na produção

convencional. No entanto, os citricultores afirmaram que houve regularidade na produtividade e consideraram o preço de comercialização viável, podendo receber das indústrias uma remuneração até 30% maior que a paga aos produtores convencionais.

Martins et al. (2006) desenvolveram um estudo da viabilidade de conversão de áreas cultivadas de maneira convencional para um método de cultivo orgânico para a produção de uvas. Tiveram como resultado que a Agricultura Orgânica na produção vitinícola é viável tanto econômica quanto socialmente, por ser um fator de agregação econômico, humano e ambiental. Afirmaram, ainda, que sendo o custo de produção inferior ao custo da agricultura convencional, devido ao menor uso de insumos isentos de agrotóxicos e por não agredir o meio ambiente, torna-se uma fonte de emprego e renda para a agricultura familiar.

Motta et al. (2008), analisando economicamente a produção de maracujá-amarelo em sistemas orgânico e convencional, verificaram maior viabilidade econômica para o cultivo orgânico, apresentando menores gastos com insumos e produtividade superior ao sistema convencional.

A Tabela 2 mostra os custos de produção e a produtividade de culturas em sistemas orgânico e convencional. A Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER/DF, de posse dos coeficientes técnicos de insumos, serviços e produtos utilizados pelos produtores do Distrito Federal, calculou os custos de produção de várias culturas. Também calculou os custos de produção para produtos orgânicos como a alface, a batata-doce, a batata baroa, a beterraba e a cenoura. Com isso foi possível realizar uma breve comparação entre os custos para um hectare de produção.

Tabela 2 - Custos de produção e a produtividade de culturas nos sistemas orgânico e convencional

| Cultura      | Cultivo      | Custos de produção (R\$) |          |           | Produtividade (kg/ha) |
|--------------|--------------|--------------------------|----------|-----------|-----------------------|
|              |              | Insumos                  | Serviços | Total     |                       |
| Alface       | orgânico     | 3.508,14                 | 6.045,00 | 9.553,14  | 12.500                |
|              | convencional | 4.124,07                 | 5.285,00 | 9.409,07  | 15.000                |
| Batata-doce  | orgânico     | 2.740,43                 | 2.450,00 | 5.190,43  | 16.000                |
|              | convencional | 3.999,35                 | 2.860,00 | 6.859,35  | 16.000                |
| Beterraba    | orgânico     | 4.133,40                 | 3.610,00 | 7.743,40  | 16.000                |
|              | convencional | 5.390,90                 | 3.560,00 | 8.950,90  | 20.000                |
| Cenoura      | orgânico     | 4.831,10                 | 4.470,00 | 9.301,10  | 20.000                |
|              | convencional | 4.413,00                 | 3.895,00 | 8.308,00  | 24.000                |
| Batata Baroa | orgânico     | 6.880,20                 | 4.350,00 | 11.230,20 | 13.000                |
|              | convencional | 5.663,70                 | 5.125,00 | 10.788,70 | 15.000                |

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de informações técnicas da EMATER-DF (2010)

Observa-se que nas culturas da alface, batata-doce e beterraba os custos de insumos em cultivo orgânico são menores, com diferença em relação aos convencionais de R\$ 615,93, R\$ 1.258,92 e R\$ 1.257,50, respectivamente. No entanto, em relação aos custos de serviços nas culturas da alface, beterraba e cenoura, em cultivo orgânico, foram maiores do que em cultivo não orgânico. Observa-se que as culturas, exceto a batata-doce, apresentam produtividades menores em cultivo orgânico. Como a batata-doce apresenta a mesma produtividade (16.000 kg/ha) em ambos os tipos de cultivo, isso pode promover uma margem de lucro ainda maior ao produtor em cultivo orgânico, devido ao custo total ser menor e ao incremento no preço de venda por, ser certificado.

Lockeretz et al. (1981) e Lampkin (1990) apud Altieri (2004) concluíram, em estudos comparativos dos sistemas orgânicos e convencionais, que em condições de desenvolvimento altamente favoráveis, as produtividades da agricultura convencional foram maiores que as da Agricultura Orgânica; entretanto, em condições mais áridas, os agricultores orgânicos tiveram um desempenho tão bom ou melhor. Também observaram o aumento no rendimento da AO após três ou quatro anos do estabelecimento de rotações de culturas; o aumento da eficiência energética; a maior necessidade de mão-de-obra nos sistemas orgânicos; o uso reduzido desses insumos diminuiu os custos de produção e a suscetibilidade agrícola para os efeitos ambientais e de saúde adversos, sem necessariamente diminuir a produção; e que a incorporação de vários plantios em sistemas agrícolas orgânicos permitiu que os mesmos ganhassem estabilidade.

Segundo Gliessman (2005), o grande problema é que todas as práticas da agricultura convencional tendem a comprometer a produtividade futura em favor da alta produtividade no presente. Esta relação está construída em torno de dois objetivos que se relacionam: a maximização da produção e do lucro.

Khatounian (2001) afirma que a busca da AO está essencialmente focada no rendimento sustentável a longo prazo, em lugar do máximo rendimento no curto prazo.

As principais diferenças entre os dois tipos de tecnologia (a sustentável e a insustentável<sup>9</sup>) relacionadas por Carmo (1998) são analisadas quanto aos aspectos tecnológicos, ecológicos e socioeconômicos, sumarizados no Quadro 3.

---

<sup>9</sup> “Se a sustentabilidade é compreendida como a capacidade de um sistema de manter sua produtividade quando submetido a estresses e perturbações, então, de acordo com princípios básicos de contabilidade, os sistemas de produção que danificam a estrutura do solo ou exaurem seus nutrientes, matéria orgânica ou biota, são insustentáveis”, afirma Altieri (2004, p. 83).

| Agricultura Orgânica<br>(Sustentável)   | Agricultura Convencional<br>(Insustentável)   |
|---|---|
| <b>Aspectos Tecnológicos</b>  |   |
| 1. Adapta-se às diferentes condições regionais, aproveitando ao máximo os recursos locais.<br>2. Atua considerando o agrossistema como um todo, procurando antever as possíveis consequências da adoção das técnicas. O manejo do solo visa a sua movimentação mínima, conservando a fauna e a flora.<br>3. As práticas adotadas visam estimular a atividade biológica do solo. | 1. Desconsidera as condições locais, impondo pacotes tecnológicos.<br>2. Atua diretamente sobre indivíduos produtivos, visando ao aumento da produção.<br>3. O manejo do solo, com intensa movimentação, desconsidera sua atividade orgânica e biológica.   |
| <b>Aspectos Ecológicos</b>  |   |
| 1. Grande diversificação. Policultura e/ou culturas em rotação.<br>2. Integra, sustenta e intensifica as interações biológicas.<br>3. Associação da produção animal à vegetal.<br>4. Agrossistemas formados por indivíduos de potencial produtivo alto ou médio, e com relativa resistência às variações das condições ambientais.  | 1. Pouca diversificação. Predominância de monoculturas.<br>2. Reduz e simplifica as interações biológicas.<br>3. Sistemas pouco estáveis, com grandes possibilidades de desequilíbrios.<br>4. Formado por indivíduos com alto potencial produtivo, que necessitam de condições especiais para produzir e são altamente suscetíveis às variações ambientais. |
| <b>Aspectos Socioeconômicos</b>   |   |
| 1. Retorno econômico a médio e longo prazo, com elevado objetivo social.<br>2. Relação capital/homem baixa<br>3. Alta eficiência energética. Grande parte da energia introduzida e produzida é reciclada.<br>4. Alimentos de alto valor biológico e sem resíduos químicos.  | 1. Rápido retorno econômico, com objetivo social de classe.<br>2. Maior relação capital/homem.<br>3. Baixa eficiência energética. A maior parte da energia gasta no processo produtivo é introduzida e, em grande parte, dissipada.<br>4. Alimentos de menor valor biológico e com resíduos químicos.   |

Quadro 3 - As principais diferenças entre a Agricultura Orgânica e a Agricultura Convencional

Fonte: Carmo (1998), com adaptações

A agricultura convencional pode afetar a produtividade ecológica futura, tornando-a não sustentável, de diversas maneiras, tais como: os recursos naturais (solo, água e diversidade genética) são explorados demais e degradados; processos ecológicos globais, essencialmente, dependentes da agricultura são alterados e as condições sociais que conduzem à conservação de recursos são enfraquecidas e desmanteladas, explica Gliessman (2005).

Diante disso, a Agricultura Convencional perante a Orgânica pode não levar em consideração, entre outros, o aspecto ambiental (eliminação de predadores naturais, não reciclagem de nutrientes, uso intensivo e desestruturação do solo), o econômico (dependência

de insumos externos, instabilidade financeira, maiores custos de produção e alto investimento) e o social (insegurança alimentar e êxodo rural).

## 2.4 Agricultura Orgânica no Mundo

### 2.4.1 Panorama Internacional

A análise do panorama internacional foi possível através dos dados disponíveis a partir do *Research Institute of Organic Agriculture* – FIBL e da Federação Internacional de Movimentos de Agricultura Orgânica-IFOAM.

A Agricultura Orgânica vem se desenvolvendo ao longo do tempo em todo o mundo. Na Figura 2 observa-se que a área cultivada organicamente passou dos 11 milhões para 37,2 milhões de ha entre 1999 e 2009, ou seja, em 11 anos houve um aumento em torno de 238%.

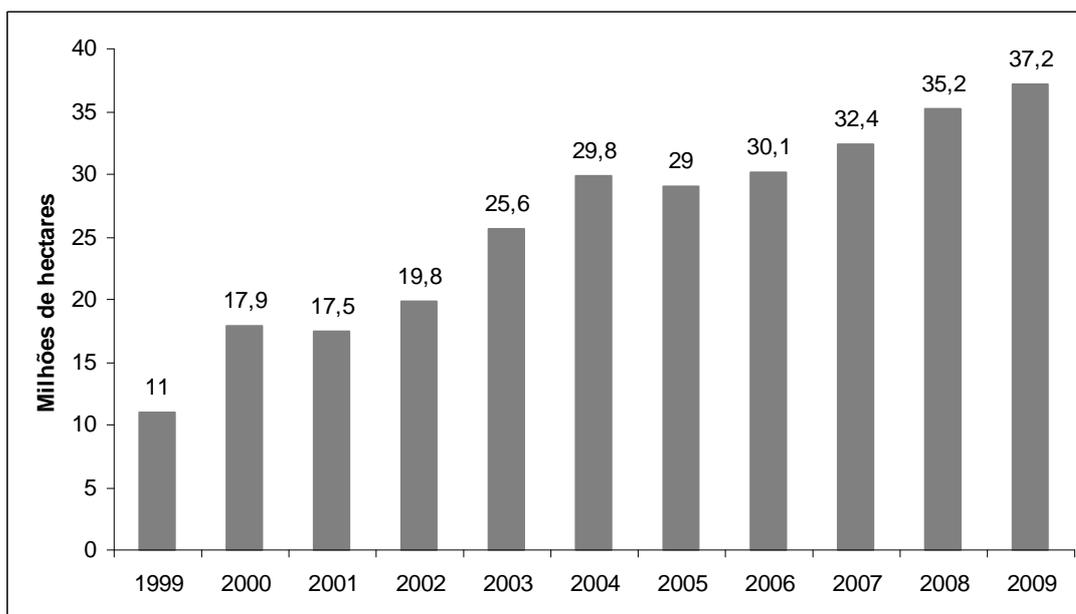


Figura 2 - Desenvolvimento mundial da Agricultura Orgânica em área (ha) de 1999-2009

Fonte: FIBL e IFOAM (2011)

A distribuição por área e o número de produtores orgânicos encontra-se na Figura 3. O continente que apresenta maior área é a Oceania, com 12,1 milhões de ha, caracterizada principalmente por áreas de pastagem. No entanto, detém o menor número de produtores, em torno de oito mil. Em seguida vem a Europa, com 9,2 milhões de ha e 257 mil produtores. A América Latina apresenta a 3ª posição em área (8,5 milhões de ha) e em 4º lugar em número de produtores (283 mil). Os continentes asiático, norte americano e africano apresentam os seguintes valores de área (em milhões de hectares) e de número de produtores (em mil): 3,5 e 731; 2,6 e 17; 1 e 511, respectivamente.

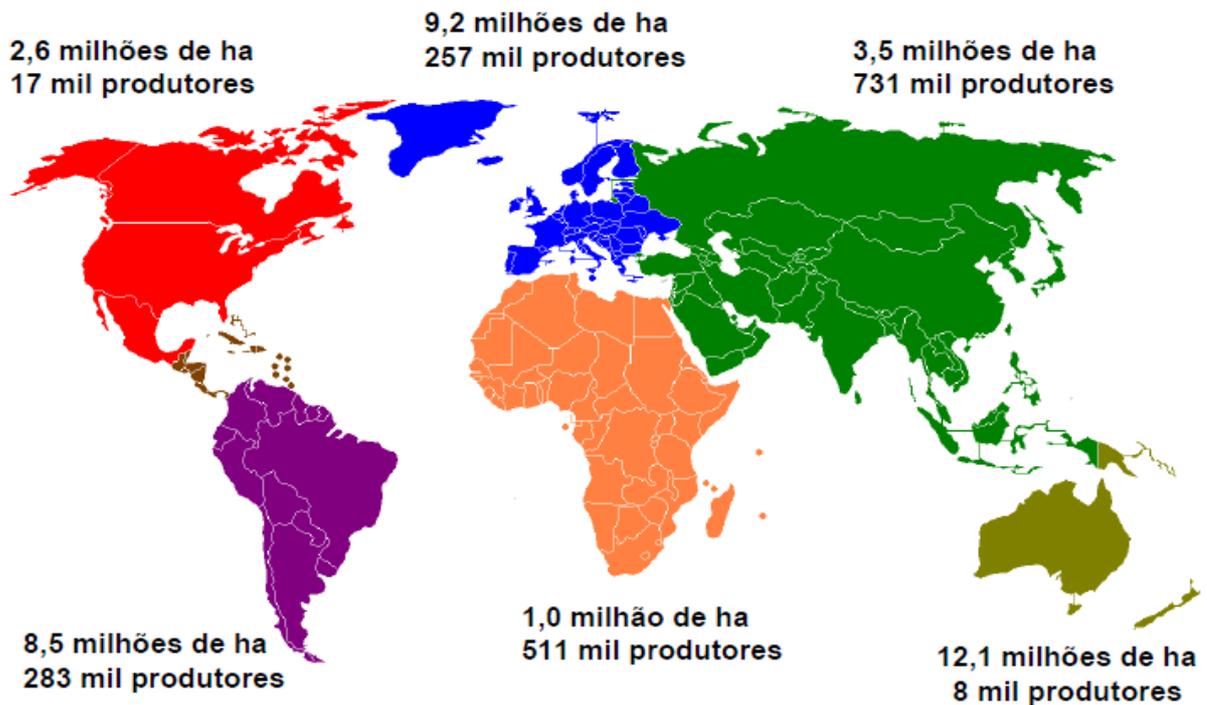


Figura 3 - Área (ha) e número de produtores orgânicos por continente em 2009

Fonte: Adaptado de FIBL e IFOAM (2011)

Na Figura 4 observam-se os dez países que apresentaram maiores áreas com Agricultura Orgânica em 2009. Destaca-se a Austrália com 12 milhões de hectares, tendo como principais produtos: carne, derivados de leite, cereais (trigo, centeio e aveia), grãos (soja e milho) e frutas (laranja e uva). Na segunda posição está a Argentina com 4,4 milhões de hectares, tendo como produtos de maior importância cereais, oleaginosas, frutas, lã, carne bovina e carne ovina. Os Estados Unidos, China e Brasil ocupam a 3ª (1,95 ha), 4ª (1,85 ha) e 5ª (1,77 ha) posições em área orgânica, respectivamente.

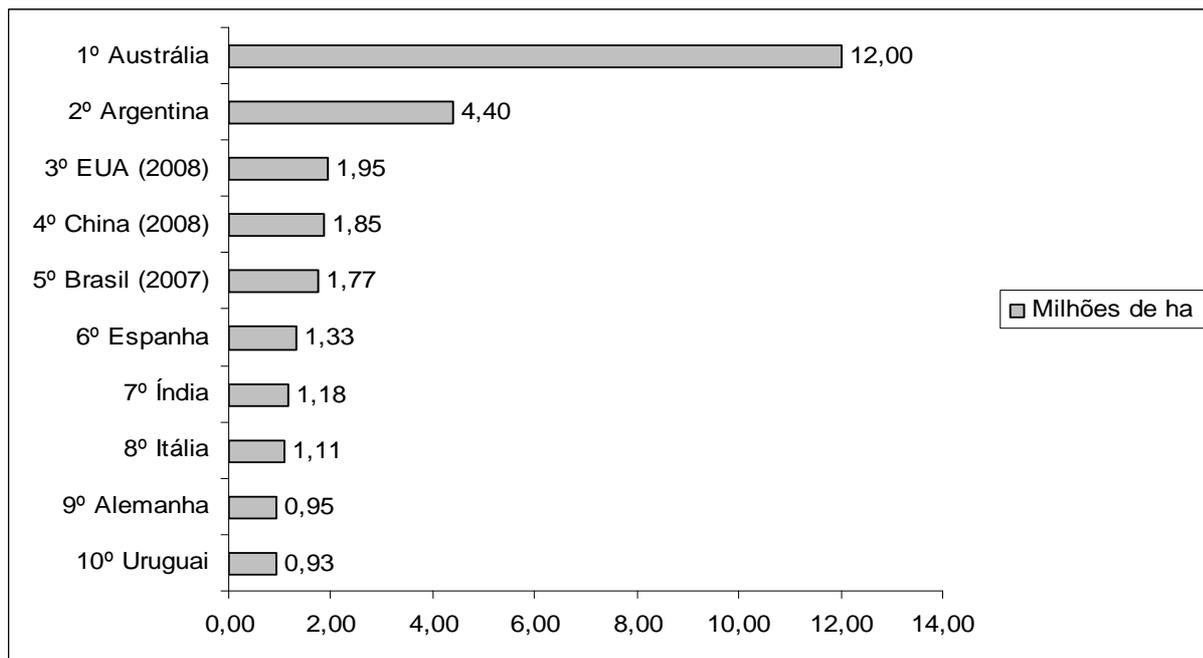


Figura 4 - Os dez países com maior área (em milhões de ha) agrícola orgânica em 2009

Fonte: FIBL e IFOAM (2011)

Na Figura 5 estão apresentadas as maiores participações em área orgânica pelos países em seu continente. Na Oceania, quase 100% da área orgânica se localiza na Austrália. Os EUA detêm 73% e o Canadá 27% em todo continente da América do Norte em área orgânica. Na Ásia, 87% da área em cultivo orgânico estão na China e na Índia. A Argentina, o Brasil e o Uruguai são os países que possuem maiores áreas orgânicas em toda América Latina. No continente africano destacam-se Uganda (22%), Tunísia (16%) e Etiópia (12%). No continente europeu, 36% da área orgânica estão concentrados na Espanha, Itália e Alemanha.

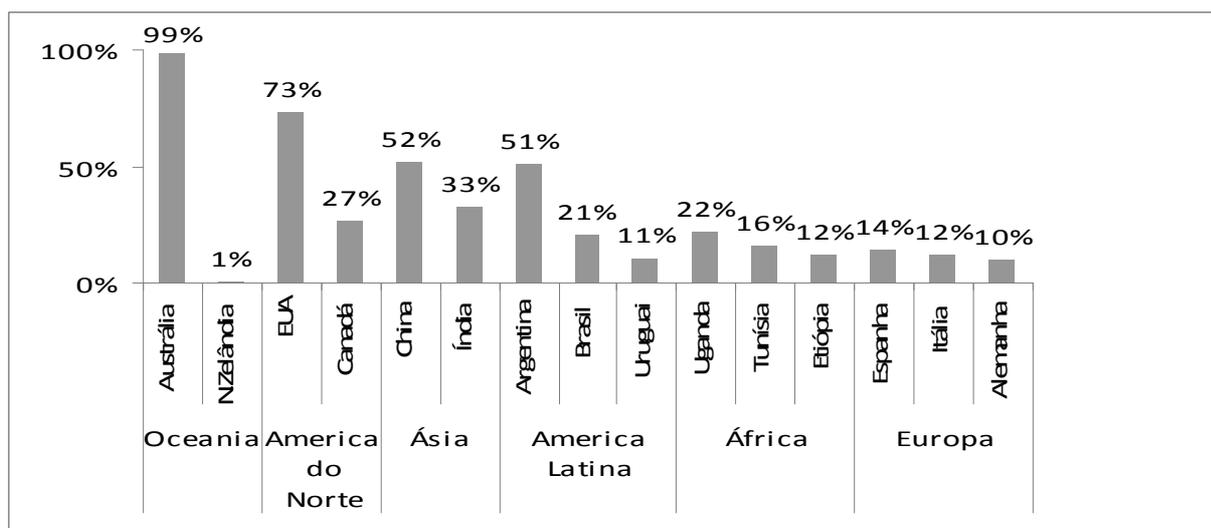


Figura 5 - Maiores participações (%) em área de produção orgânica pelos países, em seus respectivos continentes em 2009

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da FIBL e IFOAM (2011)

Os dez países com maiores mercados domésticos de alimentos orgânicos são apresentados na Figura 6. Os Estados Unidos lideram o mercado doméstico em produtos orgânicos com 17.835 milhões de Euros, seguidos pela Alemanha com 5.800 milhões de Euros.

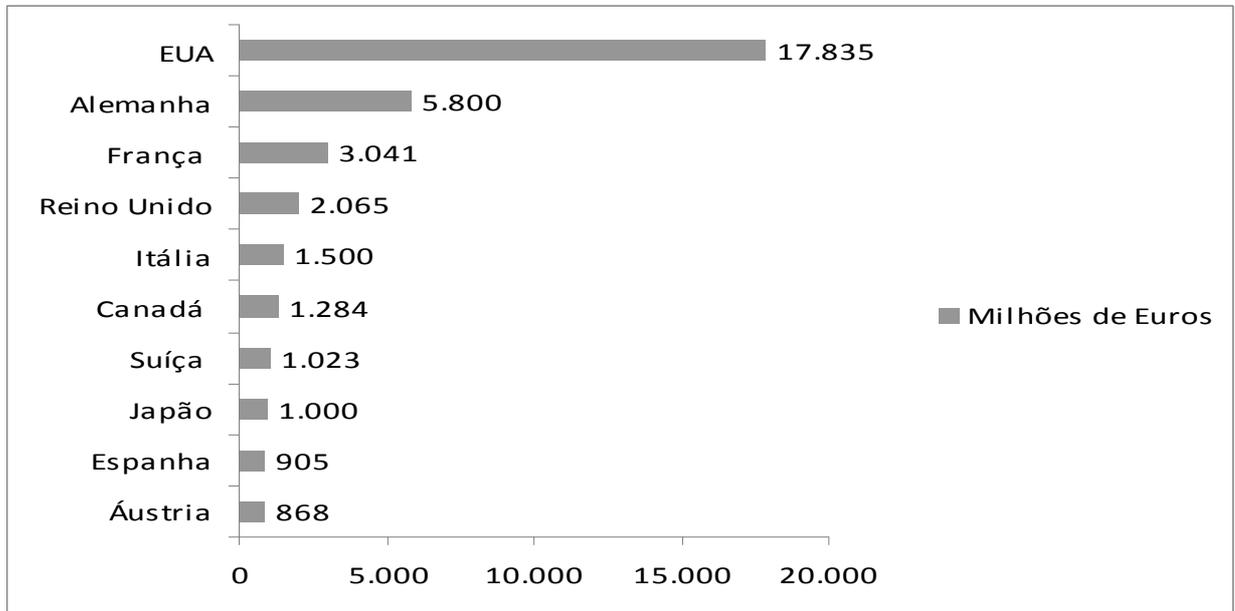


Figura 6 - Os dez países com maior mercado doméstico de alimentos orgânicos, em Euros, em 2009

Fonte: FIBL e IFOAM (2011)

Os países com maior consumo de orgânicos *per capita* em 2009 encontram-se na Figura 7. Os dispêndios *per capita* por produtos orgânicos são maiores na Dinamarca, com 139 Euros e na Suíça com 132 Euros. Áustria, Luxemburgo e Liechtenstein apresentam consumo *per capita* bastante próximos com 104, 103 e 100 Euros, respectivamente. Os EUA ficam acima somente da França e Canadá entre os dez países, pois apesar de representar maior mercado doméstico apresenta também maior população.

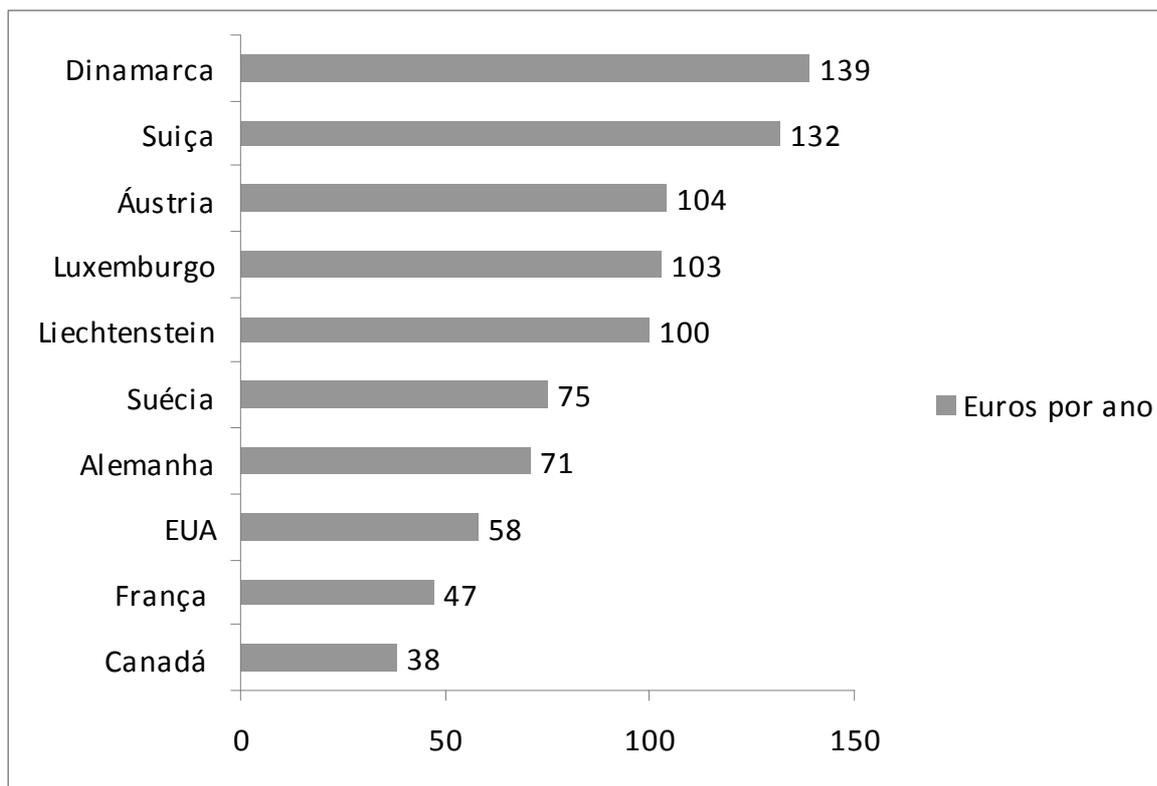


Figura 7 - Os países com maiores despesas com consumo de orgânicos *per capita*, em Euros, em 2009

Fonte: FIBL e IFOAM (2011)

#### 2.4.2 Panorama Nacional

A regulamentação de orgânicos teve início em janeiro de 2011. Diante disso não há ainda números oficiais sobre produtores orgânicos no Brasil. Contudo, o IBGE realizou o primeiro Censo Agropecuário em relação aos orgânicos no Brasil em 2006, apresentando dados relevantes sobre este segmento no mercado nacional.

O Censo buscou pesquisar quais estabelecimentos adotavam práticas de produção em que não eram utilizados insumos artificiais (adubos químicos, agrotóxicos e organismos geneticamente modificados) e onde eram realizadas medidas para conservação dos recursos naturais e do meio ambiente, as quais seguem os princípios da Agricultura Orgânica. Também foi verificado se a produção agropecuária era orgânica e se o estabelecimento era ou não certificado e se a unidade de produção tida como orgânica estava em processo de certificação. Não foram considerados como orgânicos os estabelecimentos em que o produtor não se interessava ou desconhecia as técnicas específicas da AO, mesmo não usando os insumos proibidos.

Do total da amostra de estabelecimentos<sup>10</sup> agropecuários, 98,28% (5.084.992) não fazem uso da Agricultura Orgânica e apenas 1,75% (90.497) utilizam a técnica, do qual apenas 5,64% (5.106) são certificados por entidade credenciada (Figura 8).

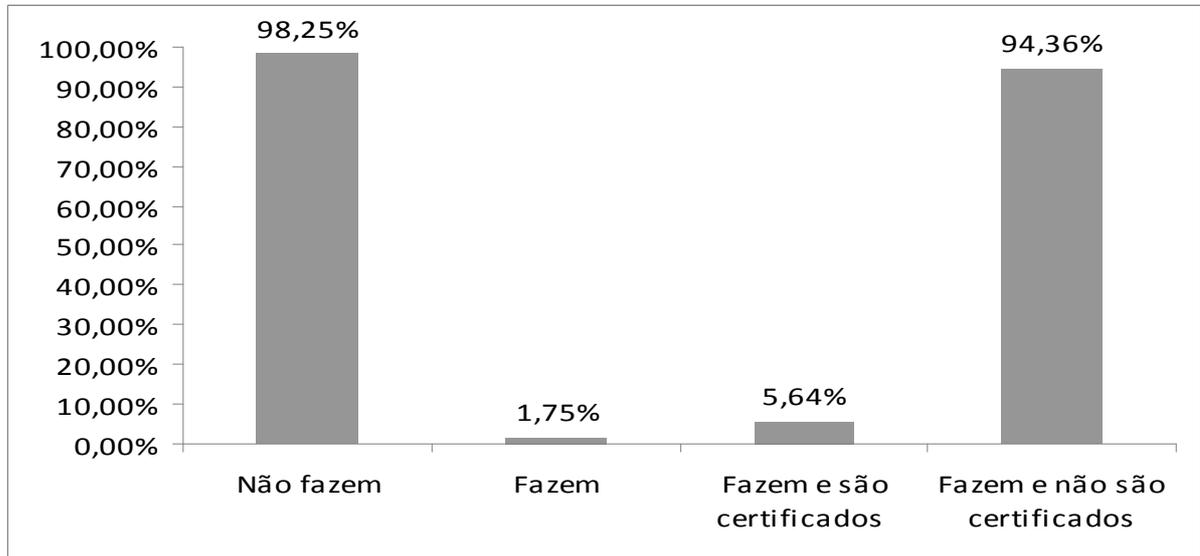


Figura 8 - Percentual do uso da Agricultura Orgânica no Brasil em número de estabelecimentos agropecuário, em 2006

Fonte: Realizado pelo autor a partir de dados do Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2011)

A Tabela 3 apresenta o uso da Agricultura Orgânica nos estabelecimentos por região. Nota-se que a Região Nordeste é a que possui maior número de estabelecimentos que produzem organicamente (42.236). Porém o número de estabelecimentos com certificado orgânico é maior nas regiões Sul (1.924) e Sudeste (1.366).

Tabela 3 - Uso da Agricultura Orgânica no Brasil: número total de estabelecimentos e estabelecimentos orgânicos certificados e não certificados, por regiões, em 2006

| Regiões             | Total de estabelecimentos | Uso da agricultura orgânica |                    |                       |           |
|---------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------|-----------|
|                     |                           | Total                       | Faz/ é certificado | Faz/Não é certificado | Não faz   |
| <b>Nordeste</b>     | 2.454.006                 | 42.236                      | 1.218              | 41.018                | 2.411.770 |
| <b>Sul</b>          | 1.006.181                 | 19.275                      | 1.924              | 17.351                | 986.906   |
| <b>Sudeste</b>      | 922.049                   | 18.715                      | 1.366              | 17.349                | 903.334   |
| <b>Norte</b>        | 475.775                   | 6.133                       | 351                | 5.782                 | 469.642   |
| <b>Centro-Oeste</b> | 317.478                   | 4.138                       | 247                | 3.891                 | 313.340   |

Fonte: Realizado pelo autor a partir de dados do Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2011)

<sup>10</sup> Através do Censo Agropecuário 2006, realizado pelo IBGE, os estabelecimentos são aqueles que apresentam pelo menos uma das seguintes atividades econômicas: produção de lavouras temporárias; horticultura e floricultura; produção de lavouras permanentes; produção de sementes, mudas e outras formas de propagação vegetal; pecuária e criação de outros animais; produção florestal de florestas plantadas e nativas; pesca; e aquicultura.

A área total estimada e o número de estabelecimentos orgânicos por grupo de área total encontram-se na Tabela 4. Sendo certificada ou não, o Brasil possui uma área média, em produção orgânica, de 4.424.955 hectares. É interessante perceber que segundo os dados divulgados pela FIBL e IFOAM, o Brasil se encontra na 5ª posição em termos de área, visto anteriormente. No entanto, de acordo com o Censo Nacional, o Brasil deveria estar somente atrás da Austrália, igualando-se à Argentina, passando assim para a 2ª posição no ranking.

Tabela 4 - Número de estabelecimentos orgânicos no Brasil e área total estimada (ha) por grupo de área total, em 2006

| Grupo de área total (ha) | Número de estabelecimentos <sup>11</sup> | Área total estimada (ha) |
|--------------------------|--|--------------------------|
| 0,0-0,1                  | 2.081                                    | 104                      |
| 0,1-0,2                  | 1.119                                    | 168                      |
| 0,2-0,5                  | 2.920                                    | 1.022                    |
| 0,5-1,0                  | 5.081                                    | 3.811                    |
| 1,0-2,0                  | 8.335                                    | 12.503                   |
| 2,0-3,0                  | 6.706                                    | 16.765                   |
| 3,0-4,0                  | 5.163                                    | 18.071                   |
| 4,0-5,0                  | 4.065                                    | 18.293                   |
| 5,0-10,0                 | 11.894                                   | 89.205                   |
| 10,0-20,0                | 12.525                                   | 187.875                  |
| 20,0-50,0                | 13.884                                   | 485.940                  |
| 50,0-100,0               | 6.474                                    | 485.550                  |
| 100,0-200,0              | 3.367                                    | 505.050                  |
| 200,0-500,0              | 2.341                                    | 819.350                  |
| 500,0-1000,0             | 724                                      | 543.000                  |
| 1000,0-2500,0            | 419                                      | 733.250                  |
| 2500,0 e mais            | 202                                      | 505.000                  |
| <b>Total</b>             | <b>87.300</b>                            | <b>4.424.955</b>         |

Fonte: Realizado pelo autor a partir de dados do Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2011)

A Tabela 5 mostra a área total estimada de produção orgânica certificada e não certificada, por região brasileira. A área certificada é de 391.827 ha, sendo 31% de participação nordestina e a área não certificada, de 4.033.128,15 ha, tendo também o Nordeste com maior participação (34%).

<sup>11</sup> O grupo produtor sem área é representado por 3.197 estabelecimentos. Produtor sem área é aquele que exerce atividade no estabelecimento, porém a área não está sujeita à administração do produtor, pertencendo ao estado.

Tabela 5 - Área total estimada orgânica certificada e não certificada (ha e %) por região do Brasil, em 2005

| Região             | Certificados | Participação (%) | Não Certificados | Participação (%) |
|--------------------|--------------|------------------|------------------|------------------|
| Nordeste           | 120.736,55   | 30,81%           | 1.381.487,20     | 34,25%           |
| Sudeste            | 101.506,05   | 25,91%           | 906.793,25       | 22,48%           |
| Sul                | 69.422,70    | 17,72%           | 513.876,45       | 12,74%           |
| Centro-Oeste       | 58.271,40    | 14,87%           | 674.046,05       | 16,71%           |
| Norte              | 41.890,30    | 10,69%           | 556.925,20       | 13,81%           |
| Área total (média) | 391.827,00   |                  | 4.033.128,15     |                  |

Fonte: Realizado pelo autor a partir de dados do Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2011)

A área orgânica total estimada, em mil hectares, por região, encontra-se na Figura 9. Observa-se que o Nordeste tem maior área de produção orgânica, com 1,5 milhões de ha e a região Sul apresenta a menor área orgânica, com 583 mil ha.

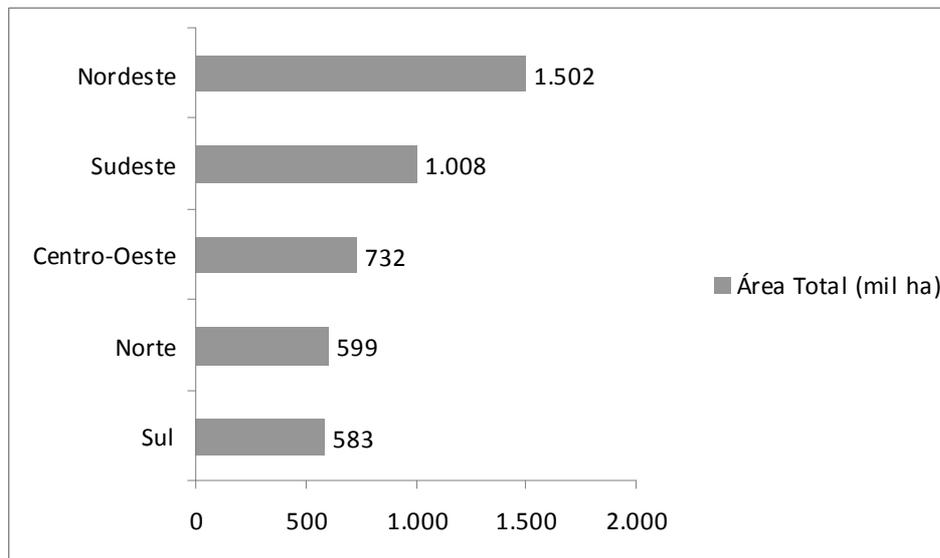


Figura 9 - Área de produção orgânica total estimada (mil ha) por região, Brasil, 2006

Fonte: Realizado pelo autor a partir de dados do Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2011)

A Tabela 6 mostra os estados com maior número relativo de estabelecimentos com uso da Agricultura Orgânica. Observa-se que São Paulo, Paraná e Santa Catarina são os três maiores estados com estabelecimentos orgânicos certificados, com 13,38%, 12,08% e 10,98%, respectivamente, em relação ao total de estabelecimentos. O uso sem certificado é de 97,02% e 95,03%, respectivamente, para a Bahia e Minas Gerais, os quais apresentam maior número de estabelecimentos orgânicos de produção. Juntos estes cinco estados correspondem a, aproximadamente, 80% do total de estabelecimentos com uso da Agricultura Orgânica.

Tabela 6 - Principais estados com maior número de estabelecimentos com uso da Agricultura Orgânica, em percentual, em 2006

| Estados           | Percentual pelo uso da AO |                 | Total de estabelecimentos |
|-------------------|---------------------------|-----------------|---------------------------|
|                   | Com certificado           | Sem certificado |                           |
| São Paulo         | 13,38                     | 86,62           | 3.371                     |
| Paraná            | 12,08                     | 87,92           | 7.527                     |
| Santa Catarina    | 10,98                     | 89,02           | 3.216                     |
| Rio Grande do Sul | 7,76                      | 92,24           | 8.532                     |
| Minas Gerais      | 4,97                      | 95,03           | 12.910                    |
| Ceará             | 3,43                      | 96,57           | 4.865                     |
| Pernambuco        | 3,24                      | 96,76           | 6.425                     |
| Bahia             | 2,98                      | 97,02           | 15.194                    |
| Maranhão          | 2,36                      | 97,64           | 3.256                     |
| Piauí             | 2,13                      | 97,87           | 3.712                     |
| Paraíba           | 1,73                      | 98,27           | 3.362                     |

Fonte: Realizado pelo autor a partir de dados do Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2011)

A área total estimada e o número de estabelecimentos por grupos de atividade econômica estão descritos na Tabela 7. Os estabelecimentos de produtores orgânicos dedicavam-se principalmente à pecuária e à criação de outros animais (42,01%), às lavouras temporárias (33,34%) e às lavouras permanentes (10,56%). Quanto à horticultura/floricultura, 9,83%; a produção florestal soma 3,63% e aos grupos restantes correspondem menos que 1%.

Tabela 7 - Área total estimada (ha), número de estabelecimentos e percentual do uso da AO por grupos de atividade econômica, em 2006

| Grupos de atividade econômica            | Área (ha) total estimada | Uso da AO     | Percentual do uso da AO |
|--|--------------------------|---------------|-------------------------|
| Pecuária e criação de outros animais     | 2.584.461,55             | 38.014        | 42,01                   |
| Lavoura temporária                       | 988.026,05               | 30.168        | 33,34                   |
| Lavoura permanente                       | 431.812,00               | 9.557         | 10,56                   |
| Horticultura e floricultura              | 173.856,95               | 8.900         | 9,83                    |
| Produção florestal - florestas nativas   | 111.748,80               | 1.644         | 1,82                    |
| Produção florestal - florestas plantadas | 107.153,95               | 1.638         | 1,81                    |
| Aquicultura                              | 21.266,15                | 371           | 0,41                    |
| Pesca                                    | 4.807,90                 | 153           | 0,17                    |
| Formas de propagação vegetal             | 1.821,80                 | 52            | 0,06                    |
| <b>Total</b>                             | <b>4.424.955,15</b>      | <b>90.497</b> |                         |

Fonte: Realizado pelo autor a partir de dados do Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2011)

Na Tabela 8 verifica-se o número de estabelecimentos por atividade econômica nos principais estados brasileiros. Com base nas atividades orgânicas, em estabelecimentos, Minas Gerais se especializou mais em pecuária (7.055), lavoura permanente (1.257) e horticultura e floricultura (1.208); a Bahia em pecuária (5.697) e nas lavouras temporária (5.385) e permanente (2.450); o Rio Grande do Sul em pecuária (4.338) e horticultura e floricultura (1.089); o Paraná (3.188) e Pernambuco (1.944) em pecuária; o Ceará em lavoura temporária (2.480) e pecuária (1.670); Santa Catarina em pecuária (1.535) e São Paulo em pecuária (1.372) e horticultura e floricultura (962).

Tabela 8 - Número de estabelecimentos por atividade econômica nos principais estados, Brasil, 2006

| Estado | Pecuária | Estado | Lavoura temporária | Estado | Lavoura permanente | Estado | Horticultura e floricultura |
|--------|----------|--------|--------------------|--------|--------------------|--------|-----------------------------|
| MG     | 7.055    | BA     | 5.385              | BA     | 2.450              | PR     | 1.300                       |
| BA     | 5.697    | PE     | 3.191              | MG     | 1.257              | MG     | 1.208                       |
| RS     | 4.338    | MG     | 2.798              | ES     | 658                | RS     | 1.089                       |
| PR     | 3.188    | CE     | 2.480              | RN     | 539                | SP     | 962                         |
| PE     | 1.944    | RS     | 2.340              | PE     | 533                | BA     | 933                         |
| CE     | 1.670    | PR     | 2.243              | SP     | 489                | PE     | 636                         |
| SC     | 1.535    | MA     | 1.809              | PR     | 483                | SC     | 524                         |
| SP     | 1.372    | PI     | 1.677              | RS     | 462                | PB     | 320                         |
| PB     | 1.340    | PB     | 1.261              | PB     | 371                | RJ     | 254                         |
| PI     | 1.326    | AL     | 1.160              | CE     | 366                | GO     | 198                         |
| GO     | 1.149    | PA     | 1.087              | PI     | 346                | CE     | 193                         |
| MT     | 1.077    | SC     | 881                | PA     | 312                | MA     | 161                         |

Fonte: Realizado pelo autor a partir de dados do Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2011)

A Tabela 9 mostra a área total estimada para as principais atividades econômicas nos estados brasileiros. Destaca-se a atividade pecuária como a de maior área em sistema orgânico, certificado ou não certificado, com aproximadamente 2,5 milhões de hectares; em segundo vem a lavoura temporária com quase um milhão de ha; em terceiro a lavoura permanente (431.812 ha); por último a horticultura e floricultura (173.857 ha). As maiores áreas por atividade e respectivos estados são: pecuária (Minas Gerais, Bahia, Mato Grosso e Rio Grande do Sul), lavoura temporária (Minas Gerais, Bahia, Maranhão e Rio grande do Sul), lavoura permanente (Bahia, Minas Gerais, Pará e Espírito Santo) e horticultura e floricultura (Minas Gerais, Bahia, São Paulo e Rio Grande do Sul).

Tabela 9 - Área total estimada (ha) das principais atividades econômicas nos estados brasileiros, em 2006

| Estado | Pecuária   | Estado | Lavoura temporária | Estado | Lavoura permanente | Estado | Horticultura e floricultura |
|--------|------------|--------|--------------------|--------|--------------------|--------|-----------------------------|
| MG     | 515.853,65 | MG     | 155.520            | BA     | 116.390,05         | MG     | 22.809,85                   |
| BA     | 318.758,80 | BA     | 139.839            | MG     | 47.393,30          | BA     | 16.662,60                   |
| MT     | 226.528,00 | MA     | 72.595             | PA     | 30.318,95          | SP     | 15.697,80                   |
| RS     | 204.707,00 | RS     | 71.098             | ES     | 27.680,55          | RS     | 12.928,10                   |
| GO     | 199.389,65 | PI     | 61.069             | PI     | 26.446,75          | MT     | 11.966,45                   |
| TO     | 142.542,25 | PR     | 52.423             | CE     | 25.998,85          | TO     | 11.283,95                   |
| MS     | 114.917,85 | CE     | 50.137             | RN     | 23.795,45          | PR     | 10.627,35                   |
| MA     | 89.847,65  | MT     | 43.385             | SP     | 21.556,95          | GO     | 9.660,40                    |
| PI     | 89.101,40  | PA     | 43.059             | PR     | 15.655,70          | SC     | 9.629,70                    |
| PR     | 83.098,95  | TO     | 42.195             | AM     | 13.924,75          | AM     | 9.174,15                    |
| PA     | 81.242,90  | PE     | 37.978             | MA     | 13.231,75          | PB     | 8.337,75                    |
| CE     | 79.117,45  | AM     | 32.162             | RO     | 12.151,05          | PE     | 6.440,55                    |
| PB     | 60.759,55  | GO     | 31.144             | MT     | 11.607,15          | RJ     | 4.383,60                    |
| SP     | 57.831,60  | SP     | 27.115             | PE     | 9.023,70           | PI     | 4.257,65                    |
| SC     | 49.748,10  | SC     | 26.704             | PB     | 9.015,15           | MS     | 3.581,35                    |
| RO     | 48.010,45  | RN     | 17.835             | RS     | 7.937,10           | MA     | 3.253,40                    |
| PB     | 45.387,65  | PB     | 16.917             | RJ     | 3.946,35           | ES     | 2.949,65                    |
| RN     | 34.120,85  | MS     | 15.736             | SC     | 3.857,65           | RO     | 2.711,20                    |
| RJ     | 32.771,30  | AL     | 13.595             | GO     | 2.498,75           | DF     | 1.943,00                    |
| ES     | 25.505,70  | AC     | 12.854             | AC     | 2.448,50           | AL     | 1.557,95                    |
| AL     | 24.029,85  | RO     | 8.670              | MS     | 1.620,50           | CE     | 1.497,30                    |
| AM     | 16.232,60  | RJ     | 4.610              | SE     | 1.503,35           | PB     | 1.250,20                    |
| RR     | 16.152,50  | ES     | 4.093              | AL     | 1.384,50           | AC     | 634,35                      |
| SE     | 13.941,90  | SE     | 2.695              | TO     | 1.326,15           | RN     | 354,25                      |
| DF     | 6.127,50   | DF     | 2.138              | RR     | 638,50             | SE     | 243,65                      |
| AC     | 6.011,25   | RR     | 1.836              | AP     | 241,05             | AP     | 15,75                       |
| AP     | 2.725,20   | AP     | 625                | DF     | 219,50             | RR     | 5,00                        |
| Total  | 2.584.462  | Total  | 988.026            | Total  | 431.812            | Total  | 173.857                     |

Fonte: Realizado pelo autor a partir de dados do Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2011)

Os números de estabelecimentos que recebem orientação técnica estão na Tabela 10. Dos estabelecimentos orgânicos, 68.044 (75,19%) não receberam orientação técnica, enquanto 13.145 (14,53%) a receberam ocasionalmente e 9.308 (10,29%) a receberam regularmente. Apesar da maioria não receber orientação técnica, já se utilizava da Agricultura Orgânica.

Tabela 10 - Número de estabelecimentos orgânicos que recebem orientação técnica, Brasil, 2006

| Orientação técnica | Uso da AO | Percentual |
|--------------------|-----------|------------|
| Ocasionalmente     | 13.145    | 14,53%     |
| Regularmente       | 9.308     | 10,29%     |
| Não recebeu        | 68.044    | 75,19%     |
| Total              | 90.497    |            |

Fonte: Realizado pelo autor a partir de dados do Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2011)

A Figura 10 traz o percentual de estabelecimentos que fazem controle fitossanitário, uma das técnicas mais importantes na Agricultura Orgânica. O Censo identificou que quase 75% não o fizeram, correspondendo a 67.501 estabelecimentos, enquanto um pouco mais de 25% o fizeram.

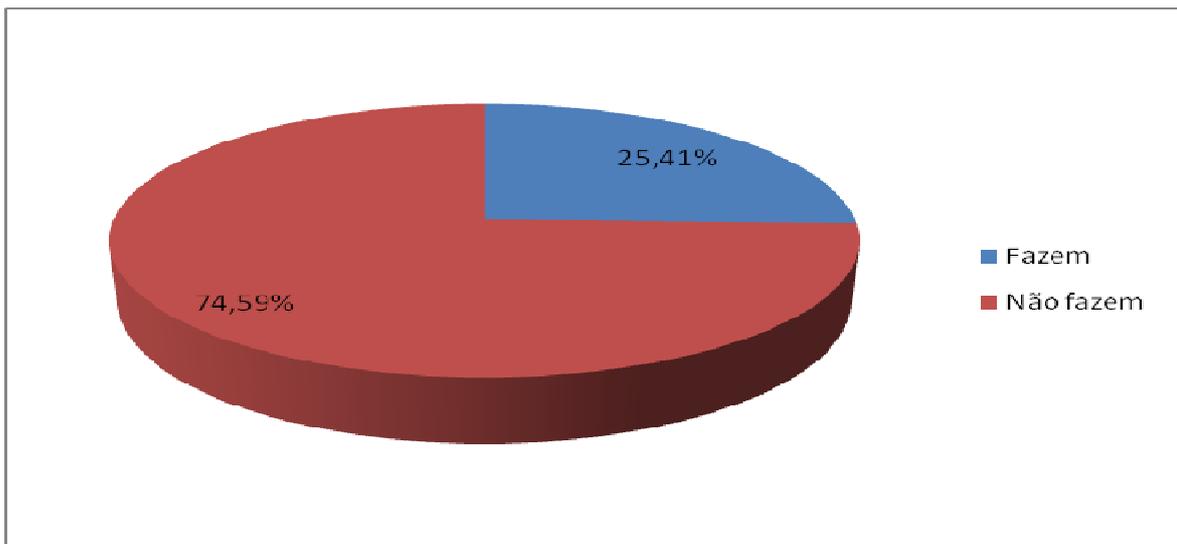


Figura 10 - Número de estabelecimentos orgânicos que fazem controle fitossanitário, Brasil, em 2006

Fonte: Realizado pelo autor a partir de dados do Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2011)

Quanto à participação de estabelecimentos por condição do produtor (Figura 11), 77,29% correspondem à condição de proprietário; 8,61% de ocupante; assentado, arrendatário e parceiro somam 10,56% e produtor sem área 3,53%.

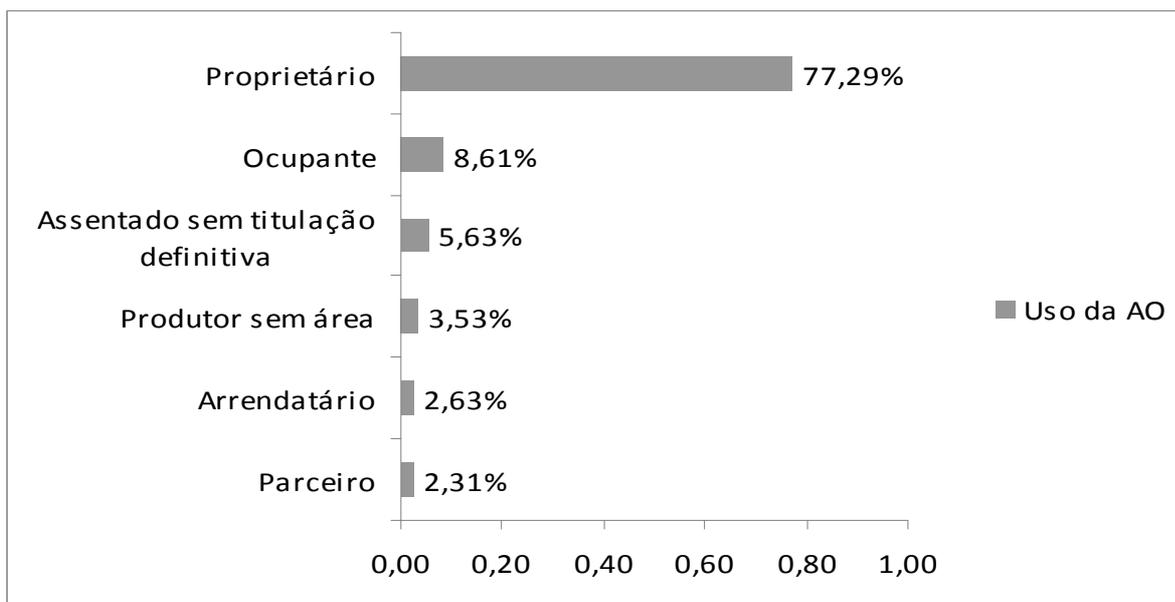


Figura 11 - Participação dos estabelecimentos orgânicos, por condição do produtor, Brasil, em 2006

Fonte: Realizado pelo autor a partir de dados do Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2011)

Ainda não é possível realizar uma comparação evolutiva sobre o nível de produção orgânica no Brasil, pois apenas foi realizado o Censo Agropecuário 2006 sobre o Uso da Agricultura Orgânica. Contudo, a nível mundial, foi possível identificar o desenvolvimento da produção orgânica ao longo do tempo, assim como identificar os principais países que utilizam este sistema de produção com o uso de técnicas distintas das utilizadas no sistema convencional. Uma das culturas que tem chamado a atenção nesse novo contexto de produção é o café, cuja importância será detalhada no próximo capítulo desta tese.

### 3 A IMPORTÂNCIA DA CAFEICULTURA

#### 3.1 Origem e sua história

Planta da família das Rubiáceas, o café tem sua origem nas regiões montanhosas africanas da Abissínia, ou na região de Kaffa e Enária, que hoje compreendem o Sudoeste da Etiópia, Sudeste do Sudão e Norte do Quênia (CARVALHO, 2008).

O café começou a ser difundido no mundo pelos holandeses, que o levaram para a Europa, onde passou a ser consumido inicialmente como remédio para vários males. Só a partir do século XVII tornou a ser adotado como bebida (ABIC, 2011).

Segundo Larousse (1995), o café sofreu forte pressão de cristãos fanáticos na Itália, os quais o consideravam uma invenção amaldiçoada e incitaram o Papa Clemente VIII a condenar o consumo da bebida, tida como invenção de Satanás. Ao provar o café, porém, o Papa declarou: “Esta bebida é tão deliciosa que seria um pecado deixá-la somente para os infiéis. Vençamos Satanás, dando-lhe nossa bênção e tornando-a verdadeiramente cristã”. Em decorrência dessa bênção papal, os cafés se proliferaram por Veneza e Gênova e, no fim do século XVII, eram encontrados em todo o país.

O café chegou ao Brasil em 1727, conforme Moreira (2007). Entrou no país pelo estado do Pará, trazido da Guiana Francesa. Inicialmente plantado em Belém do Pará, o café adaptou-se ao solo, mesmo não tendo um clima tão propício à sua cultura, tanto que em 1731 já era cultivado em extensas áreas nos arredores da capital.

Por volta de 1732, foi instalada, em Nova Iorque, a primeira bolsa de café, e o produto passou a ser comercializado no mercado mundial como uma *commodity*.

Deslocando-se para o Nordeste, o cultivo do café passou pelo Maranhão, Ceará, Pernambuco e Bahia, até chegar, em 1773, ao Rio de Janeiro (OLIVEIRA; MALUF, 2007). Prolongou-se pela Serra do Mar, alcançando, em 1825, o Vale do Paraíba, daí chegando aos estados de São Paulo e Minas Gerais, onde encontrou melhores condições para o seu desenvolvimento. Devido ao clima e às terras férteis da região, o Brasil se tornou o maior produtor mundial de café no final do século XIX.

Ultrapassando o algodão e o açúcar, por volta de 1830, o café transformara-se no principal produto de exportação e, em 1845, o Brasil já era responsável por 45% das exportações mundiais do produto, e os estados Unidos consumiam mais de 50% de nossa produção, conforme relataram Ormond, Paula e Faveret Filho (1999).

Os primeiros cafezais brasileiros foram, portanto, descendentes de uma única espécie, *Coffea arabica* ‘cv. Arábica’, café também conhecido por *Typica*, segundo Carvalho (2007).

Aos poucos, os cafezais de São Paulo e de outras regiões do Brasil foram se diversificando, e em 1852, o Brasil passou a produzir o café bourbon vermelho (*C. arabica* ‘cv. Bourbon Vermelho’); depois, em 1896, foi introduzido o café Sumatra, só que com produção não satisfatória, segundo Krug et al. (1939, apud CARVALHO, 2007).

Após a independência, o café foi o fator de desenvolvimento e modernização do país, pois para escoar sua produção, foram construídas estradas de ferro, abertos novos portos, o número de bancos foi ampliado e o comércio tornou-se mais ágil.

Em função do excesso de produção, foi celebrado em 1906 o *Acordo de Taubaté*, que proibia novos plantios de café no estado de São Paulo. No mesmo ano, a produção brasileira superava o patamar de 22 milhões de sacas.

Segundo Vian, Votta e Pitelli (2006), com a quebra da Bolsa de Nova Iorque, o país passou por uma crise em 1929, ocorrendo uma desestabilização no mercado interno. Como consequência, os preços despencaram e na década de 30 houve a derroca da lavoura e a queima de 80 milhões de sacas.

Pela relevância nas exportações brasileiras de café, em 1931, foi criado o Conselho Nacional do Café-CNC, que em 1933, foi substituído pelo Departamento Nacional de Café-DNC, autarquia federal subordinada ao Ministério da Fazenda, que controlou o setor até 1946, quando foi extinto. Formado principalmente por cafeicultores, em 1952, foi criado o Instituto Brasileiro do Café-IBC, que definiu as diretrizes da política cafeeira até 1989.

Em 1962, foi instituído o primeiro Acordo Internacional do Café-AIC, no âmbito da Organização Internacional do Café-OIC, contando com 42 países exportadores e 25 países consumidores. A partir de então, o mercado mundial passou a ser sistematicamente, com breves períodos de interrupção, objeto de uma política de sustentação de preços, que se manteve até julho de 1989.

Fundada em 12 de março de 1973, a Associação Brasileira da Indústria de Café-ABIC representa as indústrias de torrefação e moagem de café de todo o país. Criada por decisão de representantes dos Sindicatos das Indústrias de Café de diversos estados que viram na criação de uma entidade nacional a melhor forma de negociar com o governo o estabelecimento de políticas de real interesse do setor, a ABIC nasceu com a incumbência de iniciar um trabalho que interrompesse a queda vertiginosa do consumo de café ocorrida entre as décadas de 70 e 80 (ABIC, 2011).

O Fundo de Defesa da Economia Cafeeira-Funcafé foi criado em 1986, gerido pelo Ministério da Indústria e do Comércio, com auxílio do Conselho Nacional de Política Cafeeira, destinando-se ao financiamento, modernização, incentivo à produtividade da

cafeicultura, da indústria do café e da exportação; ao desenvolvimento de pesquisas, dos meios e vias de transportes, dos portos, da defesa do preço e do mercado, interno e externo, bem como das condições de vida do trabalhador rural.

O Conselho Deliberativo da Política do Café-CDPC, vinculado ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento foi criado, em 1996, pelo Governo Federal para dirigir a política cafeeira no País após a extinção do IBC. Compete ao CDPC (BRASIL, 2003):

- I. Aprovar plano de safra para o setor, compreendendo o programa de produção da exportação de café verde, solúvel, torrado e moído;
- II. Autorizar a realização de programas e projetos de pesquisa agrônômica, mercadológica e de estimativa de safra do café;
- III. Aprovar, anualmente, a proposta orçamentária referente aos recursos do Funcafé;
- IV. Regulamentar ações que visam à manutenção do equilíbrio entre a oferta e a demanda do café para exportação e consumo interno;
- V. Estabelecer cooperação técnica e financeira, nacional e internacional, com organismos oficiais ou privados no campo da cafeicultura;
- VI. Aprovar políticas de estocagem e de administração dos armazéns de café; e
- VII. Propor ao Conselho Monetário Nacional o valor da quota de contribuição<sup>12</sup> de que trata o Decreto-Lei no 2.295, de 1986, e a aprovação de agente financeiro<sup>13</sup> para atuar nas operações de financiamento de que trata o Decreto no 94.874, de 15 de setembro de 1987.

Sob a gestão do CDPC e sob coordenação da Embrapa, também em 1996 foi criado o Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, em parceria com as instituições componentes do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária-SNPA, institutos e universidades brasileiras e a iniciativa privada do agronegócio do café. Contemplando toda a cadeia produtiva, desenvolvendo pesquisa científica e tecnológica; estudos socioeconômicos; a difusão de tecnologia e de informações e o acompanhamento da economia cafeeira brasileira e mundial, foi estabelecido o Programa de Pesquisa em Café. Para coordenação e execução deste programa foi criado, em 1999, o Serviço de Apoio ao Programa Café-SAPC, unidade descentralizada da Embrapa, denominada Embrapa Café.

Em 1999 foi instituído o Conselho dos Exportadores de Café do Brasil-CECAFÉ, sociedade civil de âmbito nacional, tendo como um dos objetivos: congregar e representar as

---

<sup>12</sup> A quota de contribuição será fixada pelo valor em dólar, ou o equivalente em outras moedas, por saca de 60 quilos e poderá ser distinta em função da qualidade do café exportado, inclusive o solúvel, de acordo com os respectivos preços internacionais.

<sup>13</sup> O agente financeiro exclusivo para essas operações é o Banco do Brasil S.A.

empresas que exportam café e suas entidades de classe, com vistas a promover e aprimorar o desenvolvimento do setor de exportação de café do Brasil, bem como assegurar aos seus associados justa e adequada margem de rentabilidade.

Em 2001, foi criado o Centro de Análises e Pesquisa Tecnológica do Agronegócio do Café “Alcides Carvalho”, do Instituto Agrônomo de Campinas-IAC, com atividades de pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologia para o café. O IAC trabalha com o café desde 1887, quando foi criado pelo Imperador D. Pedro II, a pedido do setor cafeeiro, como a Estação Agronômica de Campinas.

Fundada em 2005, a Associação Campeonato Brasileiro de Baristas-ACBB é uma associação sem fins lucrativos que congrega pessoas físicas e jurídicas atuantes no mercado interno de cafés especiais<sup>14</sup>, buscando promover e participar de eventos relacionados com a promoção dos cafés especiais no País.

### **3.2 Características inerentes à cafeicultura**

Sendo uma cultura perene, o café é explorado por longo período de tempo, geralmente de pelo menos 25 anos. O cafeeiro começa a produzir plenamente cinco anos depois de ter sido plantado, produzindo em média 2,5 kg de frutos por ano, os quais renderão 0,5 kg de café verde (grãos), correspondendo por volta de 0,4 kg de café torrado. Conforme a variedade da planta, clima, altitude e processamento do grão é que a qualidade e sabor do café serão caracterizados (REVISTA CAFEICULTURA, 2010).

Com relação ao clima, o café arábica se adapta muito bem a temperaturas médias anuais entre 19 e 22°C e índices pluviométricos entre 1.500 a 1.900 mm. O cafeeiro não tolera altas temperaturas (acima dos 34°C) na época do florescimento (setembro/outubro), as quais podem levar ao abortamento dos botões florais, além de poder reduzir o estímulo ao crescimento dos frutos; podem favorecer a proliferação de pragas e aumentar os riscos de infecções, que por sua vez, podem comprometer a qualidade da bebida. O cafeeiro também não tolera temperaturas abaixo dos 2°C, podendo levar à morte das plantas (geada) e temperaturas abaixo de 10°C, que inibem o crescimento da planta. O uso de irrigação se faz

---

<sup>14</sup> O conceito de cafés especiais está intimamente ligado ao prazer proporcionado pela bebida. Destacam-se por algum atributo específico associado ao produto, ao processo de produção ou ao serviço a ele associado. Diferenciam-se por características, como qualidade superior da bebida, aspecto dos grãos, forma de colheita, tipo de preparo, história, origem dos plantios, variedades raras e quantidades limitadas, entre outras. Podem também incluir parâmetros de diferenciação que se relacionam à sustentabilidade econômica, ambiental e social da produção, de modo a promover maior equidade entre os elos da cadeia produtiva. Mudanças no processo industrial também levam à diferenciação, com adição de substâncias, como os aromatizados, ou com sua subtração, como os descafeínados. A rastreabilidade e a incorporação de serviços também são fatores de diferenciação e, portanto, de agregação de valor (PENSA, 2001, p. 69).

necessário em regiões com índices de chuva abaixo dos 1.500 mm anuais (RICCI; NEVES, 2006; CAFÉ POINT, 2011).

O café robusta tem maior resistência às altas temperaturas e doenças, adaptando-se bem a regiões com temperatura média anual entre 22 e 26°C. Apresenta reação positiva ao período de seca de até três meses. O volume de chuva ideal para o desenvolvimento da cultura é o mesmo do café arábica (RICCI; NEVES, 2006).

O café pode ser colhido de forma seletiva ou por meio da derrixa (no pano ou no chão). Na derrixa são encontrados frutos de diferentes características, com relação ao amadurecimento, cor, estado de seca na árvore, peso e umidade. São eles: verde, cereja, passa, seco e coquinho. Na colheita seletiva são colhidos apenas os frutos maduros (cereja). A colheita pode ser mecânica ou manual; no entanto, a colheita mecânica dependerá da declividade do terreno e a manual dependerá da disponibilidade de mão-de-obra.

De acordo com Souza, Saes e Otani (2002), o café apresenta tipos especiais sendo: gourmet, de origem, orgânico e *fair trade*. Uma análise comparativa do segmento de cafés especiais, através do monitoramento da qualidade, é descrita no Quadro 4.

| Tipo                   | Atributos de Qualidade  | Dificuldade p/ Identificar Qualidade | Monitoramento  | Rastreabilidade                  |
|------------------------|---|--------------------------------------|--|----------------------------------|
| Café Gourmet           | Cafés mole/ estritamente mole, tipo 3                                     | Média (bens de experiência)          | Classificação e Prova de xícara                                      | Preferível, mas não necessária   |
| Selo de Origem         | Combinação de atributos de origem e qualidade                             | Alta (bens de crença)                | Certificado que garante a origem                                     | Sistema perfeitamente rastreável |
| Café Orgânico          | Atributos ambientais; Ausência de agrotóxicos e de fertilizantes solúveis | Alta (bens de crença)                | Agentes externos Certificadoras Garantia de que o produto é orgânico | Sistema perfeitamente rastreável |
| Café <i>fair trade</i> | Atributos sociais; Pequenos produtores                                    | Alta (bens de crença)                | Agentes externos Certificadoras                                      | Sistema perfeitamente rastreável |

Quadro 4 - Análise comparativa do segmento de cafés especiais

Fonte: Otani, Saes e Souza (2002)

A seguir será apresentado um panorama da cafeicultura mundial e nacional.

### 3.3 Visão panorâmica da cafeicultura mundial

Observa-se na Tabela 11 que o Brasil é o maior produtor de café do mundo, com aproximadamente 376 milhões de sacas em oito anos de produção. O Vietnã vem logo em

seguida, com cerca de 155 milhões de sacas. Entre os países produtores, o Brasil, o Vietnã e a Colômbia são responsáveis por 55% da produção mundial de café, em relação ao volume total produzido durante o período.

Tabela 11 - Produção total (em milhões de sacas) de café dos países exportadores entre 2002 e 2009

| Países     | 2002    | 2003    | 2004    | 2005    | 2006    | 2007    | 2008    | 2009    | Total /país | %  |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------|----|
| Brasil     | 48.480  | 28.820  | 39.272  | 32.944  | 42.512  | 36.070  | 45.992  | 39.470  | 376.235     | 33 |
| Vietnã     | 11.574  | 15.337  | 14.370  | 13.842  | 19.340  | 16.467  | 18.500  | 18.000  | 155.364     | 13 |
| Colômbia   | 11.735  | 11.230  | 11.573  | 12.564  | 12.541  | 12.504  | 8.664   | 8.500   | 111.673     | 9  |
| Indonésia  | 6.731   | 6.404   | 7.536   | 9.159   | 7.483   | 7.777   | 9.612   | 11.380  | 79.902      | 7  |
| Índia      | 4.588   | 4.508   | 4.592   | 4.396   | 5.158   | 4.460   | 4.371   | 4.827   | 46.930      | 4  |
| México     | 4.351   | 4.201   | 3.867   | 4.225   | 4.200   | 4.150   | 4.651   | 4.200   | 43.098      | 4  |
| Etiópia    | 3.693   | 3.874   | 4.568   | 4.003   | 4.636   | 4.906   | 4.350   | 4.500   | 41.054      | 4  |
| Guatemala  | 4.070   | 3.610   | 3.703   | 3.676   | 3.950   | 4.100   | 3.785   | 3.500   | 39.003      | 3  |
| Peru       | 3.000   | 2.686   | 3.425   | 2.489   | 4.319   | 3.063   | 3.872   | 3.315   | 31.674      | 3  |
| Honduras   | 2.496   | 2.968   | 2.575   | 3.204   | 3.461   | 3.842   | 3.450   | 3.527   | 31.226      | 3  |
| Outros     | 21.907  | 21.151  | 20.581  | 20.773  | 21.658  | 21.938  | 21.131  | 18.675  | 167.814     | 18 |
| Total /ano | 122.625 | 104.789 | 116.062 | 111.275 | 129.258 | 119.277 | 128.378 | 119.894 | 951.558     |    |

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da OIC (2010)

A Figura 12 mostra as oscilações dos volumes de café exportados e os percentuais exportados pelos principais países exportadores. Em 2002, o Brasil exportou 72% de sua produção, enquanto Vietnã, Colômbia e Indonésia exportaram 96%, 88% e 74%, respectivamente. Nesse ano, o Brasil teve produção recorde, chegando a 48.480 milhões de sacas, devido às boas condições climáticas.

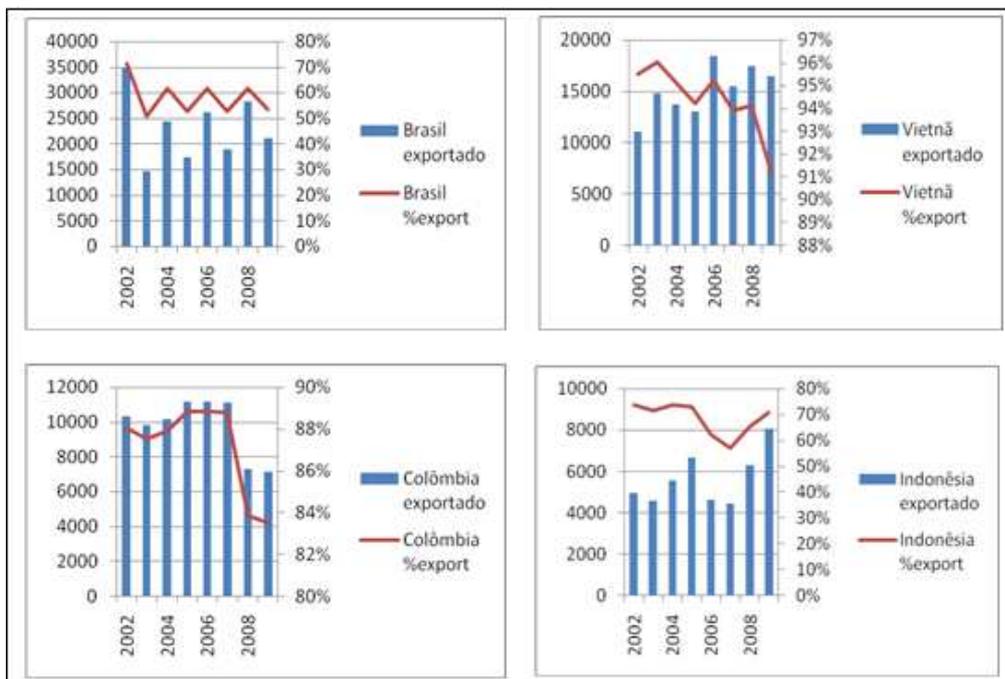


Figura 12 - Oscilação das exportações de café (em milhões de sacas) e percentual da produção exportada pelos principais exportadores, entre 2002 e 2009

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da OIC (2010)

A participação dos principais exportadores no volume total exportado no ano de 2009 pode ser verificada na Figura 13. Vietnã, Colômbia e Indonésia responderam por 20%, 20% e 10%, respectivamente, das exportações mundiais. O Brasil respondeu por, aproximadamente, 25%.

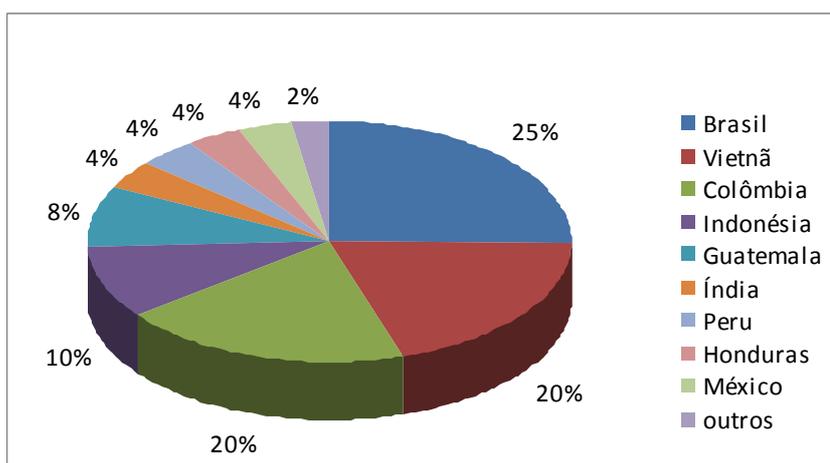


Figura 13 - Participação dos principais países exportadores na produção de café exportado, em 2009

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da OIC (2010)

Na Figura 14 observa-se o volume mundial total importado de café entre 2004 e 2009, destacando-se apenas sete países: EUA, Alemanha, Itália, Japão, França, Bélgica e Espanha. Os EUA lideram as importações, à frente da Alemanha, sendo interessante observar que o

volume importado dos outros países importadores de café mantém quase o mesmo nível de sacas em 2004, 2008 e 2009.

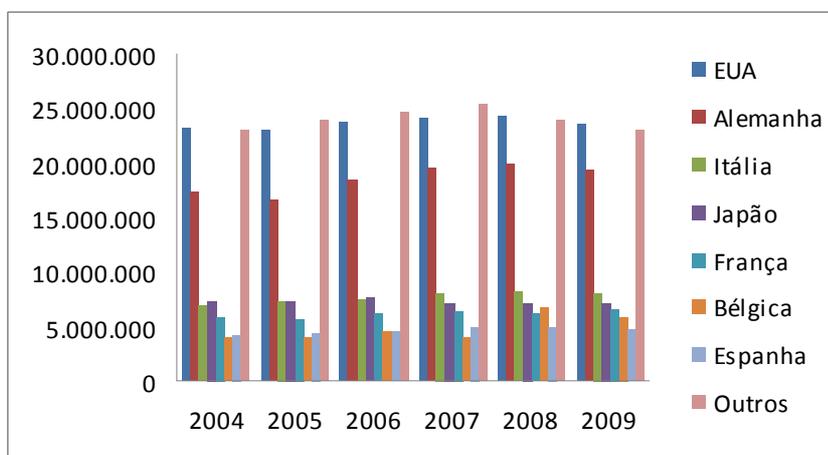


Figura 14 - Volume mundial total importado de café entre 2004 e 2009

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da OIC (2010)

Em relação à participação nas importações, destacam-se os EUA, com 24% do volume mundial importado em 2009, a Alemanha com 20% e os outros países que somam 23%. Isso mostra a relevância dos EUA, líder nas importações de café (Figura 15).

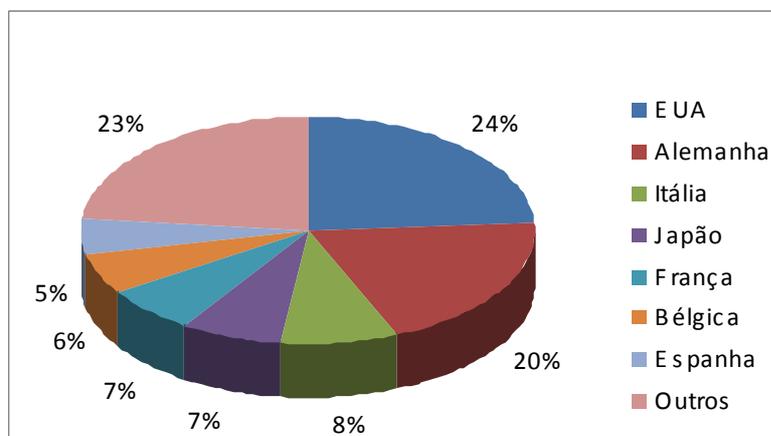


Figura 15 - Participação no volume mundial de café importado em 2009 pelos países importadores

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da OIC (2010)

### 3.4 Visão panorâmica da cafeicultura nacional

O consumo interno de café no Brasil, em milhões de sacas, está apresentado na Tabela 12. O consumo interno cresceu 133% em 20 anos, devido ao crescente consumo durante o período, excetuando-se 2003, quando houve queda. O crescimento médio, em relação ao período anterior, foi de 4% ao ano, o que equivale ao dobro da taxa de consumo mundial de

café. Este resultado favorável resulta do Programa Permanente de Controle da Pureza do Café, mantido pela ABIC desde 1989.

Tabela 12 - Consumo interno de café no Brasil, em milhões de sacas, 1990 a 2002

| Ano                                      | Consumo | Ano  | Consumo |
|--|---------|------|---------|
| 1990                                     | 8,2     | 2001 | 13,6    |
| 1991                                     | 8,5     | 2002 | 14,0    |
| 1992                                     | 8,9     | 2003 | 13,7    |
| 1993                                     | 9,1     | 2004 | 14,9    |
| 1994                                     | 9,3     | 2005 | 15,5    |
| 1995                                     | 10,1    | 2006 | 16,3    |
| 1996                                     | 11,0    | 2007 | 17,1    |
| 1997                                     | 11,5    | 2008 | 17,7    |
| 1998                                     | 12,2    | 2009 | 18,4    |
| 1999                                     | 12,7    | 2010 | 19,1    |
| 2000                                     | 13,2    |      |         |
| Variação do Consumo<br>entre 1990 e 2010 |         |      | 133%    |

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da ABIC (2011)

Na Figura 16, estão os principais estados brasileiros produtores de café entre 2000 e 2009 (as medidas de área e produção apresentadas na figura possuem escala idêntica). Verifica-se que Minas Gerais, em média, é o estado com maior área plantada (1.055.000 ha) e quantidade produzida (1.270.000 t), onde ocorreram as maiores oscilações. O estado do Espírito Santo teve uma evolução crescente na produção, sem oscilações, a partir de 2003, chegando a 600 mil toneladas de café em 350 mil ha. Com média de 217 mil hectares de área plantada durante o período analisado, São Paulo obteve produção de 265 mil toneladas de café.

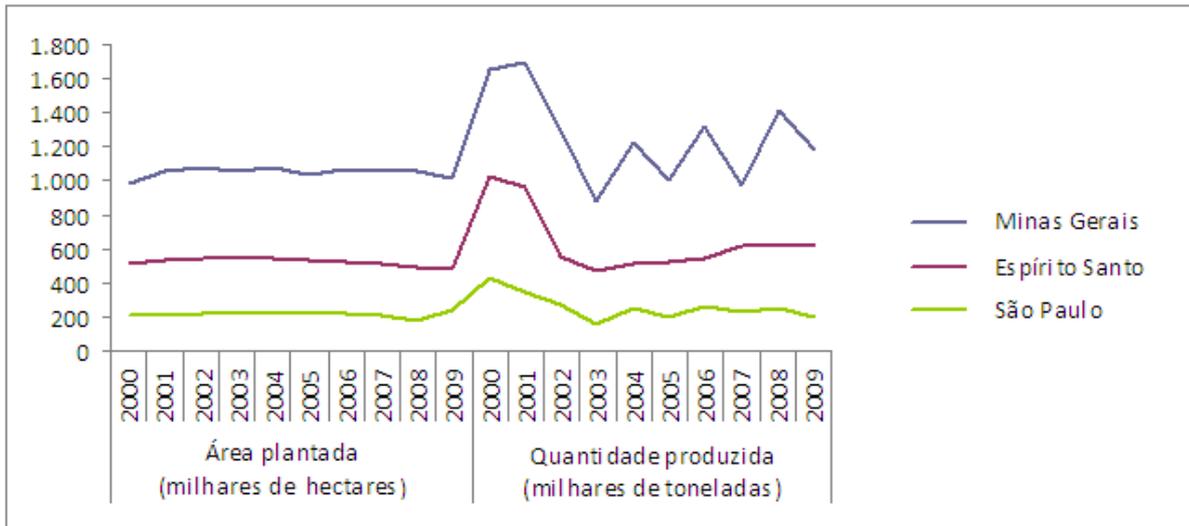


Figura 16 - Área plantada e produção de café dos principais estados produtores, 2000 a 2009  
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da Produção Agrícola Municipal (IBGE, 2011)

A participação na quantidade produzida de café nas regiões do Brasil em 2008 e 2009 encontra-se na Figura 18. Em 2008 e 2009 observa-se a liderança na participação na produção de café da região Sudeste, com 82% e 83%, respectivamente. A região Nordeste se encontra em segundo lugar, com aumento nas participações de 6% para 7% durante o período; no entanto, a região Sul observou queda, passando de 6% em 2008 para 4% em 2009. Nas regiões Norte e Centro-Oeste não houve alterações, permanecendo com 5% e 1%, respectivamente.

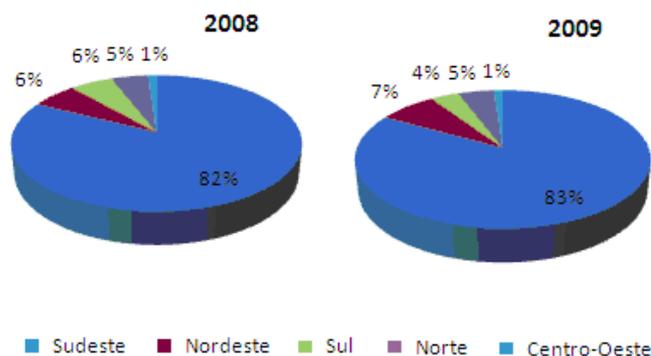


Figura 17 - Participação na quantidade produzida de café nas regiões do Brasil em 2008 e 2009

Fonte: Realizado pelo autor a partir dos dados do IBGE- Produção Agrícola Municipal

A Tabela 13 apresenta a produtividade (sacas/ha) de café dos estados produtores entre 2006-2009. A produtividade de café por hectare em Goiás é a maior, com média de 38 sacas; o Paraná vem em seguida, junto com Mato Grosso do Sul, com aproximadamente 20 sacas durante o período. Minas Gerais, Espírito Santo e São Paulo, os principais estados produtores,

analisados anteriormente, apresentaram média de 19 sacas/ha. Em relação aos estados de Rondônia, Pernambuco, Mato Grosso e Ceará, identificaram-se os mais baixos índices de produtividade.

Tabela 13 - Produtividade (sacas/ha) de café dos estados produtores brasileiros entre 2006-2009

| Estados            | Produtividade (sacas/ha) |       |       |       |       |
|--------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                    | 2006                     | 2007  | 2008  | 2009  | Média |
| Goiás              | 39,21                    | 39,21 | 37,95 | 35,74 | 38,03 |
| Paraná             | 22,45                    | 16,67 | 27,02 | 17,43 | 20,89 |
| Mato Grosso do Sul | 22,57                    | 22,45 | 22,64 | 12,97 | 20,16 |
| Espírito Santo     | 17,17                    | 19,88 | 20,76 | 21,09 | 19,72 |
| Rio de Janeiro     | 19,31                    | 20,16 | 19,64 | 19,02 | 19,53 |
| Minas Gerais       | 20,56                    | 15,52 | 22,18 | 19,70 | 19,49 |
| São Paulo          | 19,67                    | 18,80 | 22,86 | 13,88 | 18,80 |
| Bahia              | 16,25                    | 15,52 | 16,62 | 19,01 | 16,85 |
| Distrito Federal   | 16,10                    | 15,16 | 17,00 | 16,30 | 16,14 |
| Pará               | 12,47                    | 16,07 | 15,19 | 17,12 | 15,21 |
| Amazonas           | 17,57                    | 7,12  | 16,69 | 16,71 | 14,52 |
| Acre               | 7,02                     | 9,88  | 18,19 | 17,92 | 13,25 |
| Rondônia           | 7,61                     | 9,20  | 11,56 | 10,02 | 9,60  |
| Pernambuco         | 9,34                     | 7,45  | 8,76  | 7,88  | 8,36  |
| Mato Grosso        | 8,97                     | 10,09 | 6,58  | 5,31  | 7,74  |
| Ceará              | 7,48                     | 7,44  | 7,82  | 7,37  | 7,53  |

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do IBGE- Produção Agrícola Municipal

Segundo o IBGE (2011), através da Pesquisa de Orçamentos Familiares-POF 2008-2009, o café é o líder em consumo *per capita* diário, sendo que cada pessoa bebe 215,1 gramas diariamente. O consumo de café está à frente ao do feijão (2ª posição com 182,9 g) e do arroz (3ª posição com 160,3 g).

A oscilação de preço médio anual do café arábica está ilustrada na Figura 18. Observa-se um crescente aumento nos preços em 13 anos. Durante o período, o menor preço ocorreu em 2001, sendo de R\$ 118,09, e o maior ocorreu dez anos depois, e atingiu à vista R\$ 494,44<sup>15</sup>. De qualquer forma, a partir da linha de tendência, o preço da saca de café para o ano de 2012 seria de R\$ 382,90.

<sup>15</sup> O preço recorde foi de R\$ 555,19 a saca em março de 2011.

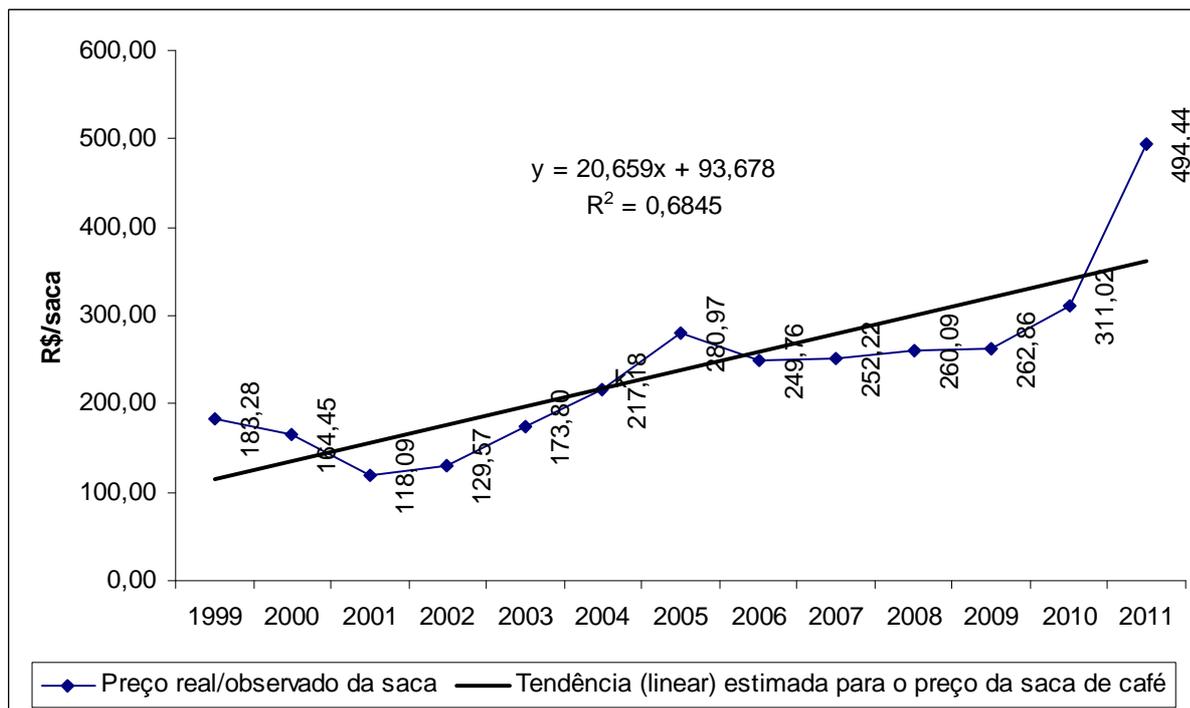


Figura 18 - Preço (R\$/saca) médio anual do café arábica até agosto de 2011

Fonte: CEPEA (2011)

Diante do exposto nesta seção, a partir da caracterização do comportamento da produção do café e de seu desenvolvimento no mundo, confirmou-se sua relevância para o Brasil, incluindo o segmento de café orgânico que será detalhado nas próximas seções.

### 3.5 Cafeicultura Orgânica

#### 3.5.1 Definição e Características

O café em sistema orgânico de produção é cultivado de maneira a respeitar todas as práticas conservacionistas que regem a Agricultura Orgânica, mantendo o agroecossistema em equilíbrio.

Café orgânico é aquele produzido de acordo com as normas e procedimentos preconizados pela Agricultura Orgânica, em conformidade com a legislação vigente no País. Sua produção incorpora princípios da Agricultura Sustentável e tem como meta garantir a manutenção dos recursos naturais e da produtividade agrícola em longo prazo, otimizando a produção com o uso mínimo de insumos externos à propriedade (*inputs*) e sem causar impactos adversos ao meio ambiente. Ele deve proporcionar rentabilidade econômica adequada aos produtores para satisfação das suas necessidades, atuais e futuras, de alimentos e renda, além do atendimento das necessidades sociais das famílias e comunidades rurais (GIOMO; PEREIRA; BLISKA, 2007, p. 34).

O processo de produção do café orgânico encontra-se ilustrado na Figura 19. Segundo Ricci e Neves (2006), o processo de produção do café orgânico passa por duas etapas: a de pré-colheita e pós-colheita.

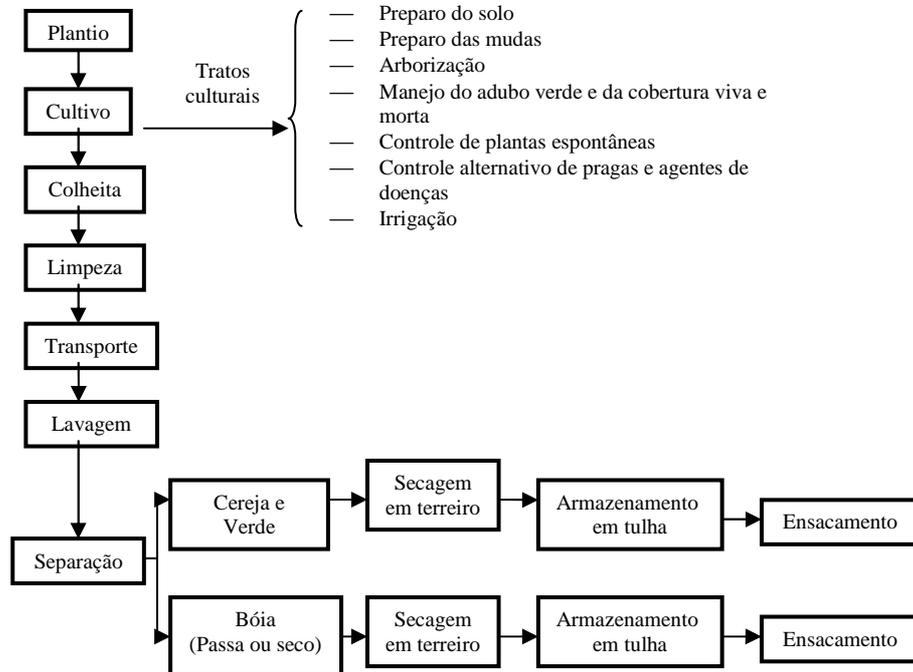


Figura 19 - Processo de produção do café orgânico  
Fonte: Adaptado de Ricci e Neves (2006)

A pré-colheita é caracterizada pelo plantio das mudas, pelo cultivo (onde ocorrem os tratos culturais permitidos na Agricultura Orgânica) e pela colheita. Na pós-colheita é feita a limpeza dos frutos, que depois são transportados e lavados para, em seguida, serem separados por qualidade (cereja, verde e bóia), secos a pleno sol, armazenados em tulha e ensacados.

Os cafeicultores orgânicos se baseiam em dois princípios: primeiro a não utilização de agrotóxicos, que desequilibram o solo e a planta e eliminam os inimigos naturais; o segundo é que os sistemas de produção orgânica geram um equilíbrio solo/planta pelo uso da matéria orgânica, produzindo plantas mais resistentes às pragas e doenças, conforme Theodoro, Caixeta e Guimarães (2001).

Na Tabela 14 encontram-se as características de diferentes cultivares resistentes à ferrugem, indicadas para o cultivo do café. As cultivares de café arábica para produção orgânica devem ser selecionadas em função de características como: produtividade, qualidade

de bebida, época de maturação, tolerância ao espaçamento, entre outros, mas em especial, cultivares resistentes à ferrugem<sup>16</sup>, doença causada pela *Hemileia vastatrix*.

Tabela 14 - Características de diferentes cultivares resistentes à ferrugem, indicadas para o cultivo do café orgânico

| Cultivar <sup>17</sup> | Resistência     | Porte         | Qualidade da bebida | Maturação      | Produtividade |
|------------------------|-----------------|---------------|---------------------|----------------|---------------|
| Obatã                  | Alta            | Baixo         | Boa                 | Tardia         | Alta          |
| Paraíso                | Alta            | Baixo         | Boa                 | Média          | Alta          |
| Tupi                   | Alta            | Baixo         | Boa                 | Precoce        | Média         |
| Catucaí                | Moderada à alta | Baixo ou alto | Boa                 | Variável       | Alta          |
| Oeiras                 | Moderada à alta | Baixo         | Boa                 | Precoce        | Média         |
| Icatu amarelo          | Moderada        | Alto          | Boa a excelente     | Precoce/Tardia | Alta          |
| Icatu vermelho         | Moderada        | Alto          | Boa a excelente     | Precoce/Tardia | Alta          |

Fonte: Ricci, Araújo e Castro (2002)

Não há uma receita pronta para a escolha da melhor variedade para o sistema orgânico de produção de café; porém, o melhor recurso é o planejamento que favoreça a diversificação varietal, cultivando variedades precoce, semi precoce, semi tardia e tardia facilitando a colheita no ponto ideal e a redução de custos, em função do escalonamento da colheita (DAROLT, 2002).

A diferença na formação de mudas de café orgânico em relação ao convencional reside na composição do substrato para abastecimento dos saquinhos ou tubetes, no processo de desinfestação<sup>18</sup> do mesmo, nas adubações complementares de cobertura ou mediante pulverização foliar e no controle de pragas, agentes fitopatogênicos e de ervas espontâneas no viveiro. Ricci e Neves (2006) sugerem a utilização de bons substratos, os quais podem ser preparados seguindo algumas formulações simples, tais como: 70 a 80% de subsolo argiloso + 20 a 30% de vermicomposto; 50 a 70% de subsolo argiloso + 30 a 50% de esterco bovino curtido; 85 a 90% de subsolo argiloso + 10 a 15% de cama de aviário curtida. Como fonte de fósforo recomenda-se 1% de termofostato de magnésio.

<sup>16</sup> Fator nutricional favorável à ocorrência da ferrugem do café é a falta de cobre (PENTEADO, 2009, p. 155).

<sup>17</sup> As variedades Obatã, Tupi e Icatu são as cultivares mais promissoras a serem cultivadas em sistemas sombreados, segundo Ricci et al. (2006).

<sup>18</sup> É expressamente proibido na Agricultura Orgânica o uso do brometo de metila ou qualquer outro fumigante para desinfestação do substrato.

Tristão (2005) verificou que mudas de café (cultivar Catucaí amarelo IAC-62) cultivadas em substrato orgânico, à base de pinus (Viva Verde), sem adubação, apresentaram melhor crescimento.

Serrano, Mauricio Silva e Formentini (2011) avaliaram a utilização de compostos orgânicos no plantio de mudas de Cafeeiro Conilon (*Coffea canephora*, Pierre ex Froehner) e concluíram que os compostos orgânicos (mistura de esterco bovino curtido e capim-elefante e mistura de cama-de-frango e capim-elefante) influenciaram o crescimento e o estado nutricional das plantas, podendo substituir ou reduzir as adubações de cobertura com N e K na fase de pós-plantio, promovendo redução nos custos com fertilizantes minerais.

São práticas aceitas pela Agricultura Orgânica o plantio direto e o cultivo mínimo, pois reduzem o impacto sobre o solo, sendo que após análise química é permitido o uso de calagem para sua correção.

O plantio direto é um sistema de produção agrícola em que a implantação de uma cultura é feita diretamente no solo, sem que tenha sido feito o preparo do solo, (...) coberto por palhas e restolhos da cultura anterior (...). O cultivo mínimo é um sistema alternativo de preparo do solo que procura preservar a sua estrutura, mobilizando ou revolvendo o mínimo possível a camada arável. (...) as grades niveladoras, grades aradoras (pouco travadas) e os arados escarificadores. (...) são mais favoráveis ao processo orgânico, porque não incorporam totalmente os restos de culturas como ocorre no sistema convencional (PENTEADO, 2009, p. 117 e 124).

A adubação do cafeeiro deve ser planejada de acordo com as análises do solo e dos tecidos foliares e as quantidades variam em função da idade da planta, do tipo de adubo usado e das perdas de nutrientes que venham a ocorrer, entre outros aspectos, conforme Ricci e Neves (2006).

Para Penteado (2009), a adubação, na visão orgânica, objetiva avivar o solo ativando-o com microrganismos, matéria orgânica e nutrientes essenciais, em pequenas doses.

O incremento de matéria orgânica melhora as características químicas, biológicas e físicas do solo. Constata-se que os maiores benefícios são: redução do processo erosivo; maior disponibilidade de nutrientes (fonte de macro e micronutrientes) às plantas; maior retenção de água; menor diferença de temperatura do solo durante o dia e a noite; estimulação da atividade biológica; aumento da taxa de infiltração e maior agregação de partículas do solo. Segundo Penteado (2000), a matéria orgânica aumenta a resistência das plantas, pois aumenta muito a capacidade do solo em armazenar água, reduzindo os efeitos da estiagem.

A forma eficiente e relativamente barata de se elevar o teor de matéria orgânica dos solos ocorre por meio da adição de adubos<sup>19</sup> ou insumos orgânicos, de acordo com Ricci, Araújo e Castro (2002).

A adubação orgânica é de extrema importância, e sempre que houver disponibilidade e custo-benefício favorável, deve ser aplicada. Entre as fontes, pode-se utilizar anualmente a palha de café, em forma de rodízio na lavoura, ano após ano (SANTINATO; FERNANDES; FERNANDES, 2008).

É preferível que a unidade produtiva esteja integrada à atividade animal à produção de esterco, de modo a reduzir os custos com insumo; no entanto, é possível adquiri-lo externamente, tendo-se cuidado com a origem, verificando se está de acordo com as normas da AO e autorizada pela certificadora.

É sugerido que a cobertura morta do solo seja proveniente de resíduos de leguminosas, pois são de rápida decomposição, devido à baixa relação carbono/nitrogênio. Do mesmo modo, as leguminosas são mais utilizadas como adubos verdes<sup>20</sup>, pois incorporam ao solo nitrogênio pela fixação biológica. Ricci, Araújo e Castro (2002) destacam as espécies mucana, feijão-de-porco, guandu, crotalária, lab-lab e caupi, como bons adubos verdes para a cafeicultura; porém, o cafeicultor deve levar em consideração que apenas sua utilização não supre às deficiências do solo em relação ao fósforo, potássio, cálcio e magnésio.

Diante disso, a adubação verde, combinada com os outros adubos orgânicos, proporciona maior equilíbrio à nutrição nitrogenada, diminuindo a incidência de cercosporiose e a mortalidade dos ramos produtivos, segundo Darolt (2002). Este tipo de adubação fornece ao produtor mais independência. Uma sugestão de adubos verdes, de acordo com o sistema de plantio do cafeeiro, está relacionada ao hábito de crescimento do adubo verde (Tabela 15).

---

<sup>19</sup> Os mais importantes são esterco de ruminantes, não-ruminantes e aves; decomposição de restos vegetais; mistura de resíduos orgânicos de origem animal e vegetal; biofertilizantes; resíduos de biomassa vegetal; e adubos verdes.

<sup>20</sup> Adubação verde, segundo Ormond (2006), é uma prática utilizada para a fertilização do solo que consiste no cultivo de determinada planta com a finalidade de proteger e melhorar o solo. Depois de um determinado período, antes da época da floração, é cortada e deixada sobre o solo ou a ele incorporada ainda verde e não decomposta, promovendo assim o seu enriquecimento com matéria orgânica e nutrientes, principalmente o nitrogênio. Os adubos verdes são de grande importância para implantação ou para conversão em um sistema de Agricultura Orgânica, pois auxiliam na desintoxicação do solo causada por herbicida ou outros produtos químicos.

Tabela 15 - Utilização de adubos verdes na cultura do café

| Sistema de plantio do café | Hábito de crescimento do adubo verde | Quando utilizar os adubos verdes |
|----------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| Tradicional (ruas largas)  | Rasteiro e semi erecto               | Todos os anos                    |
| Medianamente adensado      | Semi erecto e erecto                 | Nos dois ou três primeiros anos  |
| Adensado                   | Erecto                               | Nos dois primeiros anos          |

Fonte: Chaves (2000, apud DAROLT 2002, p. 121)

Theodoro, Guimarães e Mendes (2007) verificaram a viabilidade técnica do primeiro ano de conversão de lavouras cafeeiras (variedade Catuaí Amarelo) do sistema de produção convencional para o orgânico, tendo como adubação verde o feijão-guandu (*Cajanus cajan L.*). Observaram as seguintes conclusões: o manejo orgânico foi eficiente no fornecimento de N, P e K; farelo de mamona e a cama de aviário foram as melhores fontes de N para o cafeeiro; para o fornecimento de P o esterco bovino obteve maior eficiência e o manejo orgânico adotado apresentou produtividade similar à da testemunha convencional.

Outros tipos de adubação orgânica são os biofertilizantes que, segundo Ormond (2006), são fertilizantes líquidos obtidos pela decomposição de matéria orgânica, como esterco ou restos de vegetais. Existe uma grande quantidade de microorganismos vivos e nutrientes como proteínas, enzimas, vitaminas, antibióticos naturais, macro e micronutrientes e defensivos naturais. É uma substância natural, a qual aumenta ou restabelece a fertilidade dos solos, sendo composta de material orgânico fermentado, decomposto ou em decomposição. Quando se adiciona componentes minerais em sua composição, tem-se o biofertilizante enriquecido, aumentando o potencial de elemento nutritivo para as plantas. Os tipos de biofertilizantes são o Bokashi, Supermagro, Agrobio e efluentes de biodigestor.

No controle de fitopatógenos e pragas do cafeeiro na Agricultura Orgânica, usam-se defensivos caseiros<sup>21</sup> não prejudiciais à saúde e ao meio ambiente. Dentre eles destacam-se: os biofertilizantes líquidos, calda sulfocálcica, calda bordalesa e calda viçosa.

As doenças, pragas, ácaros e nematóides mais comuns da cultura do café e seu respectivo controle estão descritos na Tabela 16.

<sup>21</sup> Na literatura especializada encontra-se o detalhamento da preparação das caldas e biofertilizantes, como por exemplo, em Ricci, Araújo e Castro (2002, p. 34-44); Ricci e Neves (2006); Penteadó (2009, p. 159-162).

Tabela 16 - Controle de doenças, pragas, ácaros e nematóides mais comuns da cultura do café

| Doença                       | Caldas para o controle  |
|------------------------------|---|
| Ferrugem                     | Bordalesa   |
| Olho-pardo ou cercosporiose  | Bordalesa ou viçosa ou hidróxido de cobre (3 a 5 vezes)   |
| Antracnose                   | Bordalesa ou viçosa   |
| Seca dos ramos e ponteiros   | Bordalesa ou viçosa ou hidróxido de cobre (3 a 5 vezes),<br>adubação foliar com biofertilizante(4%) |
| Mancha areolada              | Bordalesa ou viçosa a 1%  |
| Pragas, ácaros e nematóides  | Outras formas de controle   |
| Bicho mineiro                | Sulfocácica (2,5% na época de seca) e óleo de nim 0,5%  |
| Broca do café                | Pó (1 a 2kg) com <i>Beauveria bassiana</i>  |
| Ácaro vermelho               | Sulfocácica (2%) ou enxofre líquido (1% a cada 30 dias)   |
| Nematóide formador de galhas | Introdução de mucuna preta, mucuna anã e crotalaria <i>spectabilis</i>                              |

Fonte: Elaborado a partir de Ricci, Araújo e Castro (2002)

Além disso, para Pedini (2000), na AO o controle de insetos, ácaros, fungos, bactérias e viroses se realiza através de medidas tais como: plantio na época correta e com variedades adaptadas ao clima e solo da região; adubação orgânica, através de compostos de restos de culturas, materiais vegetais e esterco enriquecidos com fosfatos naturais e micronutrientes; rotação de culturas e adubação verde; cobertura morta e plantio direto; consorciação de culturas e manejo seletivo do mato; uso de quebra-ventos e cercas-vivas.

Outra forma de controle de pragas é o controle biológico.

O controle biológico é a redução das populações de pragas através de organismos vivos, os inimigos naturais. Os inimigos naturais podem ser insetos, ácaros, fungos, bactérias, vírus, sapos, pássaros, aranhas etc. O controle biológico natural é muito importante dentro da agricultura orgânica, porque quando associado às outras técnicas garante muita saúde às plantas, evitando ocorrência de pragas. Sempre existirão todos os tipos de insetos dentro de uma lavoura orgânica, mas dificilmente estarão causando prejuízo econômico (PEDINI, 2000).

Penteado (2009) definiu controle biológico como uma prática agrícola, aproveitando-se as características alimentares de um predador ou parasita, contra a presa, servindo-lhe de alimento, dentro de condições naturais de controle, tendo como objetivo a não erradicação total de insetos nocivos.

O café produzido em sistema orgânico apresenta condições propícias para seu desenvolvimento, de modo a oferecer um produto de qualidade sem causar danos ambientais.

### 3.5.2 Panorama da cafeicultura orgânica mundial

A área de café orgânico por continente, em 2009, é apresentada na Tabela 17. Verificam-se as áreas com características orgânicas de produção de café, sendo elas convertidas e em conversão para os continentes. A América Latina detém a maior área, com 324.962,5 ha em 2009; a África é a segunda maior produtora de café orgânico, com 44.657,5 ha; em seguida, a Ásia com 8.983,5 ha e a Oceania com 824 ha. A área mundial convertida é de 344.475,6 ha, enquanto a área total em conversão é de 34.951,9 ha, sendo interessante observar que a área de café convencional gira em torno de 11,5 milhões de hectares, o que indica um potencial promissor para o café orgânico.

Tabela 17 - Área de café orgânico por continente, em 2009

| Área (ha)    | Continentes    |          |         |         | Total Mundial |
|--------------|----------------|----------|---------|---------|---------------|
|              | América Latina | África   | Ásia    | Oceania |               |
| Total        | 324.962,5      | 44.657,5 | 8.983,5 | 824,0   | 379.427,5     |
| Convertida   | 314.468,6      | 24.886,5 | 4.461,5 | 659,0   | 344.475,6     |
| Em conversão | 10.493,9       | 19.771,0 | 4.522,0 | 165,0   | 34.951,9      |

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da FIBL e IFOAM (2011)

Nas safras 2007/08 e 2008/09, incluindo todas as formas de café orgânico (verde, robusta e solúvel), 8.112 e 16.529 sacas de café foram exportadas pelo Brasil, respectivamente, de acordo com ICO (2009).

A participação dos países exportadores de café orgânico no volume total das exportações mundiais desse produto encontra-se na Figura 20. Dentre os países exportadores destacam-se Honduras (20,5%), México (19,98%) e Colômbia (15,27%) com maior participação na safra 2008/09, enquanto o Brasil encontra-se na 8ª posição com 3,37%.

Dados com base nos certificados de origem mostram que as exportações de café orgânico somaram um volume de 491.133 sacas em 2008. Informações extraídas dos relatórios mensais da OIC revelaram que o valor do café orgânico exportado nos primeiros nove meses foi de US\$ 38,44 milhões em 2008/09, em comparação com US\$ 31,96 milhões em 2007/08 (ICO, 2009).

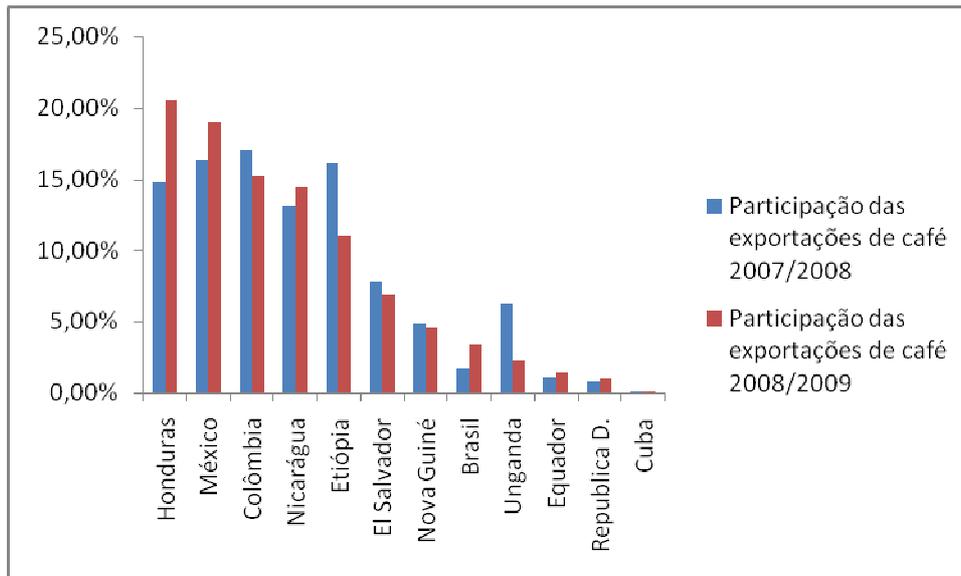


Figura 20 - Participação (%) dos países exportadores no volume total das exportações mundiais de café orgânico

Fonte: Realizado pelo autor com dados da ICO (2009)

A Figura 21 mostra a participação dos principais países importadores de café orgânico, no volume total das importações mundiais desse café. Os Estados Unidos lideram as importações de café orgânico, com 37,6% na média entre as safras; em seguida vêm a Alemanha e o Japão com 18,96% e 8,21%, respectivamente. Contudo, na Alemanha as importações tiveram taxa de crescimento de 28%, queda de 8% nos estados Unidos e no Japão variação de 13% entre essas safras.

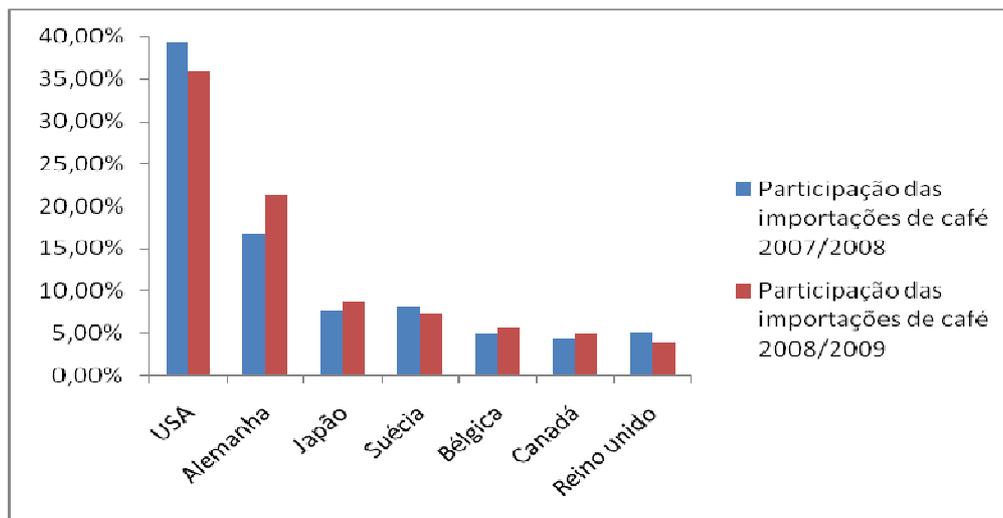


Figura 21 - Participação (%) dos principais países importadores no volume total das importações mundiais de café orgânico

Fonte: Realizado pelo autor com dados da ICO (2009)

O mercado de café orgânico norte-americano atingiu 1,4 bilhões de dólares em 2009. Foram importados para os Estados Unidos e para o Canadá 93 milhões de quilos de café orgânico, segundo a Associação do Comércio Orgânico-OTA (2010).

### 3.5.3 Panorama da cafeicultura orgânica nacional

Relata-se que o mercado de café orgânico começou a se consolidar no final da década de 80, quando a produção era pouco expressiva. Foi em 1992, no Sul de Minas Gerais, que as primeiras fazendas de café receberam a certificação orgânica. Porém, não existem registros oficiais sobre o número de produtores e as áreas cultivadas naquela época. Sabe-se que os primeiros lotes de café orgânico foram exportados, nesse mesmo ano, para o Japão, totalizando, aproximadamente, 250 sacas.

Dados sobre a exportação (em sacas) de café orgânico pelo Brasil, no período de 1992 a 2002, encontram-se na Tabela 18. Observa-se que em 1998 houve maior taxa de variação em relação ao período anterior, de 606,69%, chegando-se a 10.664 sacas de café orgânico exportado. Em 1995 e em 1999, houve queda nas exportações, chegando-se a variações de 2,26% e 13,35%, respectivamente. As exportações em 2002 corresponderam a 70% da produção orgânica de café, representando um aumento de 16,67% em relação a 2000.

Tabela 18 - Exportação (sacas) de café orgânico pelo Brasil, 1992-2002, e variação (%) em relação ao período anterior

| Ano   | Exportação (sacas) | Variação (%) |
|-------|--------------------|--------------|
| 1992  | 250                |              |
| 1993  | 306                | 22,40        |
| 1994  | 442                | 44,44        |
| 1995  | 432                | -2,26        |
| 1996  | 1.277              | 195,60       |
| 1997  | 1.509              | 18,17        |
| 1998  | 10.664             | 606,69       |
| 1999  | 9.240              | -13,35       |
| 2000  | 60.000             | 549,35       |
| 2001  | ...                | ...          |
| 2002  | 70.000             | 16,67        |
| Total | 1.604.120          |              |

Fonte: Elaborado a partir de Pedini (2000) e Revista Cafeicultura (2006)

A Associação de Cafeicultura Orgânica do Brasil-ACOB estimou em 120.000 sacas a produção de café orgânico certificada em 2005 no país, dos quais 100.000 foram destinadas ao mercado externo.

A Figura 22 mostra a produção de café orgânico no Brasil entre 1996 e 2006. A evolução da produção de café, segundo o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE (2007), apresenta, produção de café orgânico de 60.000 sacas em 2001, 75.000 sacas em 2003, chegando em 2004 a 200.000 sacas. Diferente dos dados da ACOB, em 2005, a produção foi de 100.000 sacas. A produção de 2006 foi estimada em 96.000 sacas, pois se manteve a mesma proporção entre café orgânico e total da safra de 2005.

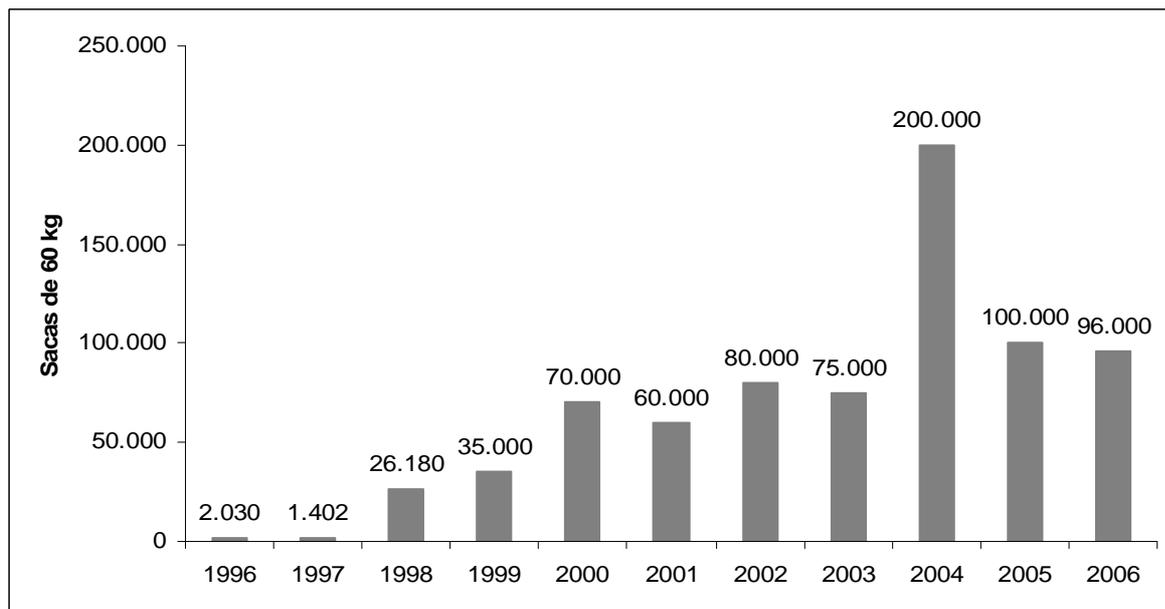


Figura 22 - Produção (sacas) de café orgânico no Brasil, entre 1996 e 2006  
Fonte: SEBRAE (2007)

O PENSA (2009) realizou uma pesquisa, não-probabilística, sobre o Perfil do Produtor de Café no Brasil, onde 410 cafeicultores foram entrevistados. A Figura 23 mostra a adoção de certificação entre os produtores entrevistados. Os autores analisaram a adoção de certificação entre os entrevistados e verificaram que apenas 14% adotaram alguma forma de certificação, 9% adotaram uma certificação, 4% adotaram duas certificações e 2% adotaram três certificações, simultaneamente. Na Figura 23 verifica-se que 19% dos produtores de café adotaram certificado orgânico, através das certificadoras IBD e ACOB.

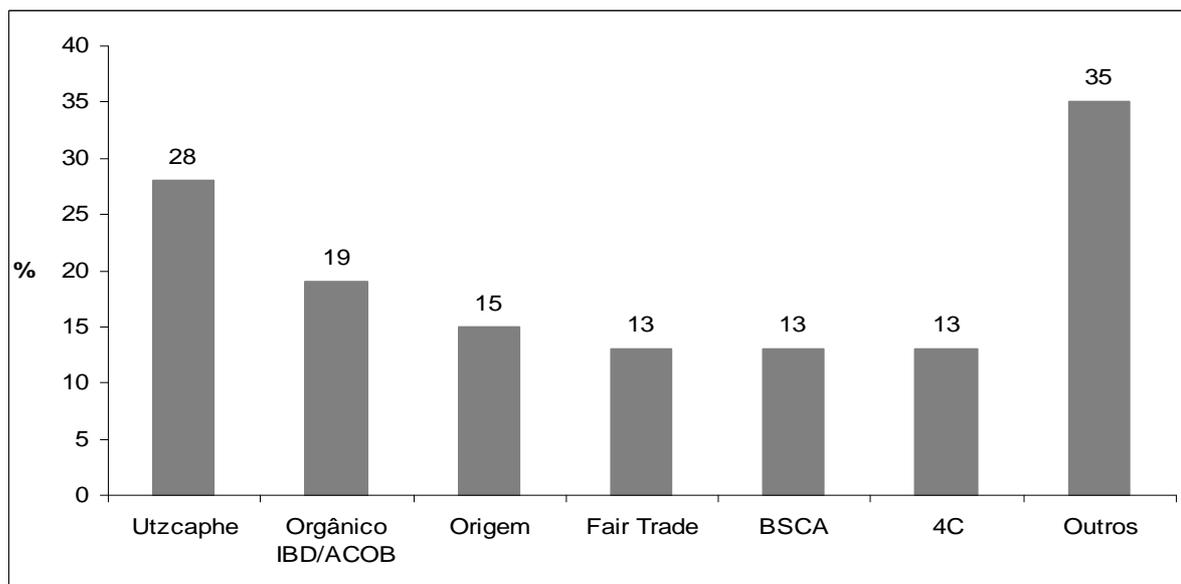


Figura 23 - Percentual de produtores de café que adotaram a certificação

Fonte: Pensa (2009)

Em relação ao percentual de certificação adotado pelos produtores entre os tipos de certificação, a pesquisa do PENSA revelou que 24% são ambiental e social, 16% são orgânicos, 13% são certificações de origem, 11% social e 11% de qualidade. Também se verificou que produtores com menos de 50 hectares de produção são os que detiveram o maior número de certificações orgânicas de café arábica. Analisando o custo adicional para produzir cafés especiais, a exemplo do orgânico, em relação aos cafés convencionais, 50% dos produtores afirmaram que o incremento dos custos está entre 11% e 20%. Contudo, há um diferencial no preço frente ao não orgânico, ficando na faixa de 21% a 30% para quase um terço dos cafeicultores.

Em 2006, a Cooperativa de Agricultores Familiares de Poço Fundo já possuía 800 mil pés de café orgânico, 100% arábica, que produziram, em média, 5.000 sacas por ano em altitudes que variam de 800 a 1.000 metros.

De posse dos preços convencionais de café e da produção de café orgânico, assumiu-se que o preço do café orgânico observa incremento de 30% em relação ao preço do café não orgânico, em concordância com a tendência de os preços dos produtos orgânicos serem maiores que os preços convencionais (Figura 24).

A Figura 24 mostra a evolução de preços médios do café orgânico entre 1996 a 2011. O café orgânico atingiu preços de R\$ 155,39 a saca em 1996, sofreu queda em 2001 com R\$ 153,52 e apresentou um expressivo aumento em 2011, chegando a R\$ 642,78 a saca.

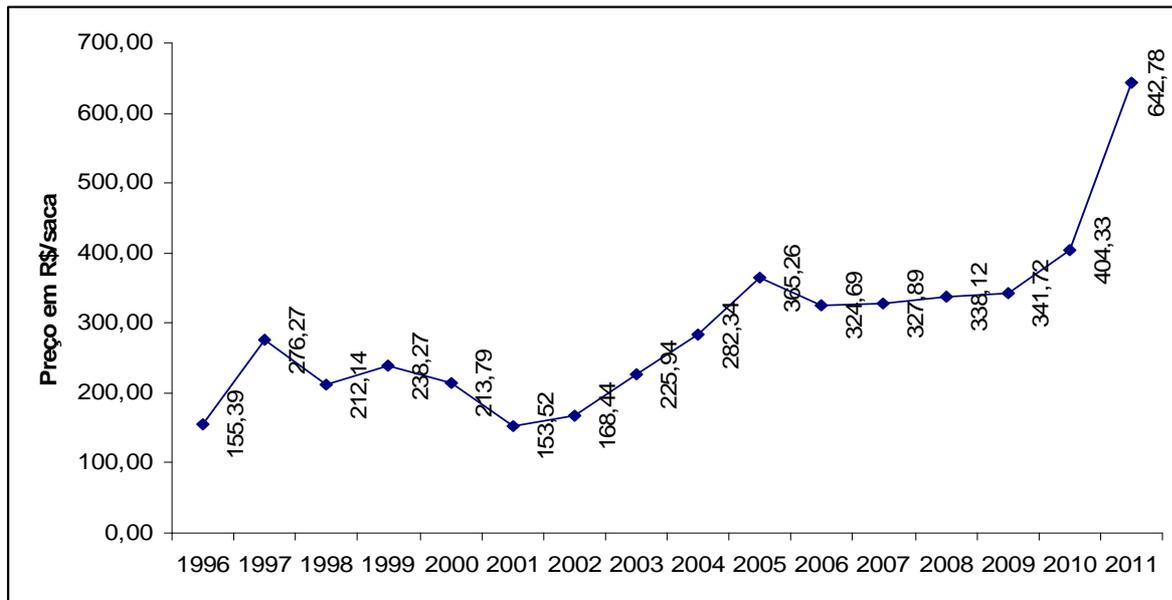


Figura 24 - Evolução de preços (R\$/saca) médios do café orgânico, no Brasil, entre 1996 a 2011

Fonte: Elaborado a partir do CEPEA (2011)

O valor médio da produção de café orgânico entre 1996 a 2006 encontra-se na Figura 25. O valor do café cresceu entre 1996 a 2000, chegando quase a R\$ 15 milhões em 2000. Apresentou queda em 2001, mas voltou a subir até 2004, perfazendo R\$ 56,5 milhões, devido à maior produção (200.000 sacas). Sofreu queda em 2005 e 2006, atingindo valores de R\$ 36,5 milhões e R\$ 31,2 milhões, respectivamente.

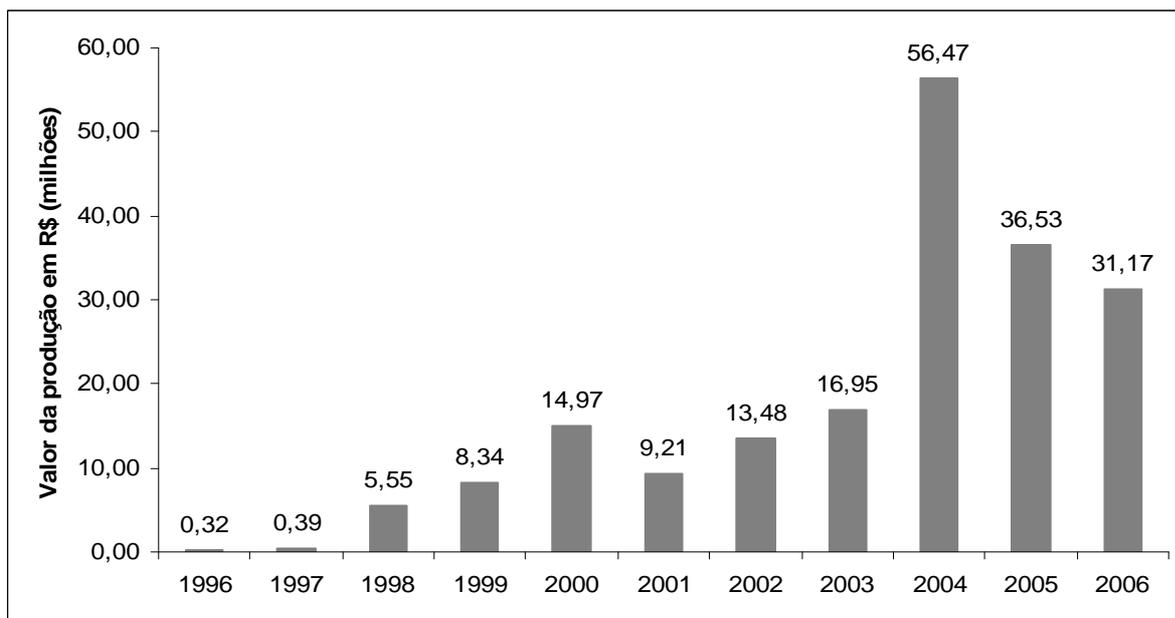


Figura 25 - Valor médio da produção de café orgânico no Brasil, entre 1996 a 2006, R\$ (milhões)

Fonte: Elaborado a partir do SEBRAE (2007)

### 3.5.4 Estudos voltados à cafeicultura orgânica

Segundo PENSA (2001), os fatores que motivam a produção de café orgânico são: a qualidade de vida do agricultor e do consumidor, a preservação do meio ambiente e maior preço frente ao convencional. No entanto, os fatores desmotivadores estão relacionados à produtividade, à falta de informação técnica, à falta de apoio dos órgãos governamentais e ao processo complexo de certificação.

Conforme Vilas Boas, Antonialli e Abreu (2004), a produção de cafés orgânicos, apesar de crescente, ainda necessita de uma coordenação entre vários cafeicultores, mediante a intervenção de agentes específicos (orientação técnica e motivação) que viabilizem a formação de lotes maiores deste produto e os direcionem aos mercados adequados, que venham de certa forma a compensar financeiramente o processo de produção, certificação e comercialização.

Assis e Romeiro (2004) observaram que a falta de informações e de capital é tida como principal barreira à entrada de agricultores familiares no mercado de café orgânico; em relação à produção de café orgânico empresarial há dependência total de mão-de-obra contratada, requerendo maior emprego manual, onerando os custos de produção; além disso, há perdas de produtividade ao longo do processo de transição do sistema convencional para o sistema orgânico de produção.

Com relação ao custeio da produção, concluíram Nicoleli e Moller (2006) que por possuir valores inferiores ao custo do café convencional e agregar aspectos de diferenciação relevantes ao produto, é vantajoso o investimento no cultivo de café orgânico sombreado. No entanto, a competitividade do segmento torna-se sensível devido à baixa produção em larga escala, sendo esse o principal ponto a ser explorado pelos membros da cadeia produtiva.

Analisando a cadeia produtiva de café orgânico no Sul de Minas Gerais, Oliveira et al. (2006) verificaram pontos fortes e fracos em vários elos da cadeia, a partir de entrevistas com os agentes envolvidos no processo (Quadro 5).

| Pontos fortes  | Pontos fracos  |
|--|--|
| <b>Insumos</b>   |  |
| Biodiversidade (manutenção do equilíbrio ecológico)        | Produção de insumos orgânicos inconstante  |
| Animais, fungos como defensores                            | Falta de acessibilidade de insumos   |
| Produção nacional de insumos                               | Altos custos de insumos  |
| <b>Produção</b>  |  |
| Qualidade do café orgânico (isento de produtos químicos)   | Baixa produtividade  |
| Solo e clima apropriado                                    | Alto custo de transporte, devido à baixa infraestrutura para escoamento da produção.                   |
| Associações (redução dos custos)                           | Redução na produção de um ano para outro   |
| Cooperativas (redução dos custos)                          | Falta de investimentos por parte do governo para alavancar as exportações brasileiras de café orgânico |
| <b>Exportação</b>  |  |
| Cooperativas (facilitar o acesso para pequenos produtores) | Dificuldade em contatar os consumidores no exterior  |
| Fidelidade entre importador e exportador                   |  |
| Associações (facilitar o acesso para pequenos produtores)  | Certificado (comprovação da qualidade, conhecimento da certificadora e destino)                        |
|  | Dificuldade do acesso do café processado, pelos países de destino.                                     |
|  | Incentivos à divulgação e apoio aos produtores   |
| <b>Mercado varejista</b>                                   |  |
| Produto diferenciado                                       | Falta de conhecimento dos funcionários de estabelecimentos que vendem café orgânico                    |
| Consumidor disposto a pagar mais pelo café orgânico        | Muitos consumidores ainda não conhecem as peculiaridades dos produtos orgânicos                        |
| Processo de certificação do café orgânico                  | A distribuição do café orgânico está muito aquém do café <i>commodity</i>                              |
| Consumidores atentos à saúde, nutrição e segurança.        |  |

Quadro 5 - Pontos fortes e fracos da cadeia produtiva de café orgânico, no Sul de Minas Gerais, Brasil

Fonte: Adaptado de Oliveira et al. (2006)

Entrevistando 65% (17 produtores de café orgânico) dos cafeicultores da Associação de Cafeicultores Orgânicos de Taquaritinga do Norte-ACOT, Nicoleli e Moller (2007) observaram que a principal vantagem de se produzir café orgânico é o diferencial no preço; depois aparece a maior facilidade de acesso ao mercado internacional e ao planejamento das vendas; a seguir, a melhor negociação de preços. Em relação às desvantagens, 58,82% dos cafeicultores apontaram o aumento nos custos de produção<sup>22</sup>, tratos culturais mais complexos e mercado interno restrito. Ainda verificaram que, para 11,76% dos produtores, não houve

<sup>22</sup> Segundo a pesquisa, o aumento dos custos da produção de café orgânico está voltado a fatores como reforma ou construção do terreiro e do armazém, mudanças no método de beneficiamento e tratos culturais.

aumento nos custos na produção de café orgânico, podendo até ser produzido a um custo inferior devido ao não emprego de agentes químicos.

Turco, Oliveira e Bueno (2010) estimaram o custo operacional de implantação em sistema convencional e orgânico da cultura do café em São Paulo e Minas Gerais, em um hectare, espaçamento de 3,7 x 0,7 m. A partir dos dados, observa-se que os custos com mão-de-obra foram entre 30% e 34% maiores no sistema orgânico que no convencional. Também se verifica que o custo operacional total para implantação em sistema orgânico foi 11% menor que no convencional, e em sistema orgânico de montanha foi 15% menor.

Ao analisar qual tipo de sistema de cultivo de café arábica - convencional ou orgânico - fornece maior sustentabilidade socioeconômica aos cafeicultores familiares no estado do Espírito Santo, Siqueira, Souza e Ponciano (2011) verificaram que ambos os sistemas foram viáveis, embora tenha se observado indicadores pouco melhores para o cultivo orgânico. Contudo, para os cafeicultores, há maior dependência do diferencial de preço (prêmio) entre o café orgânico e o convencional para se compensar a menor produtividade do orgânico.

Estudando a qualidade dos grãos do cafeeiro (*C. Arábica L.*) colhidos no pano e no chão nos sistemas orgânico, em conversão e convencional na cidade de Santo Antônio do Amparo/MG, Theodoro, Guimarães e Chagas (2001) observaram que grãos colhidos no pano nos sistemas orgânico e convencional apresentaram a mesma qualidade, e que no sistema convencional houve maior concentração de açúcares redutores e não redutores, enquanto no sistema orgânico houve maior atividade da polifenoloxidase, teor de cafeína e açúcares totais.

Caracterizando lavouras cafeeiras sob o sistema de produção orgânico no Sul do estado de Minas Gerais, Malta et al. (2008) concluíram que os cafeeiros conduzidos sob esse sistema apresentam potencial para produzir cafés de boa qualidade.

Portanto, percebe-se que a produção de café orgânico está crescendo ao longo dos últimos tempos, deparando-se com alguns gargalos importantes (como o elevado custo de produção, a baixa produtividade, a falta de profissionais qualificados etc.) para serem resolvidos ao longo da cadeia produtiva.

A seguir, será apresentada a revisão teórica sobre mudanças tecnológicas, tomando o sistema orgânico de produção como uma ilustração, assim como os relacionamentos devidos com a teoria da firma e com a programação linear.



## 4 ARCABOUÇO TEÓRICO

### 4.1 MUDANÇA TECNOLÓGICA

Mudança técnica é uma força fundamental na conformação dos padrões de transformação da economia, conforme enfatiza Freeman (1988). Por outro lado,

[...] pode-se definir mudança tecnológica como um processo através do qual um indivíduo ou grupo de indivíduos passa do primeiro contato com uma inovação até o uso completo e contínuo da mesma. Uma inovação é uma idéia ou prática percebidas como novas por um indivíduo, embora esta idéia ou prática possam não ser objetivamente novas (MESQUITA, 1996, p. 162).

Segundo Rogers (1983, apud MESQUITA, 1996), o processo de mudança tecnológica apresenta etapas, sendo normalmente obedecida a seguinte ordem: conhecimento, convicção, decisão, implementação e confirmação. Na primeira etapa, o indivíduo toma conhecimento da existência da tecnologia, obtendo informações preliminares a respeito do seu funcionamento; em seguida ocorre a formação de opinião do indivíduo, sendo este favorável ou contrário à inovação; na decisão o indivíduo escolhe entre adotar ou rejeitar; na implementação ocorre a aplicação da nova tecnologia; por fim a confirmação, a qual envolve a avaliação dos resultados, confirmando ou não a decisão.

O tempo está envolvido com a adoção tecnológica, conforme Lima e Khan (1997). Ao plotar o percentual (frequência acumulada) de adotantes de uma inovação tecnológica ao longo do tempo, percebe-se poucos indivíduos no início da disseminação da nova tecnologia, aos poucos mais indivíduos aderem e no período final ocorre um declínio, tornando a curva, com distribuição em forma de “S”, assintótica.

De acordo com Jaffe, Newell e Stavins (2002), seguindo as ideias de Schumpeter, a mudança tecnológica passa por três fases: invenção, inovação e difusão. A invenção é uma criação de um processo, técnica ou produto inédito. A inovação é a primeira comercialização de um produto ou processo no mercado. A difusão é uma forma de tornar disponível a adoção da inovação para as empresas ou indivíduos.

Barbieri (1990, apud SACHUCK; TAKAHASHI; AUGUSTO, 2008) afirma que a inovação tecnológica<sup>23</sup> corresponde a toda mudança numa dada tecnologia. É pela inovação que se introduz efetivamente um novo produto ou processo ou se aperfeiçoam os já existentes.

---

<sup>23</sup> As inovações tecnológicas levam, por exemplo, ao aumento da oferta agrícola no longo prazo (MENDES, 1989).

Na visão de Schumpeter, segundo Moricochi e Gonçalves (1994), "inovação" significa "fazer as coisas diferentemente no reino da vida econômica". A introdução de um novo bem não familiar aos consumidores, o estabelecimento de um novo método de produção, a abertura de um novo mercado, a descoberta de uma nova fonte de matéria prima e a reorganização de uma indústria são exemplos de inovações.

Para Lemos (1999), a inovação pode ser radical e incremental. A inovação radical é entendida como o desenvolvimento e introdução de um novo produto, processo ou forma de organização da produção inteiramente nova, podendo representar uma ruptura estrutural com o padrão tecnológico anterior, originando novas indústrias, setores e mercados. A inovação incremental faz referência à introdução de qualquer tipo de melhoria do produto, processo ou organização da produção dentro de uma empresa, sem alteração na estrutura industrial, podendo gerar crescimento de eficiência técnica, aumento da produtividade, redução de custos, aumento de qualidade, mudanças que possibilitem a ampliação das aplicações de um produto, a otimização de processos de produção, entre outros.

A inovação é fortemente influenciada pelas incertezas que cercam a adoção de novas (ou velhas) tecnologias. O risco é uma variável crucial para a tomada de decisão sobre a introdução de uma técnica, mesmo quando seus resultados potenciais já são amplamente conhecidos (BUAINAIN et al., 2007).

Segundo Rogers (1995, apud NUTLEY, 2002), a difusão é o processo pelo qual uma inovação é comunicada ao longo do tempo através de certos canais, entre os membros de um sistema social.

A ideia do modelo de difusão<sup>24</sup> desenvolvida por Hayami e Ruttan, na visão de Mesquita (1998), proporcionou a difusão de melhores práticas na exploração agropecuária nas décadas de 30 e 50 nas regiões agrícolas mais avançadas. Para a ideia difusionista, o importante não é propriamente a transformação da agricultura convencional numa atividade moderna e dinâmica, mas sim compatibilizar a taxa de crescimento da produção e da produtividade agrícola com o progresso dos demais setores da economia.

Ainda conforme o autor, a mudança tecnológica não depende, necessariamente, da constante geração de novos fatores de produção dentro de uma área geométrica delimitada e num certo horizonte temporal. Basta que tais fatores sejam difundidos entre todos os

---

<sup>24</sup>A difusão de técnicas através do processo tecnológico, além de vantagens econômicas, depende de vários fatores para alcançar um maior número de agricultores, como por exemplo: disponibilidade de recursos materiais e de conhecimentos técnicos, suprimento adequado de insumos modernos, facilidade de crédito, habilidade gerencial dos empresários agrícolas etc. (PAIVA, 1975).

produtores para que o nível tecnológico geral seja elevado, implicando ganhos globais de produção e produtividade.

Mudanças tecnológicas estão intensamente presentes nas agroindústrias, de modo a alocar os recursos disponíveis de maneira eficiente. Por exemplo, a tecnologia agrícola da Revolução Verde promoveu o aumento da produção de alimentos com uso de insumos industriais, da mecanização, de sementes geneticamente melhoradas etc. Todavia, dependendo do tipo de transformação tecnológica adotada, maior atenção deverá ser dada aos possíveis impactos ecológicos, socioeconômicos e na saúde.

Conforme Mesquita (1998), pode-se admitir que uma mudança tecnológica no sentido de racionalizar o uso de recursos naturais, principalmente do solo e da água, poderia melhorar de forma sensível a produtividade agrícola, ou seja, o modelo de conservação<sup>25</sup> seria altamente benéfico.

O sistema da Agricultura Orgânica pode ser representado como uma mudança tecnológica diante do sistema convencional, pois com a adoção das técnicas orgânicas de produção os produtores podem aumentar a qualidade do produto; promover sistemas adequados, tanto na cadeia produtiva quanto nos canais de comercialização de produtos orgânicos; melhorar as condições de saúde dos indivíduos e do ecossistema; melhorar a qualidade ambiental e racionalizar a utilização dos recursos naturais, de modo a manter o equilíbrio ecológico para as futuras gerações.

A difusão dessa tecnologia agroecológica é fundamental para o desenvolvimento do processo orgânico de produção.

De acordo com Assis e Arezzo (1997), a união entre agricultores e consumidores, através de mercados específicos de produtos orgânicos, fortalece a confrontação com o aparelho de estado, favorecendo ainda, a pressão pela implementação de políticas agrícolas adequadas à difusão da Agricultura Orgânica.

Os autores ainda concluem que a difusão da AO visa um desenvolvimento rural sustentável<sup>26</sup> e que o processo de sua adoção como um todo não pode ser considerado como

---

<sup>25</sup> Este modelo de conservação se baseia no pressuposto da ocorrência de rendimentos decrescentes do trabalho e do capital na produção agrícola, em função da perda de capacidade produtiva dos solos. Neste modelo, a agricultura é considerada como um sistema autossuficiente, em que não se utilizam insumos industriais, mas sim no qual são enfatizadas práticas como a rotação de culturas, adubação verde, uso de adubos orgânicos e a racionalização do uso do solo, com vistas à preservação do seu potencial produtivo (MESQUITA, 1998).

<sup>26</sup> Entende-se desenvolvimento rural sustentável como um processo que, entre outras coisas, utiliza os recursos naturais da melhor maneira e permite não só o aumento da renda do setor agrícola, mas condições de vida que dignifiquem o agricultor (ASSIS e AREZZO, 1997, p.294).

dependente exclusivamente da decisão do agricultor em adotar ou não uma inovação, pois deve ser considerado o contexto sócio-político em que este está inserido.

## 4.2 Teoria da Firma

Uma melhoria na tecnologia representa uma alternativa econômica para a firma, pois permite capacitar as empresas a gerarem maior produção, com a mesma quantidade de insumos e/ou obterem o mesmo nível de produção com menor quantidade de insumos. Uma tecnologia só será economicamente viável se provocar um aumento da produção proporcionalmente maior que a elevação no custo total, de tal modo que resulte numa redução de custo médio de produção (MENDES, 1989).

Na teoria da firma, a empresa possui uma função de produção determinada pela quantidade do produto ( $q$ ) em função das quantidades dos insumos variáveis ( $w_1$ ), tomando outros insumos como fixos ( $w_2$ ), e uma função de custo ( $C$ ) expressa pela função de produção ( $\phi(q)$ ) mais o custo de insumos fixos ( $h$ ). As curvas de produção e de custo estão ilustradas na Figura 26.

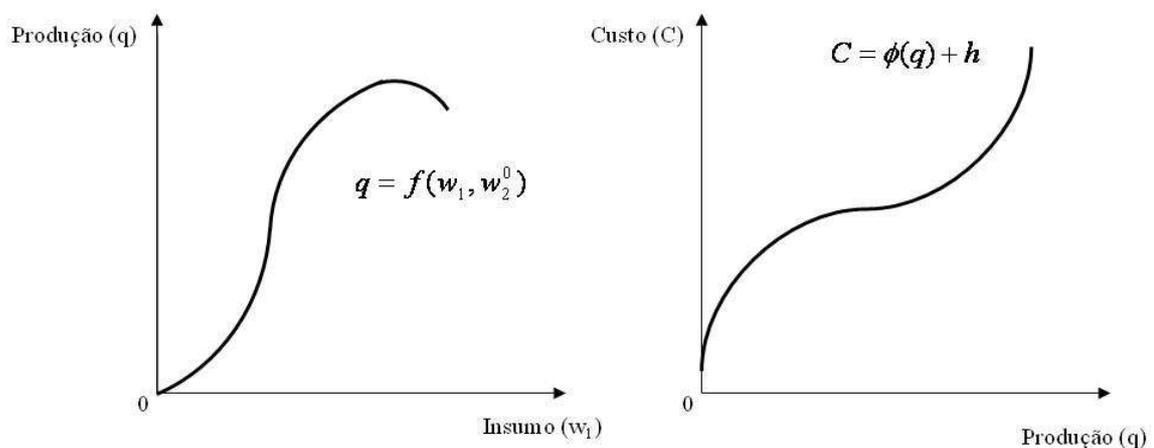


Figura 26 - Curvas da função de produção e de custo

Fonte: Henderson e Quandt (1976, p. 54 e 70)

### 4.2.1 Linha de Isoquanta

Um dos principais aspectos da produção, para produzir um dado nível de produto, é através das diferentes combinações de insumos ou fatores de produção. A Taxa Marginal de

Substituição Técnica-TMST<sup>27</sup> mede quanto um insumo pode ser substituído por outro, mantendo-se a produção constante. Através da curva de isoquanta<sup>28</sup> se verifica a proporção dos insumos que podem ser usados para produzir determinado nível de produto (a Figura 27 ilustra um mapa de isoquantas).

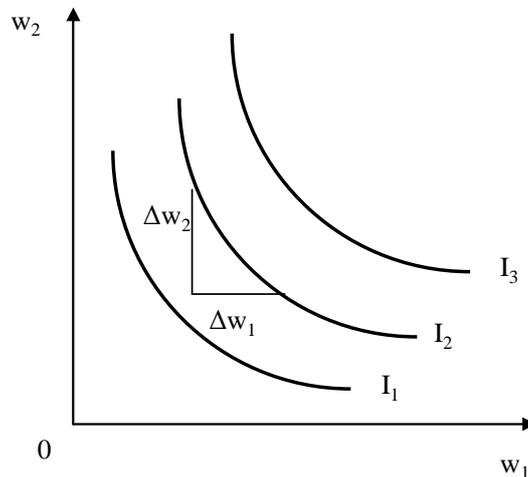


Figura 27 - Mapa de isoquantas

Fonte: Henderson e Quandt (1976, p. 57)

De acordo com Ferguson (1999), se na função de produção há limites do uso intensivo e do uso extensivo para cada insumo, nos pontos em que o produto marginal (PMg) é nulo formam-se as linhas de fronteira (vide Figura 28), as quais delimitam a região econômica de produção (Estágio II).

Henderson e Quandt (1976) evidenciam que uma firma racional jamais irá operar numa seção com inclinação positiva de uma isoquanta, ou seja, em nenhum momento fará uso de uma combinação que resulte para um dos insumos  $PMg < 0$ .

<sup>27</sup> Segundo Pindyck e Rubinfeld (2002), a TMST corresponde a uma taxa negativa a qual relaciona a variação do insumo  $w_2$  ( $\Delta w_2$ ) sobre a variação do insumo  $w_1$  ( $\Delta w_1$ ); em outras palavras, é a razão entre os produtos marginais físicos dos insumos:  $TMST(w_1, w_2) = -PMw_1/PMw_2$ .

<sup>28</sup> Isoquanta é uma curva no espaço dos insumos mostrando todas as possíveis combinações dos insumos fisicamente capazes de produzir um dado nível de produto (FERGUSON, 1999, p. 192).

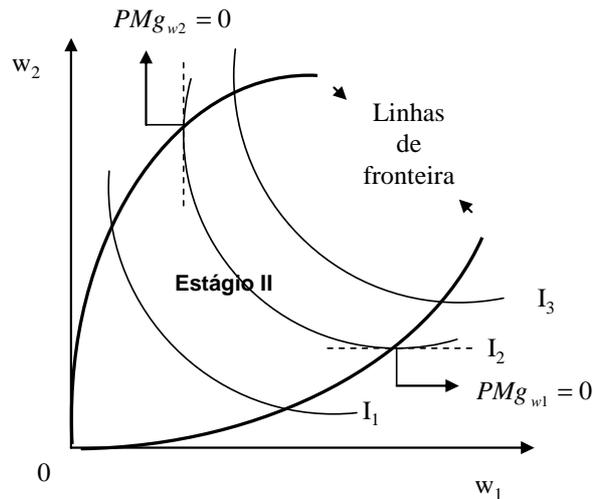


Figura 28 - Linhas de fronteira e região econômica de produção

Fonte: Henderson e Quandt (1976, p. 59)

#### 4.2.2 Linha de Isocusto

Limitando-se ao caso em que a firma compra  $w_1$  e  $w_2$  em mercados perfeitamente competitivos a preços unitários constantes, o custo total de produção ( $C$ ) é dado pela seguinte equação linear, conforme Henderson e Quandt (1976):

$$C = r_1 w_1 + r_2 w_2 + h \quad (4-1)$$

onde  $r_1$  e  $r_2$  são respectivamente os preços de  $w_1$  e  $w_2$ , e  $h$  é o custo dos insumos fixos.

Resolvendo (6-1) para  $w_1$ , tem-se:

$$w_1 = \frac{C_i - h}{r_1} - \frac{r_2}{r_1} w_2 \quad (4-2)$$

A um determinado custo total ( $C_i$ ), forma-se uma linha de isocusto<sup>29</sup> (vide Figura 29). A inclinação dessa linha é igual à relação dos preços dos insumos com sinal negativo. A intersecção de uma linha de isocusto com o eixo da abscissa, dado por  $[C_i - h/r_1]$ , determina a quantidade de  $w_1$  que poderia ser adquirida se toda a despesa fosse realizada na compra desse insumo, excluindo o custo de insumos fixos.

<sup>29</sup> De acordo com Pindyck e Rubinfeld (2002), tendo os insumos trabalho e capital, como exemplos, uma linha de isocusto representa todas as combinações possíveis desses insumos que podem ser adquiridas por um determinado custo total.

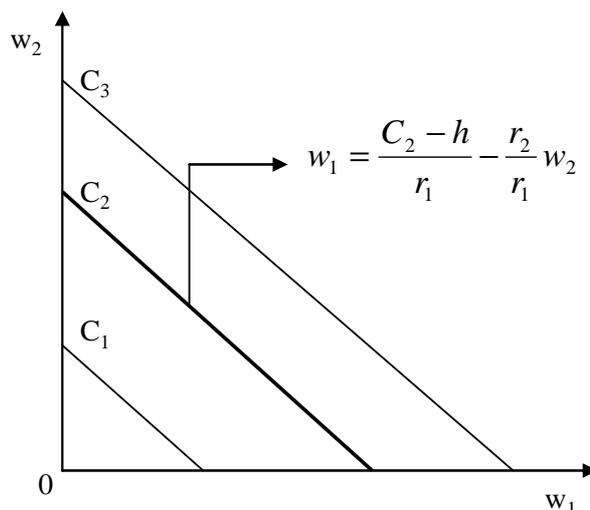


Figura 29 - Curvas de isocusto

Fonte: Henderson e Quandt (1976, p. 62)

### 4.2.3 Combinação ótima dos fatores

#### 4.2.3.1 Minimização de Custo

Segundo Varian (2000), a escolha dos fatores ou insumos que minimizam os custos de produção pode ser determinada ao encontrar-se o ponto na isoquanta que está ligado à curva isocusto mais baixa, ou seja, o ponto de minimização de custos é caracterizado pela condição de tangência em que a inclinação da isoquanta será igual à inclinação da curva isocusto. Logo, a solução ótima ocorre quando a taxa marginal de substituição técnica é igual à razão de preço dos fatores ( $-r_2/r_1$ ) (vide Figura 30).

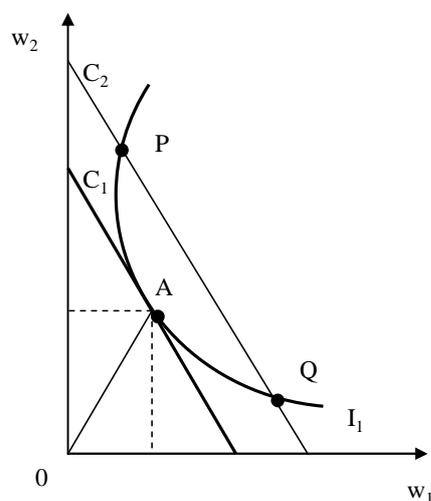


Figura 30 - Combinação ótima para minimização de custo

Fonte: Ferguson (1999, p. 213)

No nível da isoquanta ( $I_1$ ), indicada na Figura 30, poderia ser produzido pela combinação de insumos representados pelos pontos P e Q ao nível de custo C2; no entanto, o deslocamento de P até A ou de Q até A, a firma pode obter o mesmo produto a um menor custo, então o ponto A indica uma posição de equilíbrio, onde a isoquanta é tangente à curva isocusto.

De acordo com Ferguson (1999), uma firma pode minimizar o custo de produção a um determinado nível de produto. Matematicamente, a solução ótima é calculada por:

$$\text{Minimizar } r_1 w_1 + r_2 w_2$$

sujeito a

$$\bar{q} = f(w_1, w_2),$$

Introduzindo o multiplicador de Lagrange ( $\lambda$ ), tem-se:

$$\text{Minimizar } r_1 w_1 + r_2 w_2 - \lambda [f(w_1, w_2) - \bar{q}] \quad (4-3)$$

Igualando-se as derivadas parciais primeiras a zero, obtém-se;

$$r_2 - \lambda \frac{\partial f}{\partial w_1} = 0 \text{ e } r_1 - \lambda \frac{\partial f}{\partial w_2} = 0 \quad (4-4)$$

Resolvendo o sistema para eliminar  $\lambda$ , conclui-se a afirmação de Varian:

$$-r_2/r_1 = -\frac{\partial f / \partial w_1}{\partial f / \partial w_2} = TMST(w_1, w_2) \quad (4-5)$$

#### 4.2.3.2 Maximização do Lucro

O lucro ( $\pi$ ) de uma firma é a diferença entre sua receita total (RT) e seu custo total (CT). A receita total de uma firma num mercado perfeitamente competitivo é dada pelo número de produtos vendidos multiplicado pelo preço fixo (p) de cada produto.

Para Henderson e Quandt (1976), o lucro é dado por:

$$\pi = RT - CT \quad \text{ou} \quad \pi = pq - CT \quad (4-6)$$

Substituindo  $q = f(w_1, w_2)$  e  $CT = r_1 w_1 + r_2 w_2 + h$ , tem-se:

$$\pi = pf(w_1, w_2) - r_1 w_1 - r_2 w_2 - h \quad (4-7)$$

Sendo o lucro uma função dos insumos, iguala-se a zero as derivadas parciais de  $\pi$  com relação ao  $w_1$  e  $w_2$ , assim tem-se:

$$\frac{\delta\pi}{\delta w_1} = pf_1 - r_1 = 0 \text{ e } \frac{\delta\pi}{\delta w_2} = pf_2 - r_2 = 0 \quad (4-8)$$

Rearranjando, tem-se:

$$pf_1 = r_1 \text{ e } pf_2 = r_2. \quad (4-9)$$

O valor do PMg de  $w_1$  ( $pf_1$ ) é a taxa à qual aumentaria a receita da firma com uma nova aplicação de  $w_1$ . O lucro máximo ocorre quando o valor do produto marginal é igual ao preço de cada fator.

Ainda consoante a Mendes (1989), a condição necessária para a maximização do lucro é que a receita marginal (RMg) seja igual ao custo marginal (CMg) e/ou o preço do produto seja igual ao CMg<sup>30</sup>. A Figura 31 representa uma descrição geométrica da maximização do lucro, onde o lucro está representado pela área do retângulo p<sup>0</sup>EBD.

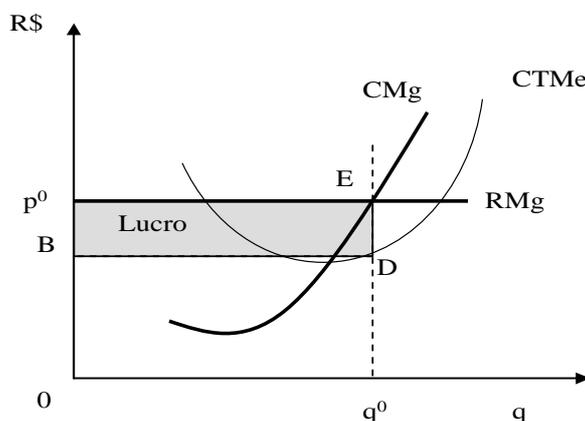


Figura 31- Maximização do lucro no curto prazo  
Fonte: Pindyck e Rubinfeld (2002, p. 245)

#### 4.2.4 Modelos Lineares

A função de produção linear corresponde ao conjunto de atividades lineares da produção utilizados simultaneamente.

Uma atividade linear de produção é um processo em que a aplicação de um ou mais insumos em proporções fixas resulta na produção de um ou mais bens em proporções também fixas. É homogênea de grau um e, portanto, apresenta rendimentos constantes de escala. Se aumentarem (diminuírem) proporcionalmente todos os insumos, todos os produtos também aumentarão (ou diminuirão) na mesma proporção (HENDERSON; QUANDT, 1976, p. 326).

<sup>30</sup> De acordo com Ferguson (1999), a curva de custo marginal é positivamente inclinada, pois na condição de 2ª ordem verifica-se que:  $d^2\pi/d^2q = -\phi''(q) < 0$  ou  $\phi''(q) > 0$ .

Segundo Henderson e Quandt (1976), considerando uma atividade linear de produção, no caso de um produto, sendo elaborada por  $m$  insumos, tal atividade é completamente descrita por um conjunto de coeficientes  $\lambda_i$  ( $i = 1, \dots, m$ ) que dão as quantidades de insumos  $w_i$  necessárias para produzir uma unidade de produto. Os níveis necessários de insumos são unicamente determinados para qualquer nível especificado de produção  $q$ :

$$w_i = \lambda_i q \quad i = 1, \dots, m. \quad (4-10)$$

A produção máxima a ser obtida de um conjunto especificado de quantidades de insumos é:

$$q = \min_i \left( \frac{w_i}{\lambda_i} \right) \quad \lambda_i > 0 \quad (4-11)$$

Cada insumo pode se transformar no fator que limita a produção. Segue-se de (6-10) que a quantidade  $w_i$  garantirá a produção  $w_i/\lambda_i$  unidades, mas para se obter tal nível de produção devem existir todos os outros insumos nas quantidades apropriadas. Desta forma, o menor  $w_i/\lambda_i$  determina o nível máximo de produção.

A Figura 32 ilustra um diagrama de isoquantas para essa atividade. Cada isoquanta forma um ângulo reto sobre o caminho de expansão  $OE$ , o qual é o lugar geométrico dos pontos em que  $w_1$  e  $w_2$  apresentam a relação  $w_1/w_2$  constante<sup>31</sup>.

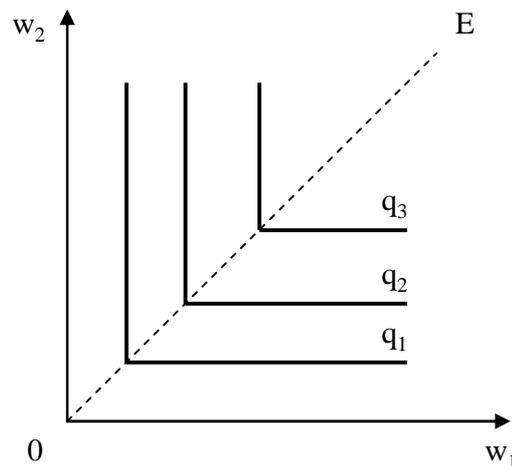


Figura 32 - Curvas de isoquantas para uma atividade linear de produção

Fonte: Henderson e Quandt (1976, p. 327)

<sup>31</sup> Quando a relação de insumos é uma constante, a função de produção é caracterizada por uma elasticidade de substituição ( $\sigma_{ij} = \frac{\partial \ln(w_i/w_j)}{\partial \ln(f_j/f_i)}$ ) igual a zero, devido ao caso da proporção fixa da função de produção ou função de produção de Leontief (NICHOLSON; SNYDER, 2008).

Conforme já descrito, a linha de isocusto pode se estender ao caso de uma atividade linear de produção. A Figura 33 mostra os diferentes níveis de custo e suas linhas de isocusto numa atividade linear de produção. Observa-se que quanto maior for o dispêndio total, maiores serão as intersecções sobre os eixos dos  $w_1$  e  $w_2$ , ficando assim mais distante da origem ( $C_3 > C_2 > C_1$ ). A combinação ótima encontra-se no ponto em que a  $TMST_{w_1, w_2}$  é igual à relação dos preços dos fatores de produção.

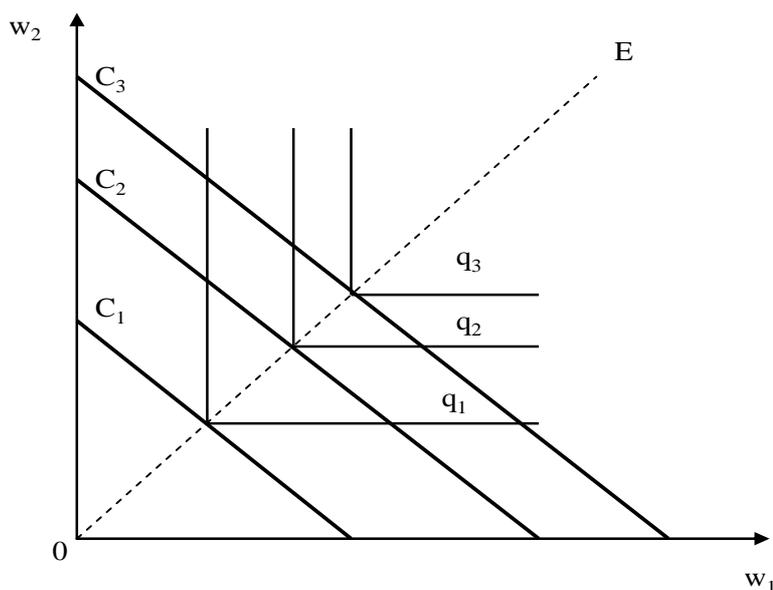


Figura 33 - Curvas de isocusto para uma atividade linear de produção

Fonte: Henderson e Quandt (1976, p. 327)

O conceito de função linear de produção e de custos pode desempenhar  $n$  distintas atividades, assim como estender a casos de produtos múltiplos<sup>32</sup>.

Na estrutura do cálculo, em geral, não são satisfeitas as condições de primeira ordem e de segunda ordem para a otimização em funções lineares, pois as primeiras derivadas parciais de uma função linear são uma constante diferente de zero e as derivadas segundas são iguais a zero. Perante isso, para a teoria microeconômica, um dos relevantes instrumentos que permitem a otimização na estrutura linear é a programação linear, como evidenciam Henderson e Quandt (1976).

<sup>32</sup> Ver Henderson e Quandt (1976), p. 327-329.

## 4.3 A Programação Linear-PL

### 4.3.1 Modelo em Pesquisa Operacional

Foi durante a 2ª Guerra Mundial que cientistas consolidaram a Pesquisa Operacional-PO para resolver problemas de operações militares. A PO é uma ciência que proporciona meios quantitativos ao processo de tomada de decisões.

[...] pesquisa operacional é aplicada a problemas relativos a como conduzir e coordenar as operações ou atividades dentro de uma organização. A abordagem de pesquisa operacional é a do método científico. Mais especificamente, o processo começa pela observação e formulação cuidadosas do problema e então passa para a construção de um modelo científico (tipicamente matemático) que tente abstrair a essência do problema real. Em resumo, pesquisa operacional diz respeito à tomada de decisão ótima em, e modelação de, sistemas determinísticos e probabilísticos que se originam na vida real (HILLIER; LIEBERMAN, 1988, p. 16-17).

A utilização de modelos é uma das características mais relevantes da PO, pois facilita o processo de análise de decisão. Segundo Andrade (2009), isso possibilita a tomada de decisão ser mais bem avaliada e testada para posterior implementação. Os caminhos, em resumo, para a análise de um modelo, estão ilustrados na Figura 34.

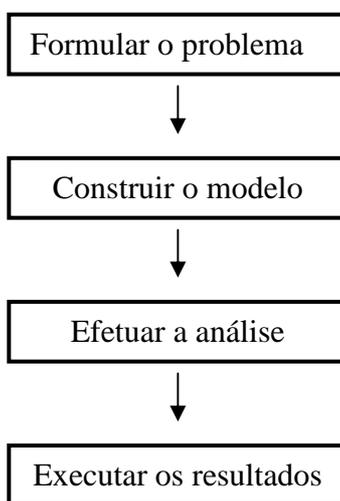


Figura 34 - Fluxograma da análise de um modelo

Fonte: Goldbarg (2000, p. 10)

Para a análise de um modelo deve-se, portanto: formular o problema, construir o modelo, efetuar a análise e executar os resultados. Os modelos são produzidos através da modelagem matemática de forma a estruturá-los e solucioná-los.

Ermes Silva et al. (1998) apontam que o problema deve ser colocado de maneira clara e coerente, definindo os objetivos a alcançar. Um modelo bem construído apresenta desempenho próximo da realidade, o qual depende do objetivo proposto. Através do cálculo matemático efetua-se a análise, testando-se os dados empíricos do sistema e estabelecendo controles da solução para sua validade. A execução é a fase de implementação e acompanhamento da solução, podendo ser ajustada quando requerido.

O processo de construção de modelos pode apresentar os seguintes passos, conforme sugerido por Goldbarg (2000) e ilustrado na Figura 35.

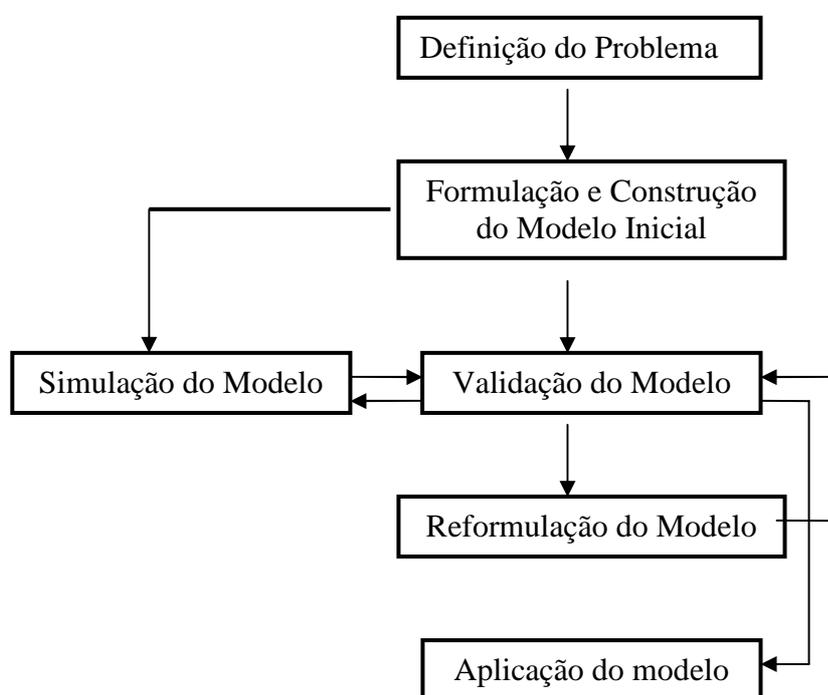


Figura 35 - Processo de construção de modelos

Fonte: Goldbarg (2000, p. 11)

O primeiro passo, a definição do problema, é o mais importante do processo de modelagem, onde é feita a compreensão clara e objetiva do que se deseja solucionar. Na formulação do modelo são traçados as variáveis e seu nível de agregação, além da apresentação das restrições do problema. A construção do modelo introduz parâmetros e constantes, definindo e dimensionando as variáveis do modelo de otimização. Na validação do modelo faz-se a comparação do comportamento simulado com a realidade, seguindo para sua aplicação.

“Modelos são representações idealizadas para situações do mundo real. Propiciam a aquisição de novos conhecimentos e facilitam o planejamento e previsões de atividade, sempre tendo como objetivo final a verdade” (CAIXETA FILHO, 2004, p. 10).

#### 4.3.2 Conceito da Programação Linear

Sendo resolvida pelo algoritmo simplex <sup>33</sup>, a categoria de Programação Linear-PL é um dos problemas genéricos determinísticos da PO.

Segundo Ermes Silva et al. (1998), a programação linear é uma das técnicas mais utilizadas em problemas da PO, em que o modelo matemático é composto de uma função-objetivo e restrições técnicas (grupo de inequações) lineares.

Prado (2003, p. 15) definiu de maneira didática a Programação Linear como “(...) uma ferramenta utilizada para encontrar o lucro máximo ou custo mínimo em situações nas quais temos diversas alternativas de escolha sujeitas a algum tipo de restrição ou regulamentação. A PL é uma técnica de otimização.”

A programação linear segue quatro suposições, conforme Hillier e Lieberman (1988): a proporcionalidade, a aditividade, a divisibilidade e a certeza. A proporcionalidade indica que o valor de cada variável é proporcional à sua contribuição unitária. A aditividade implica que a soma de cada variável individualmente seja igual à soma de todas as variáveis. A divisibilidade indica que as variáveis podem assumir valores não-inteiros, ou seja, cada variável pode ser dividida a qualquer nível fracional. A suposição de certeza implica que os parâmetros do modelo são conhecidos, sendo recomendável uma análise de sensibilidade para testar tal veracidade.

Caixeta Filho (2004) afirma que na resolução de Programação Linear alguns passos básicos são necessários para a formulação do problema. Primeiramente, define-se o objetivo básico do problema, cumprindo a otimização (função-objetivo a ser maximizada ou minimizada). Depois as variáveis de decisão<sup>34</sup> devem ser definidas, tornando especificada matematicamente a função-objetivo, assumindo que essas variáveis sejam positivas. Em

---

<sup>33</sup> O algoritmo Simplex se direciona de uma solução viável para outra, de maneira tal que o valor da função-objetivo é alterado até o ponto ótimo ser alcançado, conforme Colin (2007). “O método Simplex é uma ferramenta que em geral se utiliza para a resolução de problemas de alocação de recursos (ANDRADE, 2009, p.30)”.

<sup>34</sup> “Variáveis de decisão são grandezas que poderão assumir diversos valores, sendo que há certa combinação de valores que irá maximizar ou minimizar a função-objetivo, conforme seja o caso. É essa combinação que será a solução do problema de programação linear. As variáveis de decisão aparecem tanto na função-objetivo como nas restrições (Moreira, 2010, p. 13)”.

seguida, devem ser traçadas as restrições do problema (normalmente representadas por inequações), pois as variáveis estão sujeitas a limitações.

A forma padrão do problema de otimização da PL, sujeito a restrições é:

$$\text{Otimização (Maximizar ou Minimizar)} \quad f(x_1, x_2, \dots, x_k) = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_k x_k \quad (4-12)$$

sujeito a:

$$c_{11}x_1 + c_{12}x_2 + \dots + c_{1k}x_k \leq \text{ou} = \text{ou} \geq b_1 \quad (4-13)$$

$$c_{21}x_1 + c_{22}x_2 + \dots + c_{2k}x_k \leq \text{ou} = \text{ou} \geq b_2 \quad (4-14)$$

$$\vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots$$

$$c_{n1}x_1 + c_{n2}x_2 + \dots + c_{nk}x_k \leq \text{ou} = \text{ou} \geq b_n \quad (4-15)$$

$$x_i \geq 0 \quad (i=1, 2, \dots, k) \quad (4-16)$$

em que:  $x_i$  são as variáveis de decisão,  $\alpha_i$  são os coeficientes ou parâmetros da função-objetivo,  $c_{ij}$  são os coeficientes das restrições e  $b_i$  são os limites das restrições.

O modelo de Programação Linear visa determinar:

[...] o valor ótimo de uma função linear, dado um conjunto de restrições lineares de natureza estrita e não estrita. É, pois, um modelo matemático de programação linear, o qual é composto de uma função-objetivo e de restrições técnicas representadas por um grupo de inequações também lineares. A função-objetivo mede a eficiência e desempenho do sistema. As restrições garantem que essas soluções estão de acordo com as limitações técnicas impostas pelo sistema. Existem ainda outras restrições que exigem a não negatividade das variáveis de decisão, o que deverá acontecer sempre que a técnica de abordagem for a de programação linear (FROSSARD, 2009, p. 27).

Os softwares utilizados para solução de problemas de PL encontram a solução viável e ótima, através de operações algébricas e envolvendo matrizes e vetores.

### 4.3.3 Programação Linear no sistema agropecuário

É crescente o uso da programação linear para solucionar problemas no sistema agropecuário.

Santos e Perina (1999), utilizando técnicas de programação linear, minimizaram os custos de ração através dos níveis nutricionais e dos preços dos insumos de um produtor de bovinos. Ressaltaram que a difusão e o uso da programação linear na agropecuária não deve se dissociar da interação entre produtor e técnico.

Tendo como problema a alocação de recursos com a reciclagem de produtos, subprodutos e resíduos na atividade agropecuária, Bonizio, Vicente e Nakao (2001) afirmaram que a programação linear tem utilidade para determinar os volumes de cada produto a serem produzidos para maximizar o aproveitamento dos resíduos gerados e aumentar a rentabilidade de toda produção.

Fey et al. (2000) concluíram que a metodologia de programação linear é uma ferramenta eficiente de planejamento das culturas a serem cultivadas na propriedade, visando-se maior lucratividade e também a manutenção do sistema, onde o plano de produção proporcionou um incremento de 8,8% na renda líquida.

Um modelo de programação linear também permitiu a otimização da função-objetivo, auxiliando na seleção de pulverizadores agrícolas de barras para milho e soja, baseando-se no menor custo horário do equipamento, conforme Baio et al. (2004).

Com o objetivo de se avaliar o ganho com o planejamento e posterior aplicação do modelo de programação linear matemática para a maximização do açúcar por área cultivada, Caliari, Soares Júnior e Serra (2005) afirmaram que se tratava do melhor método para se adaptar ao estudo, dada a sua grande eficiência e operacionalidade em otimização, condicionada a fatores de produção limitados.

Santos, Rodrigues e Lisboa Filho (2006), utilizando-se da programação linear, procuraram obter maior eficiência animal e formular rações de mínimo custo para pequenos ruminantes. Desenvolveram assim um modelo computacional para incrementar as perspectivas de investimentos na criação desses animais.

Medeiros e Pedreira (2007), desenvolvendo e analisando a aplicação de modelo de programação linear como ferramenta de auxílio para indicar a melhor forragem para a criação de bovinos, concluíram que o modelo especificado poderá auxiliar no processo de tomada de decisão e definir estratégias de investimento em empresas agrícolas para maximizar a receita de uma unidade produtiva no semiárido brasileiro.

Através de modelo de programação linear, Sbardelotto e Leandro (2008) analisaram a composição química dos grãos entre cultivares de soja, escolhendo-se os cultivares para os quais implicassem a maximização dos lucros da indústria processadora, proporcionando maiores retornos financeiros.

Maximizando a renda de produtores de soja na região Sudoeste do estado do Paraná, Padoin et al. (2009) concluíram que a programação linear se tratava de um ferramental de grande utilidade para uso na extensão rural e no auxílio à tomada de decisão em propriedades rurais.

Santos et al. (2009) utilizaram um modelo de programação linear visando a maximização da renda líquida do pequeno produtor no Projeto de Irrigação Baixo Acaraú-CE, o qual resultou num plano ótimo de cultivo, proporcionando maior nível da renda líquida para o produtor através do cultivo de graviola e de melão.

Confirmada desse modo a importância da programação linear, assim como sua contribuição para a solução de problemas no sistema agropecuário, tal estrutura de modelagem será especificada e aplicada em estudo de caso específico, detalhado no próximo capítulo.



## **5 METODOLOGIA**

Neste capítulo serão apresentados o material e método, descrevendo o estudo de caso e o modelo de otimização para a conversão do café.

### **5.1 Material**

Um questionário foi aplicado (vide APÊNDICE A) sobre as safras 2010/2011 e 2011/2012 para a obtenção de informações técnicas-agronômicas da unidade produtiva de café convencional, Sítio Terra Verde, em Espírito Santo do Pinhal, estado de São Paulo.

As variáveis selecionadas para a elaboração do modelo matemático foram: produção em sacas, produtividade em sacas/ha, preço por tipo de café colhido em R\$/saca, quantidade aplicada em kg/ha de adubos e defensivos e seus custos em R\$, tipo de colheita e seu custo em R\$, custo de secagem em R\$/ha, beneficiamento em R\$/ha, custo administrativo em R\$/ha.

#### **5.1.1 Descrição e situação econômica do Sítio Terra Verde.**

O Sítio Terra Verde possui uma área total de 87,6 ha, com 10 ha de mata nativa, 8,3 ha de preservação, 25,2 ha de pastagem (atualmente desativada), 1,8 ha de infra-estrutura e 42,3 ha de cultivo de café. A área de café é subdividida em quatro talhões, conforme a idade da planta, o espaçamento adotado e a variedade de café (Icatu e Mundo Novo) contendo, no total, 88.150 pés. O solo caracteriza-se por um latossolo areno-argiloso. A Tabela 19 ilustra as informações da propriedade provenientes das safras 2010/2011 e 2011/2012, obtidas a partir da aplicação do questionário.

Tabela 19 - Variedades de café, espaçamento, nº de pés, área (ha), safra (sc/ha), macronutrientes (kg/ha), micronutrientes (kg/ha) e controle fitossanitário (kg ou l/ha) da safra 2010/2011 e safra 2011/2012, Sítio Terra Verde

| Talhão          | Variedade<br>café | Espaçamento<br>(metros) | Nº de<br>pés | Área<br>(ha) | Safra<br>(sc/ha) | Calcário<br>(kg/ha) | Adubos           |       |                  | Controle<br>fitossanitário<br>(kg ou l/ha) |     |
|-----------------|-------------------|-------------------------|--------------|--------------|------------------|---------------------|------------------|-------|------------------|--|-----|
|                 |                   |                         |              |              |                  |                     | Macro<br>(kg/ha) |       | Micro<br>(kg/ha) |  |     |
|                 |                   |                         |              |              |                  |                     | A1               | A2    | A3               | C1   | C2  |
| Safra 2010/2011 |                   |                         |              |              |                  |                     |                  |       |                  |  |     |
| 1               | Icatu             | 3,5 x 1,2               | 10.500       | 3,2          | 38               | 2.100               | 1.100            | 0     | 4                | 1  | 1,5 |
| 2               | M. Novo           | 3,5 x 1,2               | 23.000       | 9,7          | 30,2             | 2.200               | 600              | 500   | 4                | 0  | 1,5 |
| 3               | M. Novo           | 2,5 x 2,0               | 22.800       | 12,3         | 33               | 1.800               | 600              | 500   | 4                | 1  | 1,5 |
| 4               | M. Novo           | 3,5 x 1,5               | 31.850       | 17,1         | 16,3             | 1.859,1             | 804,7            | 295,3 | 1,64             | 0,41                                       | 1,5 |
|                 | Total             |                         | 88.150       | 42,3         | -                | -                   | -                | -     | -                | -  | -   |
| Safra 2011/2012 |                   |                         |              |              |                  |                     |                  |       |                  |  |     |
| 1               | Icatu             | 3,5 x 1,2               | 10.500       | 3,2          | 26,1             | 2.000               | 1.000            | 0     | 4                | 1  | 1,5 |
| 2               | M. Novo           | 3,5 x 1,2               | 23.000       | 9,7          | 24               | 2.000               | 500              | 500   | 4                | 0  | 1,5 |
| 3               | M. Novo           | 2,5 x 2,0               | 22.800       | 12,3         | 14               | 1.500               | 500              | 500   | 4                | 1  | 1,5 |
| 4               | M. Novo           | 3,5 x 1,5               | 31.850       | 17,1         | 12,7             | 2.000               | 704,7            | 295,3 | 1,64             | 0,41                                       | 1,5 |
|                 | Total             |                         | 88.150       | 42,3         | -                | -                   | -                | -     | -                | -  | -   |

Fonte: Informações do Produtor-Sítio Terra Verde.

Produtos: A1= NPK 18-00-18; A2= NPK 30-00-00; A3= Plantin; C1= Controle da ferrugem; C2= Controle da broca

As quantidades utilizadas de calcário, adubos e de produtos para o controle fitossanitário foram aplicadas conforme as necessidades do solo e das plantas.

Para a safra 2010/2011 foram aplicados no total 81.990 kg de calcário e 30.480 kg de adubo A1. Para a safra 2011/2012 foram aplicados no total 78.450 kg de calcário e 26.250 kg de adubo A1. Em ambas as safras foram aplicados no total 16.050 kg e 128,80 kg, respectivamente, dos adubos A2 (talhões 2, 3 e 4) e A3; 22,50 kg de C1 para o controle da ferrugem (exceto talhão 2); 63,45 litros de C2 para o controle da broca (Tabelas 20 e 21).

Tabela 20 - Custo dos insumos (R\$) e sua aplicação (kg ou l), safra 2010/2011

| Insumo   | Quantidade   | Custo (R\$) | Custo de Aplicação (R\$) | Custo Total (R\$) |
|----------|--------------|-------------|--------------------------|-------------------|
| Calcário | 81.990,00 kg | 4.500,00    | 900,00                   | 5.400,00          |
| A1       | 30.480,00 kg | 42.000,00   | 1.684,80                 | 43.684,80         |
| A2       | 16.050,00 kg | 18.000,00   | 918,00                   | 18.918,00         |
| A3       | 128,80 kg    | 8.000,00    | 2.736,00                 | 10.736,00         |
| C1       | 22,50 kg     | 16.000,00   | 280,80                   | 16.280,80         |
| C2       | 63,45 l      | 7.500,00    | 684,00                   | 8.184,00          |
| Total    | -            | 96.000,00   | 7.203,60                 | 103.203,60        |

Fonte: Informações do Produtor-Sítio Terra Verde

O custo total com insumos foi de R\$ 103.203,60 e R\$ 92.408,85, respectivamente, para as safras 2010/2011 e 2011/2012 (Tabelas 20 e 21).

Tabela 21 - Custo dos insumos (R\$) e sua aplicação (kg ou l), safra 2011/2012

| Insumo   | Quantidade   | Custo (R\$) | Custo de Aplicação (R\$) | Custo Total (R\$) |
|----------|--------------|-------------|--------------------------|-------------------|
| Calcário | 78.450,00 kg | 4.942,35    | 1.000,00                 | 5.942,35          |
| A1       | 26.250,00 kg | 35.962,50   | 1.872,00                 | 37.834,50         |
| A2       | 16.050,00 kg | 15.000,00   | 1.020,00                 | 16.020,00         |
| A3       | 128,80 kg    | 7.500,00    | 3.040,00                 | 10.540,00         |
| C1       | 22,50 kg     | 15.000,00   | 312,00                   | 15.312,00         |
| C2       | 63,45 l      | 6.000,00    | 760,00                   | 6.760,00          |
| Total    | -            | 84.404,85   | 8.004,00                 | 92.408,85         |

Fonte: Informações do Produtor-Sítio Terra Verde

Em ambas as produções a colheita foi exclusivamente manual. O produtor colheu quatro tipos de café: cereja descascado, natural-bóia, verde e de varrição. Seus preços e proporções encontram-se no ANEXO C.

A safra 2010/2011 obteve uma produção total de 1099,17 sacas (Tabela 22). O dispêndio com a colheita foi de R\$ 110.450,00, com custo médio de R\$ 2.824,38 por ha. Essa safra apresentou produtividade média de 29,38 sacas/ha.

Tabela 22 - Área (ha), custo de colheita (R\$), produtividade (sacas/ha) e produção (sacas) por talhão, safra 2010/2011

| Talhão       | Área (ha)   | Custo Colheita (R\$/ha) | Custo Colheita Total (R\$) | Produtividade (sacas/ha) | Produção (sacas) |
|--------------|-------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------|
| 1            | 3,2         | 3.800,00                | 12.160,00                  | 38                       | 121,6            |
| 2            | 9,7         | 3.000,00                | 29.100,00                  | 30,2                     | 292,94           |
| 3            | 12,3        | 3.300,00                | 40.590,00                  | 33                       | 405,9            |
| 4            | 17,1        | 1.672,52                | 28.600,00                  | 16,3                     | 278,73           |
| <b>Total</b> | <b>42,3</b> | <b>-</b>                | <b>110.450,00</b>          | <b>-</b>                 | <b>1099,17</b>   |

Fonte: Informações do Produtor-Sítio Terra Verde

A safra 2011/2012 apresentou custo médio de colheita de R\$ 2.487,5/ha e seu custo total foi de R\$ 105.375,00. Esta safra obteve produtividade média de 19,2 sacas/ha com produção total de 705,69 sacas (Tabela 23).

Tabela 23 - Área (ha), custo de colheita (R\$), produtividade (sacas/ha) e produção (sacas) por talhão, safra 2011/2012

| Talhão       | Área (ha)   | Custo Colheita (R\$/ha) | Custo Colheita Total (R\$) | Produtividade (sacas/ha) | Produção (sacas) |
|--------------|-------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------|
| 1            | 3,2         | 2.500,00                | 8.000,00                   | 26,1                     | 83,52            |
| 2            | 9,7         | 2.500,00                | 24.250,00                  | 24                       | 232,8            |
| 3            | 12,3        | 2.400,00                | 29.520,00                  | 14                       | 172,2            |
| 4            | 17,1        | 2.550,00                | 43.605,00                  | 12,7                     | 217,17           |
| <b>Total</b> | <b>42,3</b> | <b>-</b>                | <b>105.375,00</b>          | <b>-</b>                 | <b>705,69</b>    |

Fonte: Informações do Produtor-Sítio Terra Verde

Diante do histórico produtivo do Sítio Terra Verde, observou-se que 2006 foi o ano de maior produção, sendo colhidas 1.636 sacas de café, com produtividade média de 38,7 sacas/ha. Em 2004, obteve-se a segunda maior safra durante o período, chegando-se a 1.286 sacas (média de 30,4 sacas/ha). A menor safra colhida foi de 462 sacas (média de 10,9 sacas/ha) em 2003. De acordo com o cafeicultor, as diferentes produções se devem principalmente à bienalidade, aos níveis pluviométricos e ao nível de investimento adotado (Figura 36).

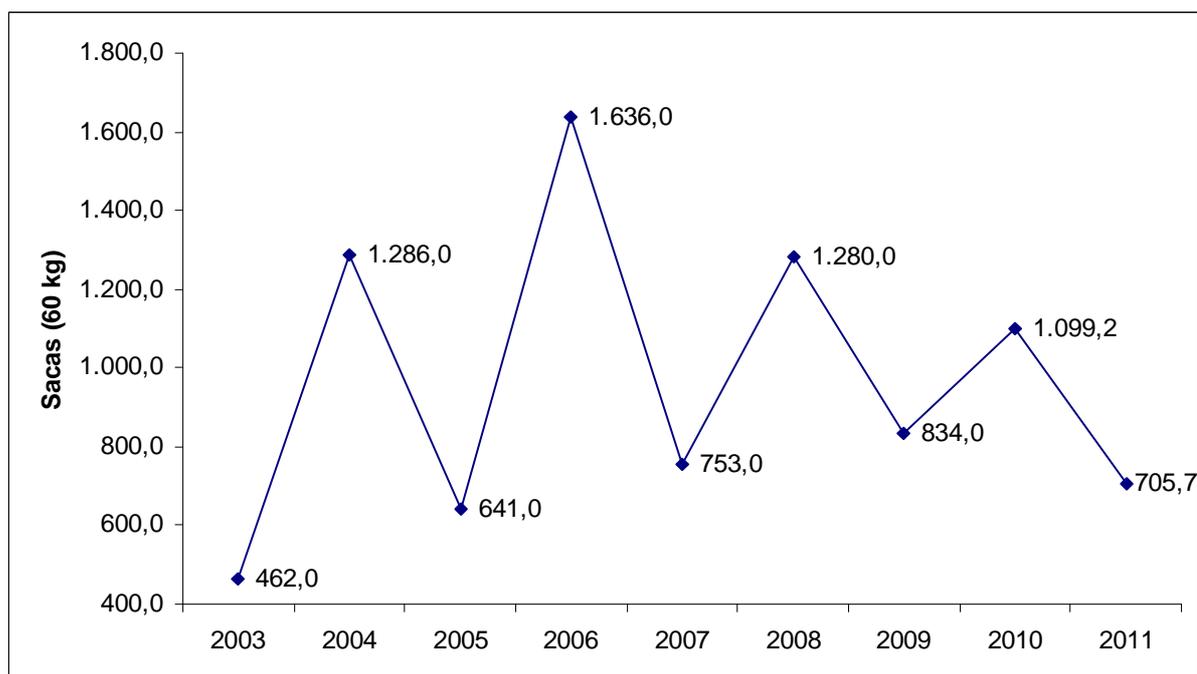


Figura 36 - Comportamento do ciclo bienal do cafeeiro entre 2003 e 2011

Fonte: Informações do Produtor-Sítio Terra Verde

Para as safras 2010/2011 e 2011/2012, respectivamente, os custos de secagem e beneficiamento do Sítio Terra Verde perfazem um total de R\$ 864,06/ha e R\$ 703,55/ha, os custos de administração foram de R\$ 756,50/ha e R\$ 851,06/ha, correspondendo a custos adicionais de R\$ 68.549,74 e R\$ 65.760,17 para toda área.

Na safra 2010/2011, o cultivo de café na propriedade ocupou uma área de 42,3 ha, onde foram produzidas 1.099,17 sacas de café, com gasto total de R\$ 282.203,34. A renda bruta do cafeicultor foi de R\$ 301.106,63, o que resultou num lucro bruto de R\$ 18.903,29, pois o preço médio ponderado da saca pelo tipo de café colhido foi de R\$ 273,94.

Para produzir 705,69 sacas de café houve um gasto total de R\$ 263.544,02. A renda bruta do cafeicultor foi de R\$ 352.407,47, o que resultou num lucro bruto de R\$ 88.863,45, pois o preço médio ponderado da saca pelo tipo de café colhido na safra 2011/2012 foi de R\$ 499,38.

Considerando a alta nos preços do café, em novos patamares, a partir de 2011, a simulação do plano de manejo para a conversão do café adotará a fixação do preço (R\$ 499,38) da saca da safra 2011/2012, e fixará o preço (R\$ 382,90) da saca da safra 2010/2011 com base na

tendência<sup>35</sup> dos preços para o ano 2012. Dessa maneira, a simulação referente à safra 2010/2011 apresentará renda de R\$ 420.872,20 e lucro bruto de R\$ 138.668,85.

### **5.1.2 Procedimento de Conversão para o café orgânico no Sítio Terra Verde**

O procedimento da conversão, através do plano de manejo do café, está embasado nas Recomendações Técnicas de Cultivo Orgânico do Café realizado por Ricci, Araújo e Castro (2002) e nas normas vigentes da Agricultura Orgânica, em especial, a Instrução Normativa nº 64 (BRASIL, 2008). O plano enfatizado a seguir descreverá todas as características recomendadas ao sistema orgânico de produção.

#### **5.1.2.1 Plano de Manejo**

É possível realizar a conversão parcial na unidade produtiva, sendo prevista no plano de manejo, a conversão total de toda a unidade de produção, do manejo convencional para o orgânico, de acordo com o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal (BRASIL, 2008).

Para o período de conversão, todas as unidades de produção orgânica devem dispor de Plano de Manejo Orgânico atualizado, devendo contemplar (BRASIL, 2008): o histórico de utilização da área, a manutenção ou incremento da biodiversidade, o manejo dos resíduos, a conservação do solo e da água e o manejo da produção vegetal (fitossanitário, material de propagação, instalações e nutrição).

O período de conversão será variável e dependerá do tipo de exploração e da utilização anterior da unidade de produção, considerando a situação ecológica e social. No caso do café, por ser uma cultura perene, para que a colheita subsequente seja considerada como orgânica, é necessário no mínimo 18 meses de manejo orgânico. Isso será determinado pelo OAC ou pelo OCS. Dependendo da propriedade, este período pode ser estendido para até 36 meses, no caso de sistemas degradados ou de elevado uso de defensivos ou adubos químicos, conforme Ricci, Araújo e Castro (2002).

A simulação do processo de conversão do café, nesta pesquisa, será estabelecida por um período de 24 meses para que a propriedade seja considerada como orgânica. A área será dividida

---

<sup>35</sup> Para o produtor foi considerado o preço de R\$ 382,90 a saca, com base nos dados divulgados pelo CEPEA (Figura 18).

em talhões para se identificar o tipo de manejo adotado, pois esta divisão facilitará a reestruturação da propriedade e o planejamento das ações.

Ricci, Araújo e Castro (2002) não aconselham a conversão completa no primeiro ano, isto é, substituir todo o fertilizante químico pelo orgânico, pois a conversão imediata pode submeter à planta a um estresse nutricional, predispondo-a ao ataque severo de pragas e doenças. Neste sentido, em todos os talhões serão feitas substituições parciais dos insumos convencionais pelos orgânicos com aplicações na proporção 1(C) convencional : 2 (O) orgânicos no 1º ano; para o 2º ano em diante serão apenas insumos orgânicos, iniciando-se assim a contagem para o processo de conversão.

Os autores também aconselham, após a divisão da área em talhões, converter anualmente de 20% a 25% da área total. Contudo, é difícil obter talhões nessas proporções. Então, para o estudo de caso desta pesquisa, os talhões foram divididos de acordo com o espaçamento adotado de cada variedade de café, de tal forma que os talhões possuirão áreas diferentes. Diante disso, a conversão da propriedade ocorrerá de forma gradativa entre os talhões.

A proposição deste plano atende à norma vigente quanto à proibição da alternância de práticas de manejo orgânico e não orgânico numa mesma área, exceto na fase de substituição parcial de insumos<sup>36</sup>. Para a cultura do café, a diversidade estará assegurada pela manutenção de cobertura viva do solo.

A utilização de fertilizantes, corretivos e inoculantes no solo e do manejo de pragas para a cultura do café, autorizada especificamente pelo OAC ou pelo OCS, de acordo com a necessidade de uso prevista no Plano de Manejo Orgânico, deverão ser especificadas: as matérias-primas e o processo de obtenção do produto além da quantidade aplicada, mantendo-se detalhados e atualizados os registros e identificações das práticas (BRASIL, 2008).

A pesquisa adotará o plano de manejo da conversão parcial do café (Tabela 24), passando por três fases de manejo: substituição parcial de insumos, em conversão<sup>37</sup> e orgânico.

---

<sup>36</sup> A fase de substituição de insumos não é considerada como fase de transição, não entrando na contagem para a conversão.

<sup>37</sup> Durante a fase de conversão deve-se aplicar o manejo orgânico de produção; no entanto, o café adquirido não estará classificado como produto orgânico para a comercialização, permanecendo o preço do café convencional.

Tabela 24 - Plano de Manejo para o processo de conversão parcial do café convencional em café orgânico no Sítio Terra Verde

| PERÍODO  | SAFRAS    | PRODUÇÃO (Bienal) | TALHÃO    | ÁREA <sup>38</sup> | MANEJO       | APLICAÇÃO   |
|----------|-----------|-------------------|-----------|--------------------|--------------|-------------|
| ANO BASE | 2010/2011 | Alta              | 1,2,3 e 4 | 100%               | Convencional | 3C          |
|          | 2011/2012 | Baixa             | 1,2,3 e 4 | 100%               | Convencional | 3C          |
| 1º ANO   | 2012/2013 | Alta              | 1         | 7,6%               | Substituição | 1C 2O       |
|          |           |                   | 2,3 e 4   | 92,4%              | Convencional | 3C          |
| 2º ANO   | 2013/2014 | Baixa             | 1         | 7,6%               | Em Conversão | 3O          |
|          |           |                   | 2         | 22,9%              | Substituição | 1C 2O       |
|          |           |                   | 3 e 4     | 69,5%              | Convencional | 3C          |
| 3º ANO   | 2014/2015 | Alta              | 1         | 7,6%               | Em Conversão | 3O          |
|          |           |                   | 2         | 22,9%              | Em Conversão | 3O          |
|          |           |                   | 3         | 29,1%              | Substituição | 1C 2O       |
|          |           |                   | 4         | 40,4%              | Convencional | 3C          |
| 4º ANO   | 2015/2016 | Baixa             | 1         | 7,6%               | Orgânico     | Certificado |
|          |           |                   | 2         | 22,9%              | Em Conversão | 3O          |
|          |           |                   | 3         | 29,1%              | Em Conversão | 3O          |
|          |           |                   | 4         | 40,4%              | Substituição | 1C 2O       |
| 5º ANO   | 2016/2017 | Alta              | 1 e 2     | 30,5%              | Orgânico     | Certificado |
|          |           |                   | 3         | 29,1%              | Em Conversão | 3O          |
|          |           |                   | 4         | 40,4%              | Em Conversão | 3O          |
| 6º ANO   | 2017/2018 | Baixa             | 1, 2 e 3  | 59,6%              | Orgânico     | Certificado |
|          |           |                   | 4         | 40,4%              | Em Conversão | 3O          |
| 7º ANO   | 2018/2019 | Alta              | 1,2,3 e 4 | 100%               | Orgânico     | Certificado |
| 8º ANO   | 2019/2020 | Baixa             | 1,2,3 e 4 | 100%               | Orgânico     | Certificado |

Fonte: Delineamento utilizado no estudo

O plano de manejo no Sítio Terra Verde será realizado da seguinte maneira: no 1º ano se inicia a substituição de insumos em 7,6% da área da unidade produtiva (talhão 1), sendo que 92,4% da propriedade (talhões 2, 3 e 4) continuam com manejo convencional; no 2º ano o talhão 1 estará em conversão, com utilização apenas de insumos orgânicos, enquanto o talhão 2 iniciará a substituição de insumos e 69,5% da área de cultivo (talhões 3 e 4) continuam com manejo convencional; no 3º ano o talhão 1 continua em conversão, o talhão 2 também estará em conversão, o talhão 3 iniciará a substituição e 40,4% da área (talhão 4) continuam com manejo convencional; no 4º ano o talhão 1 passa ao manejo orgânico de produção, com obtenção do certificado, o talhão 2 continua em conversão, o talhão 3 estará em conversão e o talhão 4 iniciará a substituição de insumos; no 5º ano, 30,5% da área (talhões 1 e 2) utilizam o manejo orgânico

<sup>38</sup> A área está proporcionalmente dividida entre os quatro talhões. A área de cada talhão se encontra na Tabela 19.

com certificado, o talhão 3 continua em conversão, o talhão 4 estará em conversão; no 6º ano, 59,6% da propriedade (talhões 1, 2 e 3) utilizam o manejo orgânico, com certificado, o talhão 4 continua em conversão; no 7º ano e no 8º ano, 100% do cafezal (talhões 1, 2, 3 e 4) utilizam o manejo orgânico, com certificado.

Este estudo irá assim comparar os dois sistemas: o convencional e o orgânico (em cenários). Para que seja possível tal comparação será considerado um caso em que o produtor do Sítio Terra Verde não adote a conversão do café para o orgânico ao longo do período de oito anos. As variáveis das safras 2010/2011 e 2011/2012 permanecerão constantes ao longo do período em sistema convencional, obedecendo a bienalidade do café.

### **5.1.2.2 Caracterização dos parâmetros incorporados ao plano de manejo.**

Os fatores (em percentual) incorporados ao modelo desta pesquisa correspondentes ao preço do café orgânico, ao custo de produção e à produtividade foram obtidos através das referências citadas a seguir.

#### **5.1.2.2.1 Fator Preço**

O café arábica produzido organicamente, em geral, obtém preço 20% a 50% acima do preço da saca cultivada convencionalmente (SAES; SOUZA; OTANI, 2001).

#### **5.1.2.2.2 Fator Produtividade**

Assis e Romeiro (2004), analisando a conversão para a Agricultura Orgânica quanto à produção de café, numa amostra de 20 cafeicultores, tanto familiares quanto empresariais, verificaram que no início do processo de transição houve perda de produtividade, a qual variou de 10% a 80%, entre 15 entrevistados; para os outros produtores a mudança não apresentou redução da produtividade. A recuperação da produtividade mostrou muitas variações: para sete cafeicultores retornou ao nível inicial entre 1 a 6 anos; para seis produtores houve recuperação parcial de 10% a 50%, após 2 a 5 anos; para dois agricultores, não houve recuperação após 4 anos.

Na Agricultura Orgânica, segundo Santos e Santos (2008) apud Alencar et al. (2009), há limitações quanto à redução de produtividade, que é em média 30% menor. Esse decréscimo tende a zero com o tempo, quando a produção retorna aos patamares observados no manejo não orgânico, devido à fertilidade do solo que vai aumentando de forma gradativa em virtude da atividade dos microrganismos na decomposição da matéria orgânica.

#### **5.1.2.2.3 Fator Custo<sup>39</sup>**

Segundo pesquisa do PENSA (2009), o custo adicional de se produzir café especial (qualidade orgânico) em relação ao café convencional, entre os cafeicultores entrevistados, foi de 1 a 10% para 29% dos produtores; 11 a 20% para 50% dos produtores; 21 a 30% para 16% dos produtores e maior que 31% para 4% dos produtores.

## **5.2 Método**

### **5.2.1 Esquema do modelo**

O modelo matemático de programação linear tem como objetivos: a maximização do lucro e a minimização de custos de produção de café. O principal resultado a ser obtido é a verificação da viabilidade de se produzir o café em sistema orgânico durante os oito anos de conversão para toda a área da propriedade, incorporando todas as características recomendadas pela Agricultura Orgânica.

O conjunto dos passos para a construção da modelagem matemática de programação linear está ilustrado na Figura 37.

---

<sup>39</sup> Foi considerado o custo adicional sobre o custo por saca de café, o qual representa o dispêndio com as práticas culturais adotadas em sistema orgânico e as despesas com a certificação.

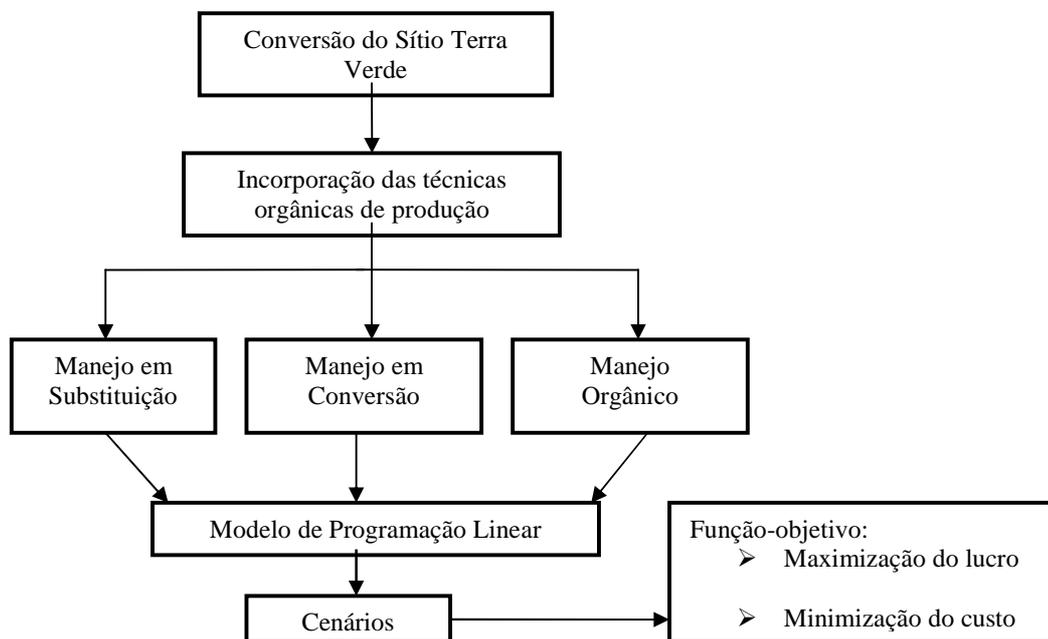


Figura 37 - Esquema dos passos para a construção da modelagem matemática, para a conversão da produção de café do sistema convencional para o sistema orgânico, no sítio Terra Verde, Espírito Santo do Pinhal, São Paulo

Fonte: Elaborada no estudo

Tendo como problema a conversão do Sítio Terra Verde para o sistema orgânico de produção, as técnicas da Agricultura Orgânica serão incorporadas ao sistema convencional da propriedade, passando pelo plano de manejo, através da substituição parcial dos insumos não orgânicos por orgânicos, pelo manejo em conversão e pelo manejo orgânico certificado. De posse das variáveis relevantes e do problema definido, constrói-se o modelo de programação linear através das funções objetivo e das restrições impostas ao modelo, realizando-se a análise dos resultados em vários cenários.

### 5.2.2 Construção matemática do modelo de Programação Linear

O modelo matemático de programação linear é composto por uma função-objetivo (maximização ou minimização), seis restrições (custo de colheita, custo de adubação, custo de defensivos, renda, produção e produtividade) e quatro variáveis de decisão (produtividades dos quatro talhões). O software LINDO foi utilizado para gerar os resultados, sendo um exemplo de arquivo de entrada apresentado no ANEXO D.

## 1) Função-objetivo: maximização do lucro

$$Max L = \sum_{talhão} l_{talhão} \times produt_{talhão} \times a_{talhão} \times f_{talhão}^r \times f_{talhão}^a \times f_{talhão}^p \quad (5-1)$$

O parâmetro formado para o lucro unitário ( $Paramet1_{lucro,talhão}$ ) de cada talhão é:

$$Paramet1_{lucro,talhão} = l_{talhão} \times a_{talhão} \times f_{talhão}^r \times f_{talhão}^a \times f_{talhão}^p \quad (5-2)$$

De forma simplificada, a maximização do lucro será igual à somatória desses parâmetros multiplicada pelas variáveis de decisão ( $produt_{talhão}$ ). Assim, tem-se:

$$Max L = \sum_{talhão} Paramet1_{lucro,talhão} \times produt_{talhão} \quad (5-3)$$

## 2) Função-objetivo: minimização do custo

$$Min CT = \sum_{talhão} c_{talhão} \times produt_{talhão} \times a_{talhão} \times f_{talhão}^a \quad (5-4)$$

O parâmetro formado para o custo unitário ( $Paramet2_{custo,talhão}$ ) de cada talhão é:

$$Paramet2_{custo,talhão} = c_{talhão} \times a_{talhão} \times f_{talhão}^a \quad (5-5)$$

De forma simplificada, a minimização do custo será igual à somatória desses parâmetros multiplicada pelas variáveis de decisão. Assim, tem-se:

$$Min CT = \sum_{talhão} Paramet2_{custo,talhão} \times produt_{talhão} \quad (5-6)$$

sendo:

$L$  = Lucro total;

$CT^{40}$  = Custo total;

$l_{talhão}^{41}$  = lucro unitário, em R\$, por saca de café colhido do talhão;

$c_{talhão}$  = custo unitário, em R\$, por saca de café colhido do talhão;

$produt_{talhão}^{42}$  = produtividade, em sacas, por hectares do talhão;

$a_{talhão}$  = área do talhão em hectares;

$f_{talhão}^r$  = fator atribuído ao talhão pela redução de produtividade;

<sup>40</sup> O custo total é a soma dos custos de adubação, de defensivos e de colheita.

<sup>41</sup> O lucro unitário é igual à renda menos o custo.

<sup>42</sup> O total da produtividade de cada talhão equivale à soma das produtividades por tipo de café colhido.

$f_{talhão}^a$  = fator atribuído ao talhão pelo aumento de custo;

$f_{talhão}^P$  = fator atribuído ao talhão pelo aumento do preço da saca em manejo orgânico.

### 3) Restrições:

**3a)** Renda mínima ( $R_{min}$ ): é a renda, em R\$, a ser obtida, devendo ser maior ou igual a  $R_{min}$  :

$$\sum_{talhão} p_{talhão} \times produt_{talhão} \times a_{talhão} \times f_{talhão}^r \times f_{talhão}^P \geq R_{min} \quad (5-7)$$

O parâmetro formado para a renda unitária ( $Paramet 3_{renda,talhão}$ ) de cada talhão é:

$$Paramet 3_{renda,talhão} = p_{talhão} \times a_{talhão} \times f_{talhão}^r \times f_{talhão}^P \quad (5-8)$$

De forma simplificada, a renda mínima será maior ou igual à somatória desses parâmetros multiplicada pelas variáveis de decisão. Assim, tem-se:

$$\sum_{talhão} Paramet 3_{renda,talhão} \times produt_{talhão} \geq R_{min} \quad (5-9)$$

sendo:

$p_{talhão}^{43}$  = preço da saca, em R\$, do talhão.

**3b)** Custo de adubação ( $CA$ ): é o custo, em R\$, com adubação, que deve ser limitado ao valor de  $CA$ , ou seja:

$$\sum_{talhão} cad_{talhão} \times produt_{talhão} \times a_{talhão} \times f_{talhão}^a \leq CA \quad (5-10)$$

O parâmetro formado para custo de adubação unitário ( $Paramet 4_{CA,talhão}$ ) de cada talhão é:

$$Paramet 4_{CA,talhão} = cad_{talhão} \times a_{talhão} \times f_{talhão}^a \quad (5-11)$$

De forma simplificada, o custo de adubação será menor ou igual à somatória desses parâmetros multiplicada pelas variáveis de decisão. Assim, tem-se:

$$\sum_{talhão} Paramet 4_{CA,talhão} \times produt_{talhão} \leq CA \quad (5-12)$$

sendo:

---

<sup>43</sup> O modelo está considerando o tipo de café colhido através do preço médio ponderado da saca de café (ANEXO C).

$cad_{talhão}$  = custo unitário de adubação, em R\$, por saca de café do talhão.

**3c)** Custo de defensivo ( $CD$ ): é o custo em R\$ com defensivo, que deve ser limitado ao valor de  $CD$ , ou seja:

$$\sum_{talhão} cdef_{talhão} \times produt_{talhão} \times a_{talhão} \times f_{talhão}^a \leq CD \quad (5-13)$$

O parâmetro formado para custo de defensivo unitário ( $Paramet5_{CD,talhão}$ ) de cada talhão é:

$$Paramet5_{CD,talhão} = cdef_{talhão} \times a_{talhão} \times f_{talhão}^a \quad (5-14)$$

De forma simplificada, o custo de defensivo será menor ou igual à somatória desses parâmetros multiplicada pelas variáveis de decisão. Assim, tem-se:

$$\sum_{talhão} Paramet5_{CD,talhão} \times produt_{talhão} \leq CD \quad (5-15)$$

sendo:

$cdef_{talhão}$  = custo unitário de defensivo, em R\$, por saca de café do talhão.

**3d)** Custo de colheita<sup>44</sup> ( $CC$ ): é o custo, em R\$, com colheita, que deve ser limitado ao valor de  $CC$ , ou seja:

$$\sum_{talhão} ccolh_{talhão} \times produt_{talhão} \times a_{talhão} \times f_{talhão}^r \times f_{talhão}^a \leq CC \quad (5-16)$$

O parâmetro formado para custo de colheita unitário ( $Paramet6_{CC,talhão}$ ) de cada talhão é:

$$Paramet6_{CC,talhão} = ccolh_{talhão} \times a_{talhão} \times f_{talhão}^r \times f_{talhão}^a \quad (5-17)$$

De forma simplificada, o custo de colheita será menor ou igual à somatória desses parâmetros multiplicada pelas variáveis de decisão. Assim, tem-se:

$$\sum_{talhão} Paramet6_{CC,talhão} \times produt_{talhão} \leq CC \quad (5-18)$$

sendo:

$ccolh_{talhão}$  = custo unitário de colheita, em R\$, por saca de café do talhão.

---

<sup>44</sup> Em relação ao custo de colheita incidirá o fator redutor de produtividade, pois como ocorrerá uma queda na produção, provavelmente o nível de custo de colheita será menor.

**3e) Produção Total (  $PT$  ):** é a produção em sacas de café, que deve ser limitada ao valor de  $PT$ , ou seja:

$$\sum_{\text{talhão}} \text{produção}_{\text{talhão}} \times a_{\text{talhão}} \times f_{\text{talhão}}^r \leq PT \quad (5-19)$$

O parâmetro formado para a produção unitária (  $Parâmetro_{PT, \text{talhão}}$  ) de cada talhão é:

$$Parâmetro_{PT, \text{talhão}} = a_{\text{talhão}} \times f_{\text{talhão}}^r \quad (5-20)$$

De forma simplificada, a produção total será menor ou igual à somatória desses parâmetros multiplicada pelas variáveis de decisão. Assim, tem-se:

$$\sum_{\text{talhão}} Parâmetro_{PT, \text{talhão}} \times \text{produção}_{\text{talhão}} \leq PT \quad (5-21)$$

**3f) Produtividade máxima<sup>45</sup> (  $produtividade_{\text{talhão}}^{\text{máx}}$  ):** é a produtividade, em sacas, por hectare de café obtida em cada talhão, que deve ser limitada ao valor de  $produtividade_{\text{talhão}}^{\text{máx}}$ , ou seja:

$$\text{produção}_{\text{talhão}} \leq produtividade_{\text{talhão}}^{\text{máx}} \quad (5-22)$$

Cada ano foi otimizado, independentemente, conforme a característica imposta pelo plano de manejo. Os limites das restrições de custo foram fixos ao longo do processo.

Portanto, de maneira sumarizada, o modelo matemático de otimização especificado está ilustrado na Figura 38.

---

<sup>45</sup> A produtividade máxima foi determinada pelo produtor do Sítio Terra Verde. A produtividade máxima das safras de alta produção é distinta daquela assumida para as safras de baixa produção.

Função-objetivo:

i. Maximizar

$$paramet\ 1_{lucro, talh\tilde{a}o\ 1} \times produt\ talh\tilde{a}o\ 1 + paramet\ 1_{lucro, talh\tilde{a}o\ 2} \times produt\ talh\tilde{a}o\ 2 +$$

$$paramet\ 1_{lucro, talh\tilde{a}o\ 3} \times produt\ talh\tilde{a}o\ 3 + paramet\ 1_{lucro, talh\tilde{a}o\ 4} \times produt\ talh\tilde{a}o\ 4$$

ou

ii. Minimizar

$$paramet\ 2_{custo, talh\tilde{a}o\ 1} \times produt\ talh\tilde{a}o\ 1 + paramet\ 2_{custo, talh\tilde{a}o\ 2} \times produt\ talh\tilde{a}o\ 2 +$$

$$paramet\ 2_{custo, talh\tilde{a}o\ 3} \times produt\ talh\tilde{a}o\ 3 + paramet\ 2_{custo, talh\tilde{a}o\ 4} \times produt\ talh\tilde{a}o\ 4$$

sujeito a:

iii. Renda)

$$paramet\ 3_{renda, talh\tilde{a}o\ 1} \times produt\ talh\tilde{a}o\ 1 + paramet\ 3_{renda, talh\tilde{a}o\ 2} \times produt\ talh\tilde{a}o\ 2 +$$

$$paramet\ 3_{renda, talh\tilde{a}o\ 3} \times produt\ talh\tilde{a}o\ 3 + paramet\ 3_{renda, talh\tilde{a}o\ 4} \times produt\ talh\tilde{a}o\ 4 \geq renda\ min$$

iv. Adubação)

$$paramet\ 4_{CA, talh\tilde{a}o\ 1} \times produt\ talh\tilde{a}o\ 1 + paramet\ 4_{CA, talh\tilde{a}o\ 2} \times produt\ talh\tilde{a}o\ 2 +$$

$$paramet\ 4_{CA, talh\tilde{a}o\ 3} \times produt\ talh\tilde{a}o\ 3 + paramet\ 4_{CA, talh\tilde{a}o\ 4} \times produt\ talh\tilde{a}o\ 4 \leq CA$$

v. Defensi)

$$paramet\ 5_{CD, talh\tilde{a}o\ 1} \times produt\ talh\tilde{a}o\ 1 + paramet\ 5_{CD, talh\tilde{a}o\ 2} \times produt\ talh\tilde{a}o\ 2 +$$

$$paramet\ 5_{CD, talh\tilde{a}o\ 3} \times produt\ talh\tilde{a}o\ 3 + paramet\ 5_{CD, talh\tilde{a}o\ 4} \times produt\ talh\tilde{a}o\ 4 \leq CD$$

vi. Colheita)

$$paramet\ 6_{CC, talh\tilde{a}o\ 1} \times produt\ talh\tilde{a}o\ 1 + paramet\ 6_{CC, talh\tilde{a}o\ 2} \times produt\ talh\tilde{a}o\ 2 +$$

$$paramet\ 6_{CC, talh\tilde{a}o\ 3} \times produt\ talh\tilde{a}o\ 3 + paramet\ 6_{CC, talh\tilde{a}o\ 4} \times produt\ talh\tilde{a}o\ 4 \leq CC$$

vii. Produção)

$$paramet\ 7_{PT, talh\tilde{a}o\ 1} \times produt\ talh\tilde{a}o\ 1 + paramet\ 7_{PT, talh\tilde{a}o\ 2} \times produt\ talh\tilde{a}o\ 2 +$$

$$paramet\ 7_{PT, talh\tilde{a}o\ 3} \times produt\ talh\tilde{a}o\ 3 + paramet\ 7_{PT, talh\tilde{a}o\ 4} \times produt\ talh\tilde{a}o\ 4 \leq PT$$

viii. Talhão 1)  $produt\ talh\tilde{a}o\ 1 \leq produt\ m\acute{a}x\ talh\tilde{a}o\ 1$

ix. Talhão 2)  $produt\ talh\tilde{a}o\ 2 \leq produt\ m\acute{a}x\ talh\tilde{a}o\ 2$

x. Talhão 3)  $produt\ talh\tilde{a}o\ 3 \leq produt\ m\acute{a}x\ talh\tilde{a}o\ 3$

xi. Talhão 4)  $produt\ talh\tilde{a}o\ 4 \leq produt\ m\acute{a}x\ talh\tilde{a}o\ 4$

Figura 38 - Sumarização do modelo matemático de otimização especificado

### 5.2.3 Cenários

Foram analisados nove cenários para tratar o problema, sendo três cenários não otimizados, três funções objetivo de maximização do lucro e três funções objetivo para minimização de custo.

O Quadro 6 mostra os cenários do sistema produtivo de café convencional em transição, para as três análises a serem realizadas. Em todos os cenários houve aumento nos custos de adubação, defensivos e colheita, de 10% na fase de substituição, 20% no 1º ano de conversão, 30% no 2º ano de conversão e 30% em manejo orgânico.

| Análise | Cenários sem otimização | Função-objetivo      |                      |
|---------|-------------------------|----------------------|----------------------|
|         |                         | Maximização do lucro | Minimização do custo |
| 1ª      | CS1                     | Cenário 1 (C1)       | Cenário 2 (C2)       |
| 2ª      | CS2                     | Cenário 3 (C3)       | Cenário 4 (C4)       |
| 3ª      | CS3                     | Cenário 5 (C5)       | Cenário 6 (C6)       |

Quadro 6 - Cenários do sistema produtivo de café convencional em transição

Na primeira análise, nos cenários CS1, C1 e C2, ocorreram reduções na produtividade de 10% em manejo em substituição, de 20% (1º ano) e de 30% (2º ano) em manejo em conversão; em manejo orgânico não houve aplicação de fator redutor. Após o respectivo talhão ter passado pelo manejo em conversão, o preço do café orgânico foi 30% maior que o preço do café convencional.

Na segunda análise, nos cenários CS2, C3 e C4, ocorreram reduções na produtividade de 20% em manejo em substituição e 30% nas fases em conversão e orgânico. Após o respectivo talhão ter passado pelo manejo em conversão, o preço do café orgânico foi 30% maior que o preço do café convencional.

Na terceira análise, nos cenários CS3, C5 e C6, ocorreram reduções na produtividade de 10% em manejo em substituição, de 20% (1º ano) e de 30% (2º ano) em manejo em conversão; em manejo orgânico não houve aplicação de fator redutor. Após o respectivo talhão ter passado pelo manejo em conversão, o preço do café orgânico foi o mesmo do café convencional, ou seja, uma situação em que o produtor comercializou a saca de café orgânico ao preço convencional.

Os fatores adotados para os respectivos talhões a cada ano estão nos ANEXOS E, F, G e H.

Em todos os cenários foram adicionados aos resultados os custos de secagem, beneficiamento e administrativo, após o processo de otimização, para verificar a viabilidade econômica do planejamento de conversão, através da obtenção do custo geral e do lucro geral. Por exemplo: para a maximização do lucro, obteve-se o lucro otimizado em R\$ 144.511,90, o custo de R\$ 200.762,68 e renda de R\$ 345.274,58. Após o processo de otimização, foram somados ao custo correspondente os custos de beneficiamento e secagem (R\$ 36.549,74) e custo administrativo (R\$ 32.000,00). Assim, obtido o Custo Geral de R\$ 269.312,42, este foi subtraído da renda para então se obter o Lucro Geral de R\$ 75.962,16.

A simulação acompanhou a bienalidade da produção do café em que o ano de “alta” será representado pela safra 2010/2011 e o ano de “baixa” será representado pela safra 2011/2012. O plano de manejo será iniciado pelo ano de alta produção (safra 2012/2013) e terminará no ano de baixa produção (safra 2019/2020). A Tabela 25 apresenta, de forma sumarizada, o resultado da produção de café em sistema convencional das safras 2010/2011 e 2011/2012, a serem comparados aos resultados dos cenários.

Tabela 25 - Sumarização do resultado da produção de café em sistema convencional do Sítio Terra Verde para as safras 2010/2011 e 2011/2012

| Variáveis                               | Safras (ano base) |            |
|---|-------------------|------------|
|   | 2010/2011         | 2011/2012  |
| Lucro (R\$)                             | 207.218,59        | 154.623,62 |
| Adubação (R\$)                          | 78.738,80         | 70.336,85  |
| Defensivo (R\$)                         | 24.464,80         | 22.072,00  |
| Colheita (R\$)                          | 110.450,00        | 105.375,00 |
| Custo (R\$)                             | 213.653,60        | 197.783,85 |
| Produção (sacas)                        | 1.099,17          | 705,69     |
| Renda (R\$)                             | 420.872,19        | 352.407,47 |
| Custo de beneficiamento e secagem (R\$) | 36.549,74         | 29.760,17  |
| Custo administrativo (R\$)              | 32.000,00         | 36.000,00  |
| Custo Geral (R\$)                       | 282.203,34        | 263.544,02 |
| Lucro Geral (R\$)                       | 138.668,86        | 88.863,46  |

Os comportamentos da produção, da renda, do custo e do lucro em sistema convencional, ao longo do período de oito anos, terão valores para as safras 2012/2013, 2014/2015, 2016/2017 e 2018/2019 iguais aos da safra 2010/2011 e para as safras 2013/2014, 2015/2016, 2017/2018 e 2019/2020 iguais aos da safra 2011/2012.

Os modelos otimizados apresentam a restrição de custo fixa ao longo do plano de manejo. Esta condição sugere que o produtor obtenha no máximo os custos já obtidos no sistema convencional. Desta forma, foi verificado como se comporta o custo total com aumentos nos custos unitários por saca dos insumos, assim como o comportamento da renda, do lucro e da produção.



## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 6.1 Análise 1

#### 6.1.1 Cenário sem otimização (CS1)

Neste cenário será apresentado o planejamento de conversão do café em que não há restrições impostas durante o processo. Os resultados provenientes do plano de manejo estão no APÊNDICE B.

A produção total de café beneficiado durante o período encontra-se ilustrada na Figura 39. De acordo com os critérios utilizados sobre a queda de produtividade entre os talhões para o CS1, pode-se observar que as safras de menor produção foram 2015/2016 para os de baixa produção e 2016/2017 para os de alta produção, atingindo uma produção total, respectivamente, de 579,69 sacas e 921,65 sacas, as quais representam uma variação de -17,9% e -16,2%, em relação às mesmas safras se o sistema permanecesse convencional. Na safra de 2015/2016 (4ª ano de conversão), apenas no talhão 1 não há incidência de fator redutor na produtividade, enquanto que na safra 2016/2017 (5ª ano de conversão) apenas nos talhões 1 e 2 não incide fator redutor de produtividade.

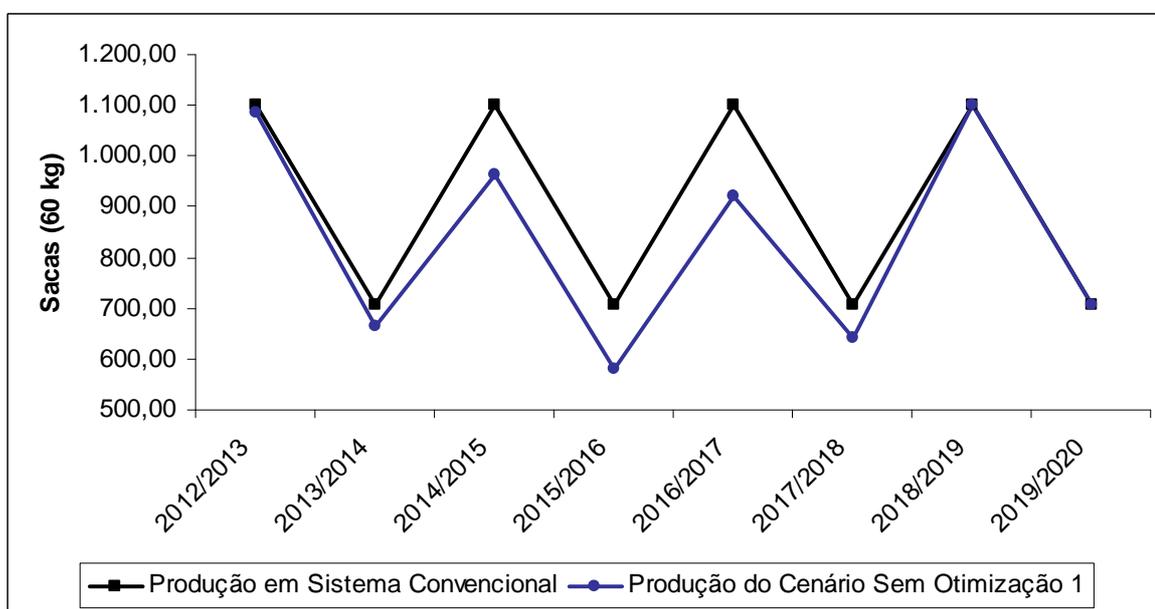


Figura 39 - Oscilação da produção total de café, em sacas, do cenário sem otimização (CS1) em comparação à produção em sistema convencional

Nas safras 2018/2019 e 2019/2020, observam-se os mesmos níveis de produção quando em sistema convencional, pois não houve fator redutor na produtividade dos talhões ao final do período, quando em manejo orgânico. É importante deixar claro que, para este estudo de caso, o sistema convencional manteve fixo o nível de produção (safras 2010/2011 e 2011/2012) ao longo do período para possibilitar a comparação entre os cenários. Isso se caracteriza como limitação ao resultado, pois o nível de produção, muito provavelmente, irá variar, devido às questões climáticas, problemas fitossanitários etc.

Em se tratando da renda, do custo e do lucro do produtor, serão apresentadas duas ilustrações: uma para as safras 2012/2013, 2014/2015, 2016/2017 e 2018/2019, as quais fazem referência à safra 2010/2011 e outra para as safras 2013/2014, 2015/2016, 2017/2018 e 2019/2020, as quais se referem à safra 2011/2012.

Observa-se na Figura 40 que na safra 2014/2015 (3º ano de conversão) houve queda na renda e aumento nos custos dos insumos; conseqüentemente, observou-se uma redução no lucro para R\$ 147 mil, o que implicou uma variação negativa de 28,8% em relação ao ano base (2010/2011). Isso se deve principalmente à queda de produtividade (12,3%) e ao fato de se continuar com o preço do café convencional.

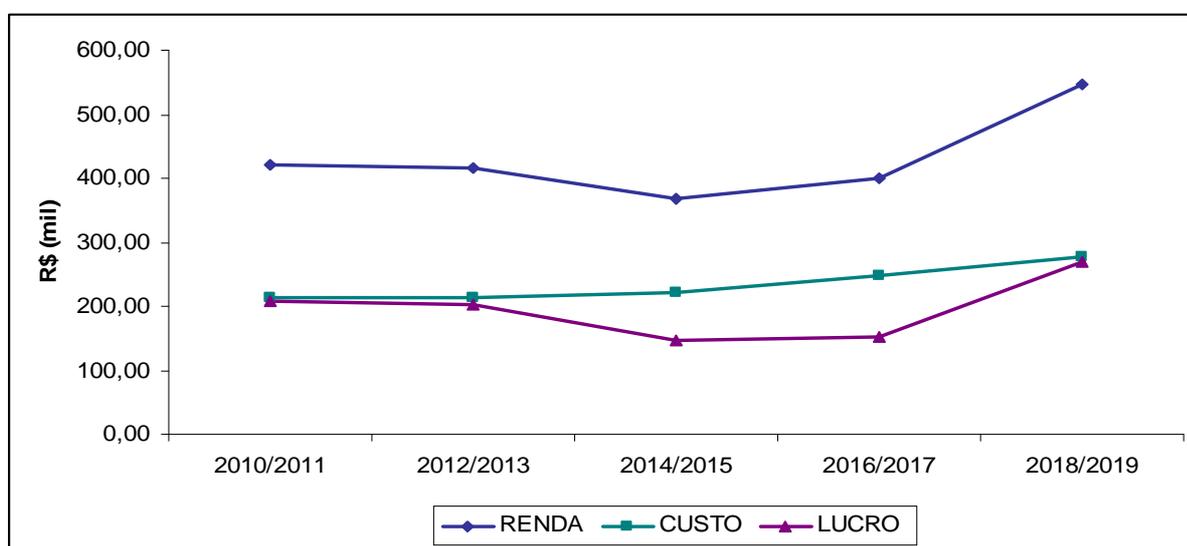


Figura 40 - Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, do cenário sem otimização (CS1), em anos de alta produção

Referente aos anos de baixa produção, com base na safra 2011/2012 (Figura 41), o 4º ano (safra 2015/2016) apresenta uma situação em que o lucro caiu para R\$ 87.914,01, o que corresponde a uma redução de 43,1% em relação ao sistema convencional. Isto se deve ao fato de

o 4º ano estar numa condição em que o talhão 1 é orgânico, os talhões 2 e 3 estão em conversão e o talhão 4 estar em fase de substituição, resultando na queda acentuada da produção em 17,9% e num consequente aumento dos custos em 8,2% e queda de 14,3% na renda.

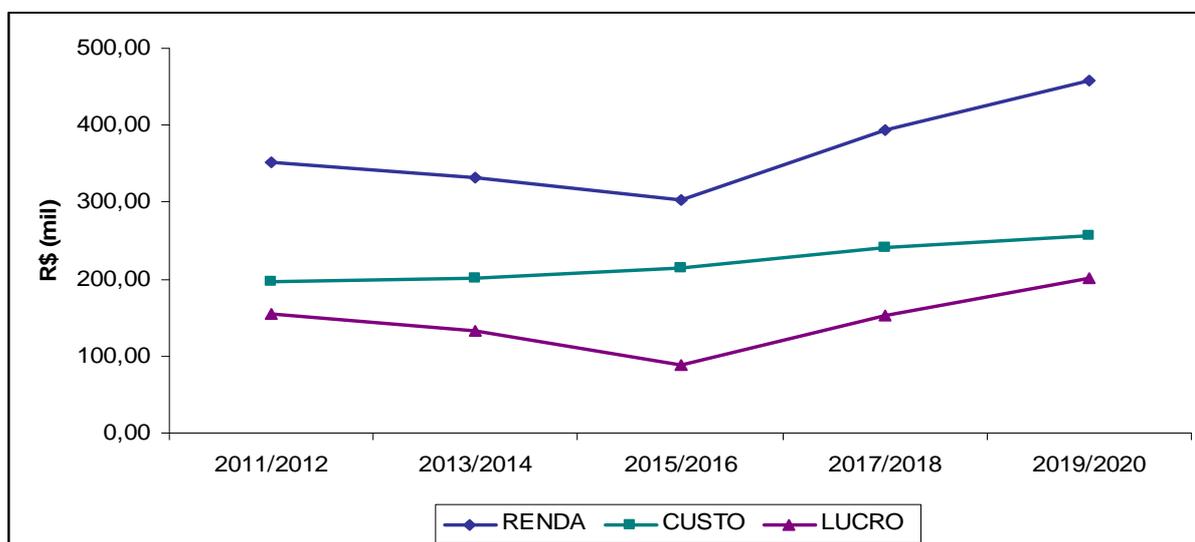


Figura 41 - Evolução da renda, do custo e do lucro, em (R\$), do cenário sem otimização (CS1), em anos de baixa produção

Durante o período de conversão para toda a área, observou-se que houve aumentos bastante expressivos ao longo dos anos de alta e de baixa produção. Para o 7º ano (safra 2018/2019) e 8º ano (safra 2019/2020) (Figuras 40 e 41), a renda, o custo e o lucro observaram aumento de 30% em relação à safra 2010/2011 e à safra 2011/2012, respectivamente, em que 100% da propriedade encontra-se em sistema orgânico.

Diante dessas análises, mesmo considerando o 4º ano crítico, verifica-se que é viável a produção orgânica aplicada ao café, pois gerou uma situação econômica melhor no final do período do planejamento (lucro de R\$ 269.384,17 e R\$ 201.010,71, respectivamente para as safras 2018/2019 e 2019/2020) em relação ao sistema convencional (lucro de R\$ 207.218,59 e R\$ 154.623,62, respectivamente para os anos base), com mesmo nível de produção e com adicional de 30% sobre o preço em manejo orgânico, apesar do aumento de 30% nos custos de produção.

### 6.1.2 Cenário 1 (C1)

Este cenário teve como função-objetivo a maximização do lucro, sendo que os resultados do plano de manejo correspondentes estão no APÊNDICE C.

A produção do C1 atingiu os menores índices nas safras 2016/2017 e 2017/2018, 5° e 6° ano de conversão, perfazendo, respectivamente, 777,37 sacas (alta produção) e 488,62 sacas (baixa produção) (Figura 42).

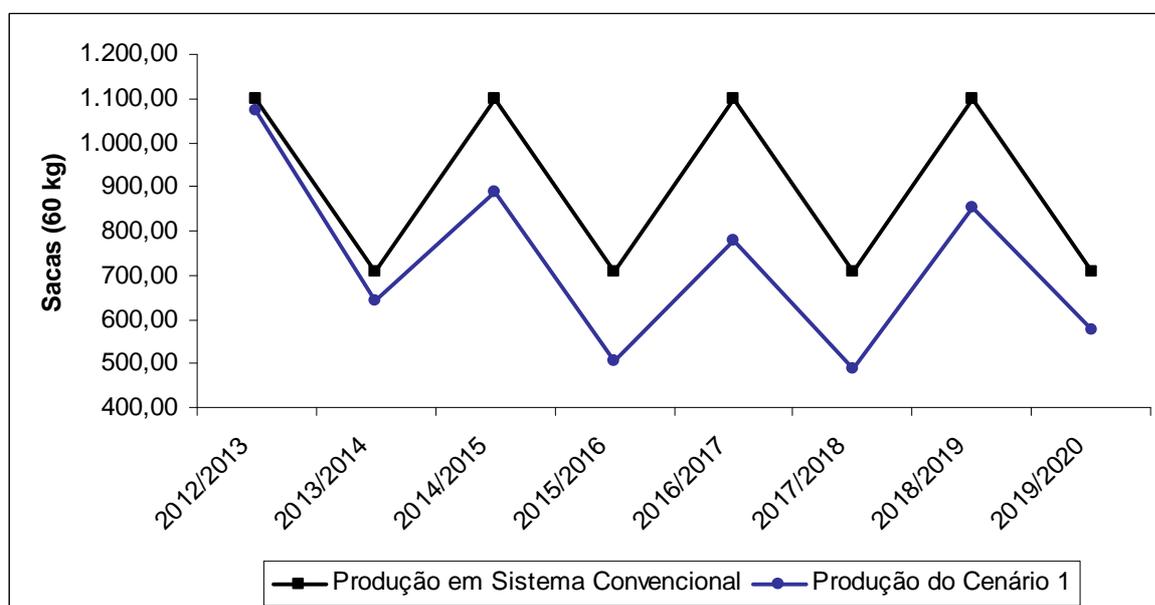


Figura 42 - Oscilação da produção total de café, em sacas, no cenário com maximização do lucro (C1) em comparação à produção em sistema convencional

Se o produtor decidisse realizar o processo de conversão, a produção de café iria variar em -22,6% sobre a safra 2018/2019 (850,77 sacas) e a produção sofreria uma redução de 18,5% sobre a safra 2019/2020 (574,91 sacas), comparando o sistema orgânico do C1 e o convencional.

Observe-se que, a partir da safra 2014/2015, os níveis de produção são bem menores no C1 em comparação ao sistema convencional. Isto se deve ao fato do modelo adotado ter atingido seu objetivo, associado ao melhor nível de produção que favorece o maior lucro, respeitando-se as restrições pertinentes.

Na Figura 43, verifica-se que o modelo otimizado para o lucro no 1° ano de conversão (safra 2012/2013) consumiu quase todos os insumos, com redução no custo de 0,72% em relação ao ano base (2010/2011). A renda e o lucro apresentaram comportamentos semelhantes; contudo, seus menores valores ocorreram na safra 2014/2015 (R\$ 340.000,00 e R\$ 137.137,70) e safra

2016/2017 (R\$ 345.274,58 e R\$ 144.511,90), verificando-se, respectivamente, uma redução de 19,22% e 17,96% na renda e outra redução de 33,82% e 30,26% no lucro em relação ao sistema convencional. A variação dessas duas variáveis para o último período (safra 2018/2019), em relação ao sistema convencional, foi de 7,64% para a renda e 0,54% para o lucro, respectivamente.

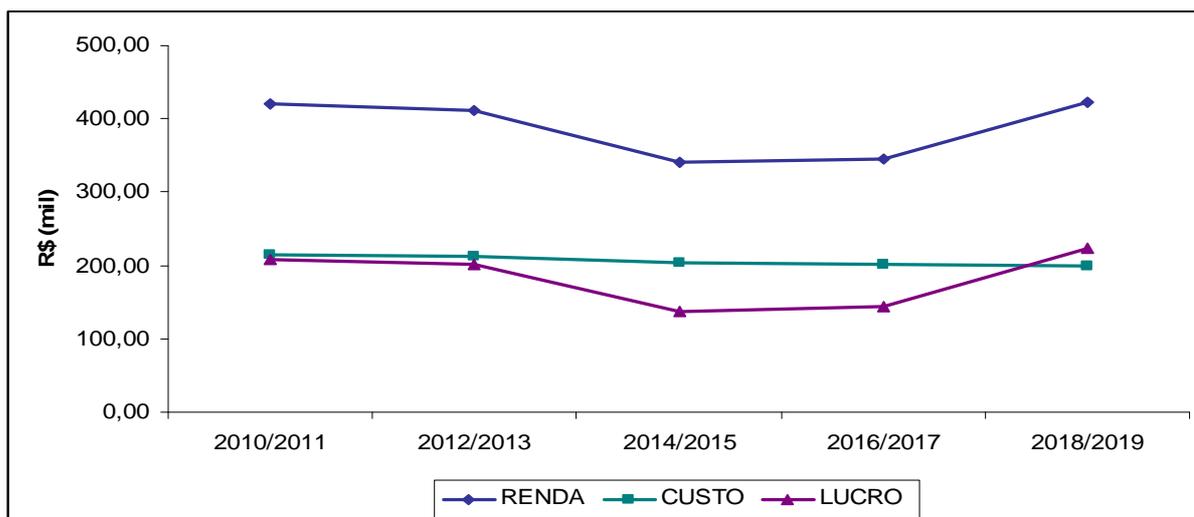


Figura 43 - Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, no cenário de maximização do lucro (C1), em anos de alta produção

Para os anos de baixa produção (Figura 44), o comportamento do custo total apresentou uma queda acentuada até o 6º ano de conversão (safra 2017/2018), chegando a R\$ 155.359,53 (variação de -21,45% em relação ao sistema convencional, safra 2011/2012). Em relação à renda e ao lucro, o 4º ano (safra 2015/2016) foi o mais preocupante, pois registrou uma variação negativa de 25,09% e de 44,36% sobre essas variáveis, ao nível de custo de R\$ 177.968,66.

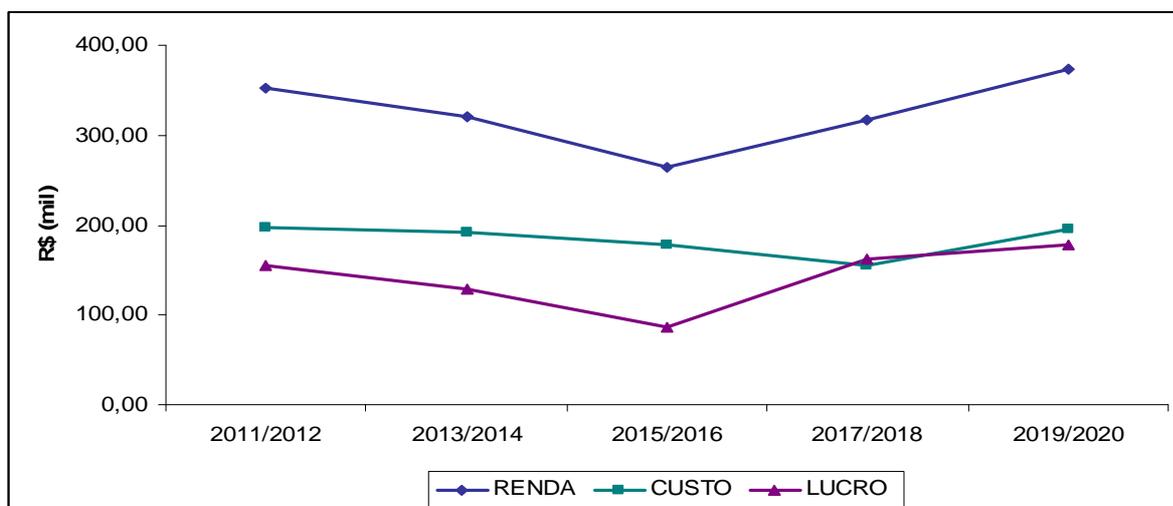


Figura 44 - Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, no cenário de maximização do lucro (C1), em anos de baixa produção

Sobre o 8º ano (safra 2019/2020), manejo 100% orgânico, o modelo otimizado resultou um aumento no lucro de 14,54%, atingindo o valor de R\$ 177.101,60 através de aumento na renda de 5,91% e redução de 0,84% no custo em relação à safra 2011/2012.

O comportamento dessas variáveis no período de conversão do café, através da maximização do lucro, apresentou reduções muito expressivas durante o período. Contudo, este cenário mostra que o plano de manejo é viável economicamente, pois gerou uma situação econômica melhor ao produtor (maior lucro em relação ao sistema convencional) no final do período, através de níveis de custo menores ou iguais aos do sistema convencional.

### 6.1.3 Cenário 2 (C2)

Este cenário teve como função-objetivo a minimização do custo, impondo níveis de renda abaixo do C1. Os resultados do plano de manejo correspondente estão apresentados no APÊNDICE D.

Com o propósito de o produtor obter custos menores, o cenário apresentou os níveis de produção ilustrados na Figura 45. Observa-se que as safras 2017/2018 (baixa produção) e 2018/2019 (alta produção) obtiveram o menor volume de sacas de café (462,12 e 804,22), respectivamente, com variações negativas de 34,5% e 26,8% em relação ao sistema convencional.

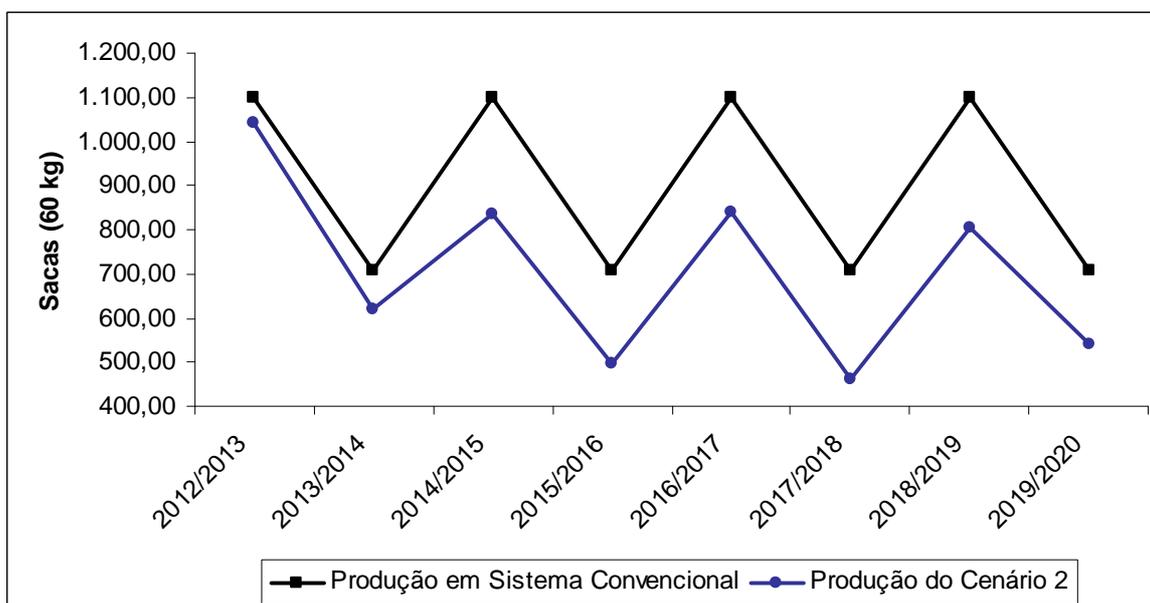


Figura 45 - Oscilação da produção total de café, em sacas, no cenário de minimização de custo (C2) em comparação à produção em sistema convencional

Observe-se que, a partir da safra 2014/2015, os níveis de produção são bem menores no C2 em comparação ao sistema convencional; isto se deve ao fato do modelo de programação linear ter atingido seu objetivo associado ao melhor nível de produção que favorecesse o menor custo, de acordo com as restrições.

Nos anos de alta produção, a média de custo foi de R\$ 193.402,60, variando em -6,89% no 7º ano (safra 2018/2019), em relação à safra 2010/2011 (Figura 46). O menor índice de renda (R\$ 320 mil) e de lucro (R\$ 132.150,90) ocorreu na safra 2014/2015, resultando numa redução de 20% e 33,74%, respectivamente, em relação ao ano base. Observa-se que o nível de lucro aumentou para R\$ 213.279,70 (variação de 6,93%) quando a área total estava em manejo orgânico (safra 2018/2019), em relação ao sistema convencional, ao mesmo nível de renda.

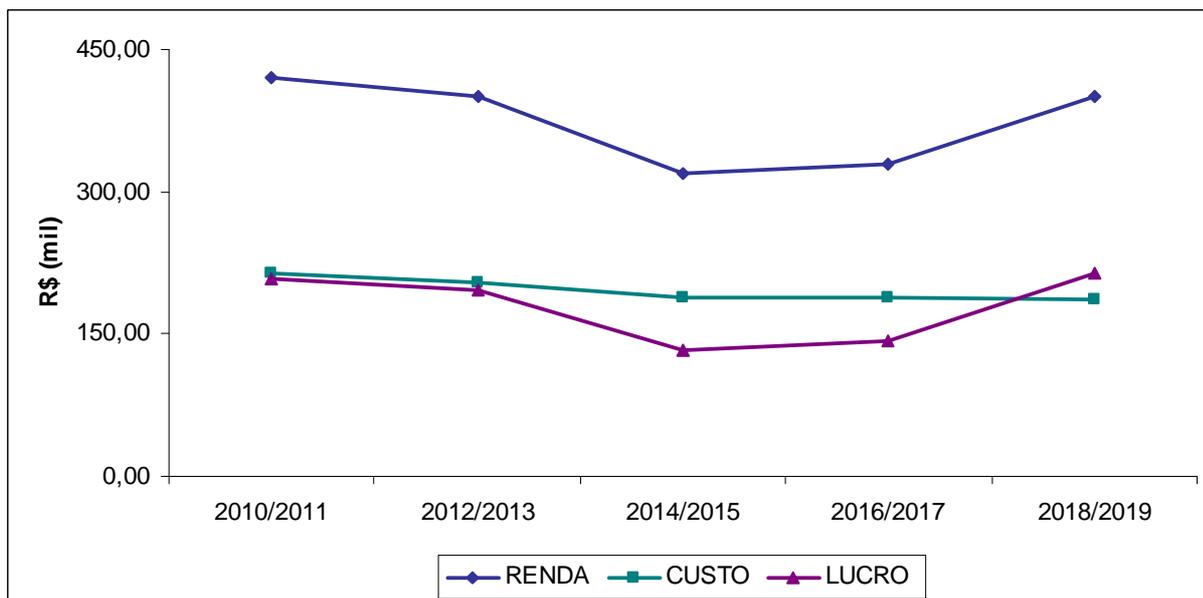


Figura 46 - Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, no cenário de minimização de custo (C2), em anos de alta produção

Nos anos de baixa produção, o custo variou em -9,45% (chegando a R\$ 179.073,90) no 8º ano (safra 2019/2020), em relação à safra 2011/2012 (Figura 47). A média de custo foi de R\$ 170.286,03 entre o 2º, 4º, 6º e 8º ano de conversão. No sexto ano (safra 2017/2018), verifica-se o menor nível de custo, chegando-se a R\$ 143.319,10. O menor índice de renda (R\$ 260 mil) e de lucro (R\$ 85.533,80) ocorreu no 4º ano de conversão (safra 2015/2016), resultando numa redução de 26,22% e 44,48%, respectivamente, em relação ao ano base (safra 2011/2012). Observa-se que o nível de lucro aumentou para R\$ 170.926,10 (variação de 10,54%) e a renda foi reduzida para R\$ 350 mil (redução de 0,68%) quando a área total estava em manejo orgânico (safra 2019/2020), em relação ao sistema convencional.

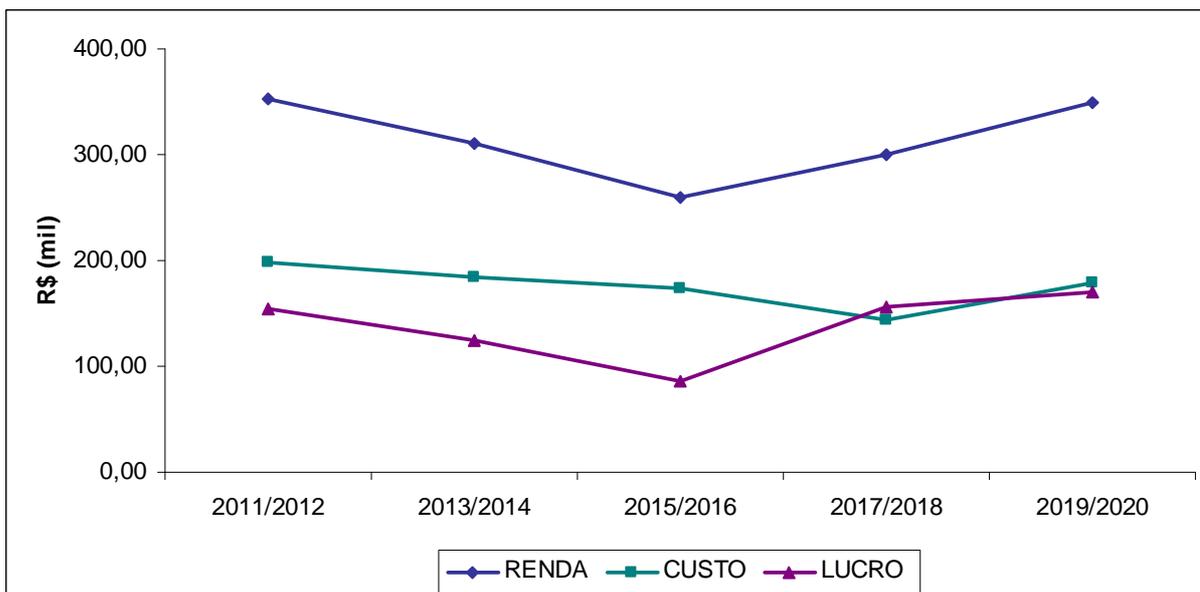


Figura 47 - Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, no cenário de minimização de custo (C2), em anos de baixa produção

Diante da minimização de custos e a um dado nível de renda, o cenário C2 apresentou uma situação econômica melhor ao produtor (maior lucro em relação ao sistema convencional) no final do planejamento, com menor nível de custo.

#### 6.1.4 Comparação do sistema convencional (SC) aos cenários CS1, C1 e C2.

Durante o plano de manejo, as restrições de custo dos cenários C1 e C2 permaneceram constantes, diferenciando-se do CS1 quando apresentaram níveis das variáveis (produção, renda, custo e lucro) em patamares mais elevados.

Comparando os custos de adubação durante o período de conversão para os anos de alta produção em relação ao SC (com base na safra 2010/2011), observa-se na Figura 48 que no C1 os custos atingiram o limite da restrição (R\$ 78.738,80) no 3º ano de conversão (safra 2014/2015), devido à otimização. Também é interessante observar que comparando os cenários (sistema em conversão) com o sistema convencional, verifica-se claramente a redução dos custos de adubação para os cenários 1 e 2 e o aumento dos custos para o CS1 em relação ao sistema que não adota a conversão, nas safras 2016/2017 e 2018/2019. Ao longo do período entre as safras de alta produção, 2012/2013 e 2018/2019, o custo total de adubação foi de R\$ 367.882,98, R\$ 314.955,20, R\$ 300.667,49 e R\$ 280.254,86, respectivamente, para o CS1, SC, C1 e C2. Isso

indica que o processo de conversão para o C2 foi mais vantajoso, pois proporcionou o menor custo de adubação.

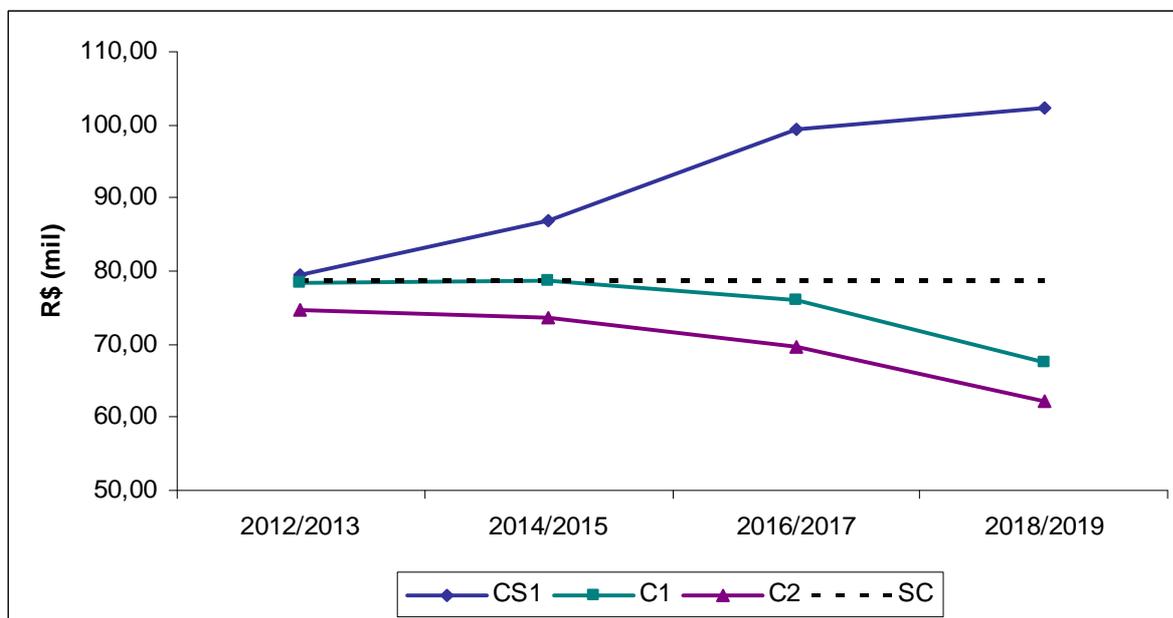


Figura 48 - Evolução dos custos de adubação para os cenários sem otimização (CS1), com maximização do lucro (C1) e com minimização de custo (C2) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de alta produção

Comparando os custos de adubação durante o período de conversão para os anos de baixa produção em relação ao SC (com base na safra 2011/2012), observa-se na Figura 49 que no C1 os custos atingiram o limite da restrição (R\$ 70.336,85) no 2º, 4º e 8º anos de conversão, devido à otimização. No 6º ano de conversão (safra 2017/2018), percebe-se que a variação dos custos foi totalmente inversa, apresentando aumento de 30% em CS1, e reduções de 20,23% em C1, e 26,04% em C2. Observa-se ainda que comparando os cenários com o sistema convencional, verifica-se claramente a redução dos custos de adubação para os cenários 1 e 2 e o aumento dos custos para o CS1, em relação ao sistema que não adota a conversão, conforme ilustrado para a safra 2017/2018. Ao longo do período, para as safras de baixa produção, o custo total de adubação foi de R\$ 340.029,57, R\$ 281.347,40, R\$ 267.120,90 e R\$ 252.844,37, respectivamente, para o CS1, SC, C1 e C2. Isso indica que o processo de conversão para o C2 foi mais vantajoso, pois proporcionou o menor custo de adubação.

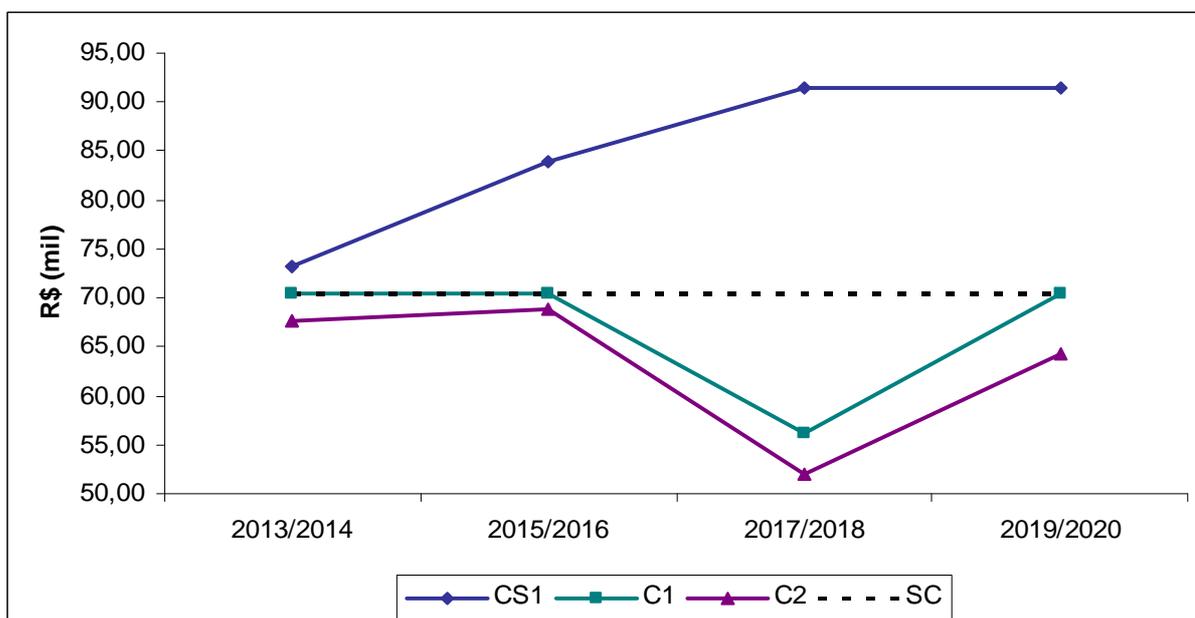


Figura 49 - Evolução dos custos de adubação para os cenários sem otimização (CS1), com maximização do lucro (C1) e com minimização de custo (C2) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de baixa produção

Ao se comparar os custos de defensivo (Figura 50) para os anos de alta produção, verifica-se que apenas no C1, na safra 2012/2013 e 2016/2017, houve o consumo total deste insumo, ou seja, atingiu-se o limite da restrição (R\$ 24.464,80). Comparando os cenários com o sistema convencional (com base na safra 2010/2011), observa-se na safra 2018/2019 queda dos custos para C1 e C2 e aumento de custos para CS1. Ao longo do período para as safras de alta produção, o custo total de defensivo foi de R\$ 114.337,90, R\$ 97.859,20, R\$ 95.440,02 e R\$ 88.236,40, respectivamente, para o CS1, SC, C1 e C2. Isso indica que o processo de conversão para o C2 foi mais vantajoso, pois proporcionou o menor custo de defensivo.

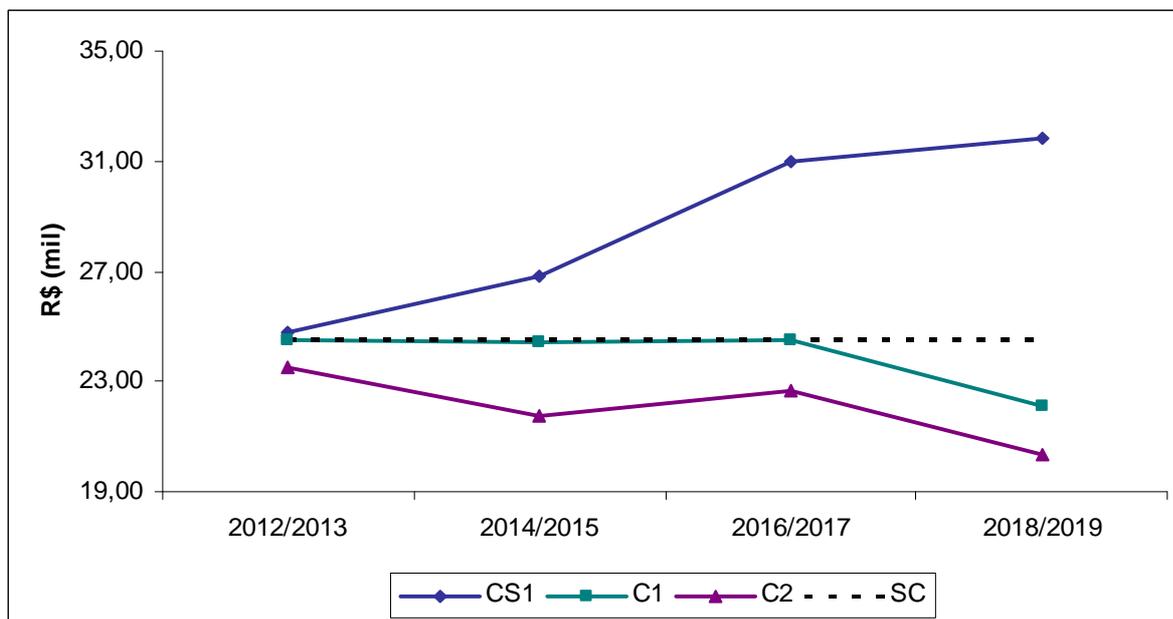


Figura 50 - Evolução dos custos de defensivo para os cenários sem otimização (CS1), com maximização do lucro (C1) e com minimização de custo (C2) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de alta produção

Ao se comparar os custos de defensivo (Figura 51) para os anos de baixa produção, verifica-se que apenas no C1, na safra 2019/2020, houve o consumo total deste insumo, ou seja, atingiu-se o limite da restrição (R\$ 22.072,00). Percebe-se também que ao comparar os cenários com o sistema convencional (com base na safra 2011/2012) nas safras 2015/2016 e 2016/2017, observa-se queda dos custos para C1 e C2 e aumento de custos para CS1. Ao longo do período, para as safras de baixa produção, o custo total de defensivo foi de R\$ 106.312,71, R\$ 88.288,00, R\$ 82.304,29 e R\$ 77.908,60, respectivamente, para o CS1, SC, C1 e C2. Isso indica que o processo de conversão para o C2 foi mais vantajoso, pois proporcionou o menor custo de defensivo.

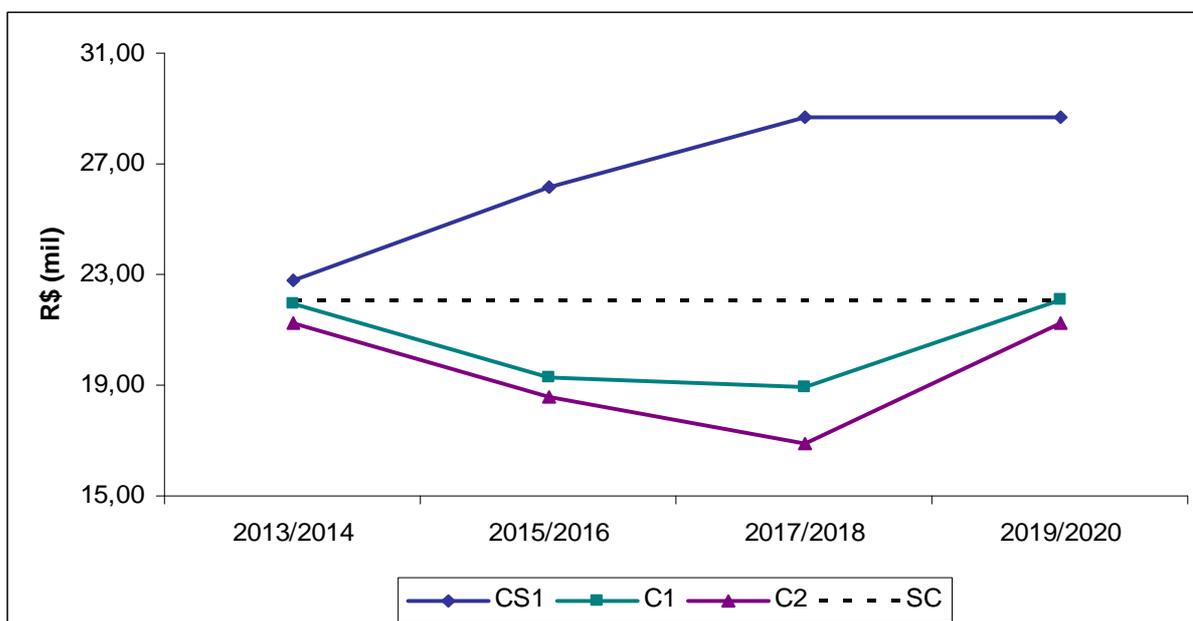


Figura 51 - Evolução dos custos de defensivos para os cenários sem otimização (CS1), com maximização do lucro (C1) e com minimização de custo (C2) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de baixa produção

Em relação aos custos de colheita é possível observar, através da Figura 52, que apenas no 7º ano de conversão (safra 2018/2019) houve consumo total deste insumo ao se alcançar o limite da restrição (R\$ 110.450,00) do C1 para os anos de alta produção. Comparando os cenários com o sistema convencional (com base na safra 2010/2011), observa-se na safra 2016/2017 queda dos custos para C1 e C2 e aumento de custos para CS1. Ao longo do período para as safras de alta produção, o custo total de colheita foi de R\$ 479.730,00, R\$ 441.800,00, R\$ 419.756,74 e R\$ 397.973,02, respectivamente, para o CS1, SC, C1 e C2. Isso indica que o processo de conversão para o C2 foi mais vantajoso, pois proporcionou o menor custo de colheita.

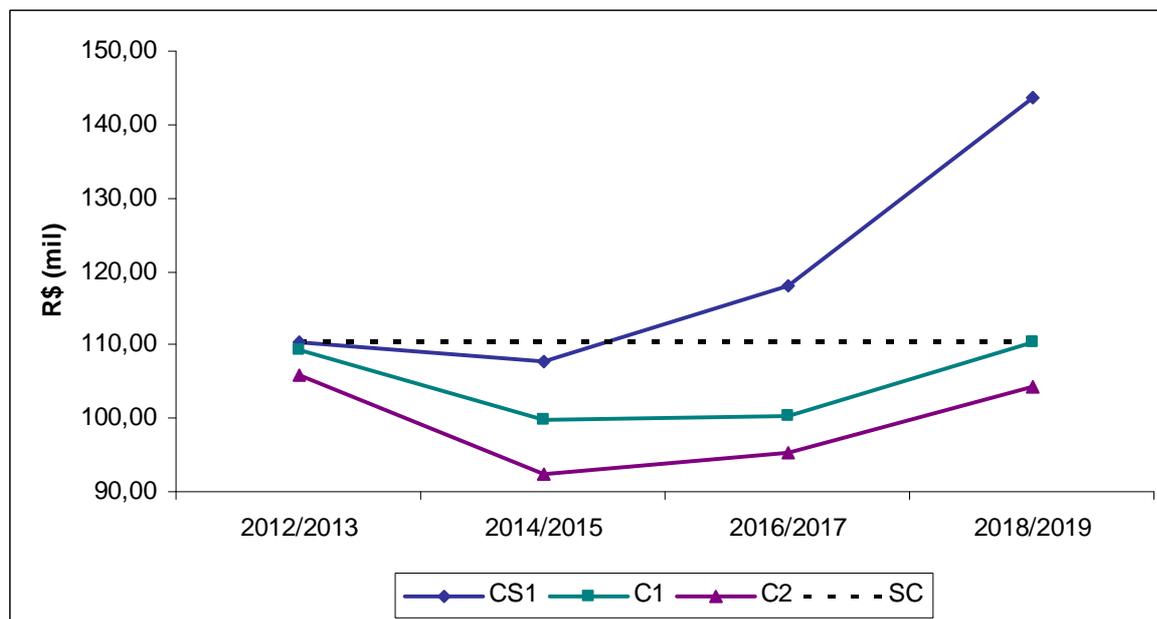


Figura 52 - Evolução dos custos de colheita para os cenários sem otimização (CS1), com maximização do lucro (C1) e com minimização de custo (C2) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de alta produção

Em relação aos custos de colheita, para os anos de baixa produção, é possível observar, através da Figura 53, que não houve consumo total deste insumo entre os cenários 1 e 2, ou seja, o custo foi menor que o limite da restrição (R\$ 105.375,00). Comparando os cenários com o sistema convencional (com base na safra 2011/2012), observa-se na safra 2017/2018 queda dos custos para C1 e C2 e aumento de custos para CS1. Ao longo do período para as safras de baixa produção, o custo total de colheita foi de R\$ 465.757,20, R\$ 421.500,00, R\$ 372.551,65 e R\$ 350.391,12, respectivamente, para o CS1, SC, C1 e C2. Isso indica que o processo de conversão para o C2 foi mais vantajoso, pois proporcionou o menor custo de colheita.

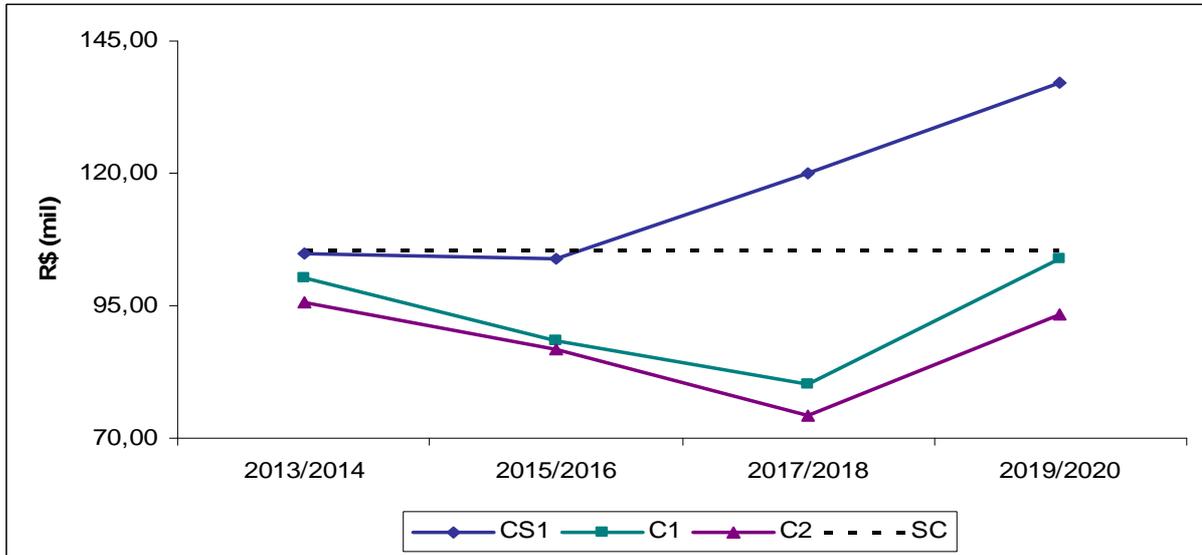


Figura 53 - Evolução dos custos de colheita para os cenários sem otimização (CS1), com maximização do lucro (C1) e com minimização de custo (C2) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de baixa produção

Analisando-se o lucro geral, para os anos de alta produção, ilustrado na Figura 54, observa-se que o comportamento dessa variável foi quase o mesmo para os cenários entre as safras 2012/2013 e 2016/2017. No entanto, para a safra 2018/2019 houve certa discrepância, quando ocorreu variação do lucro geral de 44,8% para o CS1, 11,41% para o C1 e 4,37% para o C2, em relação ao sistema convencional (com base na safra 2010/2011).

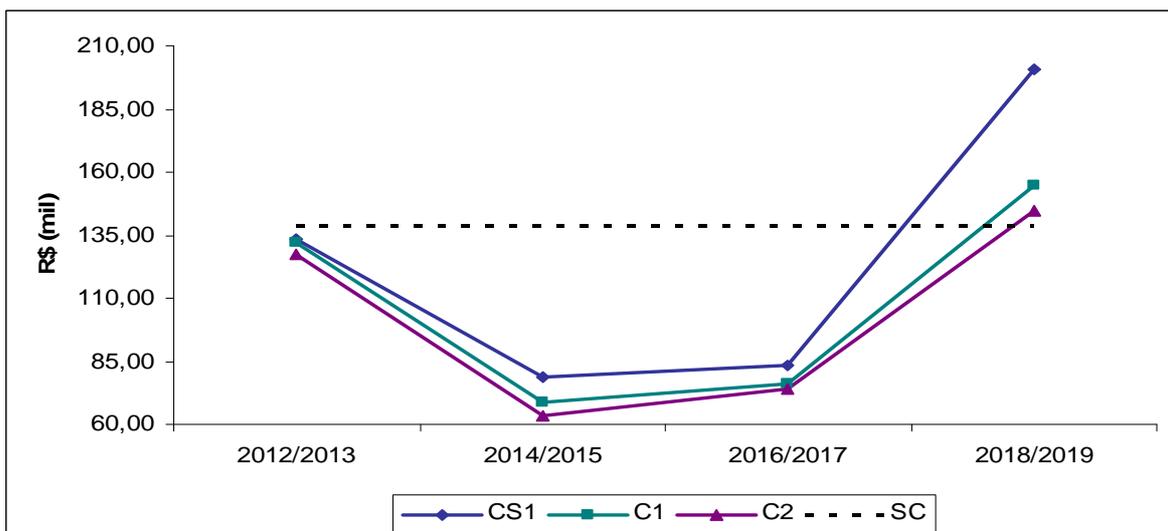


Figura 54 - Evolução do lucro geral para os cenários sem otimização (CS1), com maximização do lucro (C1) e com minimização de custo (C2) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de alta produção

Comparando os cenários com o sistema convencional ao longo do período para as safras de alta produção (Figura 54), o lucro geral total foi de R\$ 554.675,42, R\$ 496.608,41, R\$ 430.847,51 e R\$ 409.336,05, respectivamente, para o SC, CS1, C1 e C2. Isso indica que o processo de conversão no período de oito anos foi menos vantajoso, pois proporcionou o menor lucro. No entanto, para as próximas safras a partir da safra 2020/2021 até a safra 2026/2027 para os anos de alta produção (totalizando quatro anos de produção de café orgânico), mantendo-se fixo o nível de produção de café orgânico, o lucro geral total será de R\$ 883.337,73, R\$ 617.978,65 e R\$ 578.919,85, respectivamente, para o CS1, C1 e C2, indicando a vantagem de se produzir em sistema orgânico em relação ao convencional.

Em relação à Figura 55, percebe-se claramente que o 4º ano (safra 2015/2016) do plano de manejo foi um ano crítico, identificado pelos três cenários. Apesar da grande variação negativa do lucro geral, com média de 72,86% entre os cenários, o lucro se encontra numa margem positiva média de R\$ 20.833,10. Essa situação, encontrada na safra 2015/2016, se deve ao fato de apenas o talhão 1 produzir organicamente, enquanto os outros talhões estão em fase de conversão, caracterizando maiores incidências dos fatores de redução de produtividade e aumento de custos.

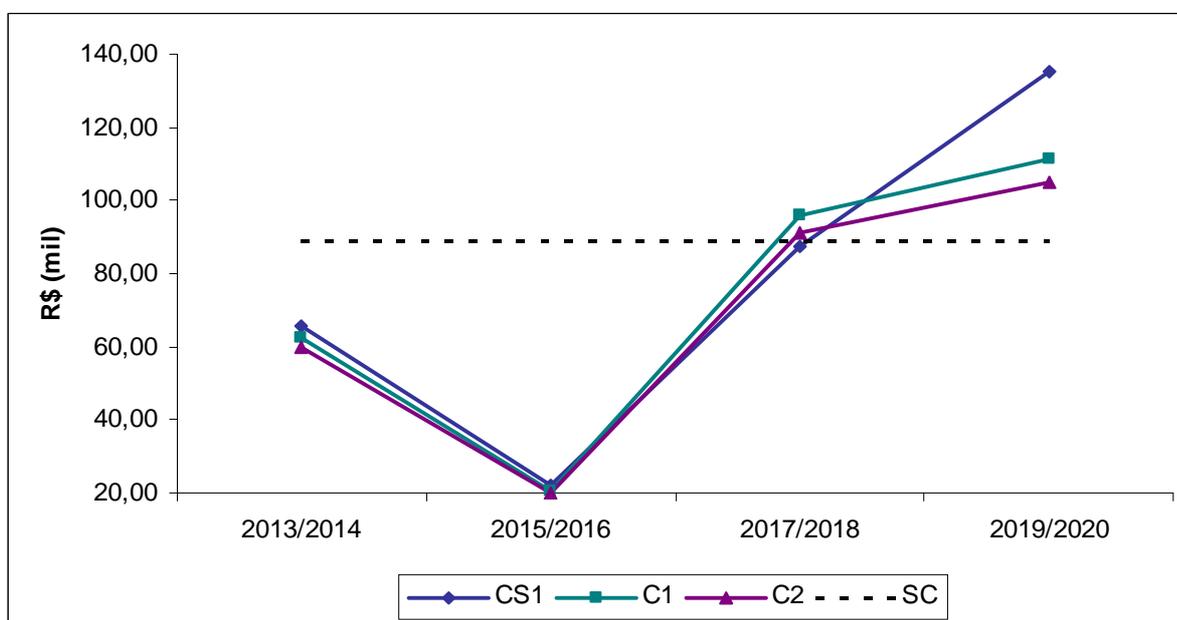


Figura 55 - Evolução do lucro geral para os cenários sem otimização (CS1), com maximização do lucro (C1) e com minimização de custo (C2) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de baixa produção

Verifica-se que, no 6º ano de conversão (safra 2017/2018), os cenários otimizados obtiveram variação positiva (8,05% para C1 e 2,31% para o C2), enquanto o CS1 apresentou variação negativa de 1,88% em relação ao sistema convencional (com base na safra 2011/2012). Isso se deve principalmente ao maior nível de custo geral para o CS1. Observa-se na safra 2019/2020 o aumento do lucro geral dos cenários em relação ao sistema convencional com variação de 52,2% para CS1, 25,29% para C1 e 18,34% para C2.

Comparando os cenários com o sistema convencional ao longo do período para as safras de baixa produção (Figura 55), o lucro geral total foi de R\$ 355.453,83, R\$ 310.488,89, R\$ 290.352,26 e R\$ 275.815,24, respectivamente, para o SC, CS1, C1 e C2. Isso indica que o processo de conversão no período de oito anos foi menos vantajoso, pois proporcionou o menor lucro. No entanto, para as próximas safras a partir da safra 2021/2022 até a safra 2027/2028, para os anos de baixa produção (totalizando quatro anos de produção de café orgânico), mantendo-se fixo o nível de produção de café orgânico, o lucro geral total será de R\$ 541.002,18, R\$ 445.365,74 e R\$ 420.663,74, respectivamente, para o CS1, C1 e C2, indicando a vantagem de se produzir em sistema orgânico em relação ao convencional.

Ainda sobre as Figuras 54 e 55, se o produtor adotar o plano de conversão representado pelo CS1 para obter maior lucro, ele terá que realizar maiores investimentos, pois os custos de produção irão aumentar. Entretanto, se o produtor deseja investir ao nível de custo do sistema convencional para obtenção de maior lucro no sistema orgânico, deve optar pelos planos de manejo do C1 e C2.

Contudo, diante da variação do lucro geral em relação aos cenários CS1, C1 e C2, é possível afirmar que seja viável economicamente a produção orgânica aplicada ao café, através do aumento de 30% dos custos, por não ocorrer fator redutor de produtividade em manejo em orgânico e pela bonificação de 30% sobre o preço da saca em função da certificação a ser obtida.

Finalmente, através da análise de sensibilidade, observou-se que restrição de adubação é a mais impactante à função-objetivo. No caso do C1, para a safra 2014/2015, a variação de uma unidade monetária no custo de adubação proporcionaria variação de 3,8 unidades monetárias no lucro.

## 6.2 Análise 2

### 6.2.1 Cenário sem otimização (CS2)

Neste cenário será realizada uma apresentação do planejamento de conversão do café em processo, no qual não incorreram restrições. Seus resultados encontram-se no APÊNDICE E.

A produção total de café durante a transição encontra-se na Figura 56. De acordo com os critérios utilizados sobre a queda de produtividade entre os talhões em todo o período, pode-se observar que os anos de menor produção foram os das safras 2016/2017 e 2018/2019 (alta produção) e das safras 2017/2018 e 2019/2020 (baixa produção), atingindo uma produção total, respectivamente, de 769,42 sacas e 493,98 sacas.

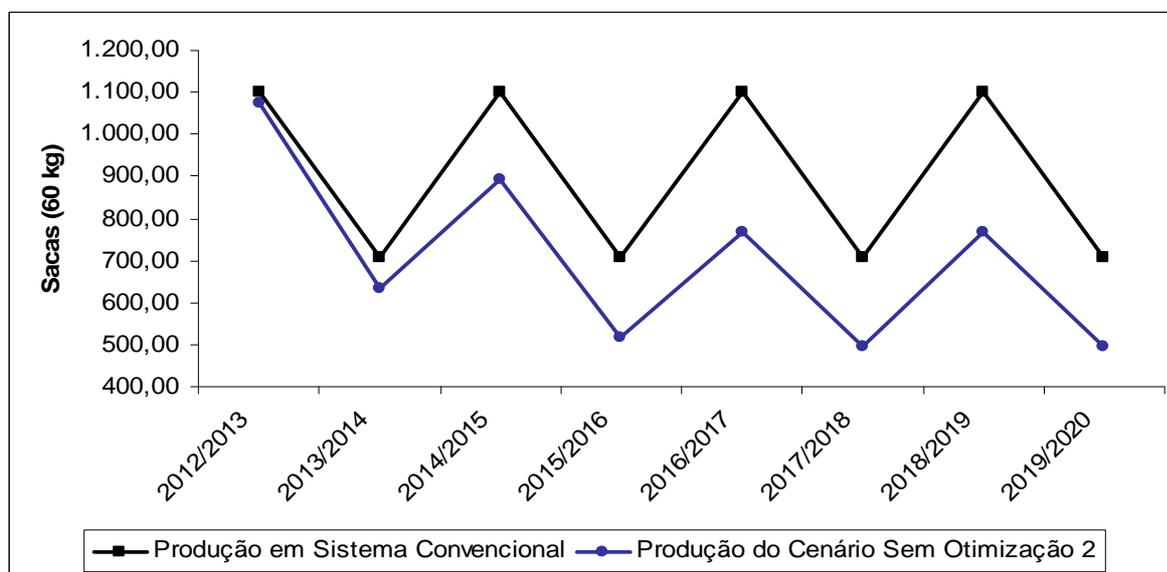


Figura 56 - Oscilação da produção total de café, em sacas, do cenário sem otimização (CS2), em comparação à produção em sistema convencional

Em se tratando da renda, do custo e do lucro do produtor, serão apresentadas duas ilustrações: uma para as safras 2012/2013, 2014/2015, 2016/2017 e 2018/2019, as quais fazem referência à safra 2010/2011 e outra para as safras 2013/2014, 2015/2016, 2017/2018 e 2019/2020, as quais se referem à safra 2011/2012.

Já foi mencionado anteriormente que, para este estudo de caso, o sistema convencional manteve o nível de produção fixo (safras 2010/2011 e 2011/2012) ao longo do período para possibilitar a comparação com os cenários.

Em relação à renda, ao custo e ao lucro do produtor que fazem referência à safra 2010/2011, observa-se na Figura 57 que no quinto ano (safra 2016/2017) houve queda na renda e um pequeno aumento nos custos (variação de 7,1%); conseqüentemente, ocasionou uma redução no lucro que contabilizou R\$ 99.112,12, o que implicou uma variação negativa de 52,2% em relação ao ano base (2010/2011).

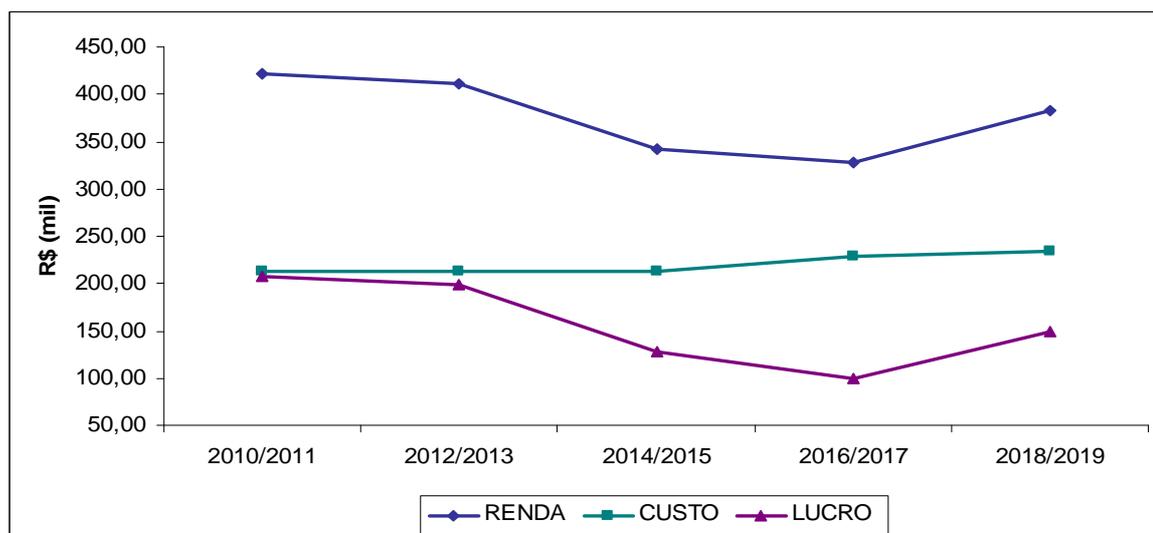


Figura 57 - Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, do cenário sem otimização (CS2), em anos de alta produção

Com base na safra 2011/2012 e referente aos anos de baixa produção (Figura 58), o ano 4 apresenta uma situação bastante preocupante, pois houve uma redução de 58,8% no lucro, chegando a R\$ 63.662,40. Isto se deve ao fato de o 4º ano estar numa condição em que os talhões apresentam maiores incidências dos fatores custo e produção e que apenas o talhão 1 recebe o bônus sobre o preço da saca por ser orgânico, resultando na queda acentuada da produção para 515,70 sacas (variação de -26,9%) conseqüente aumento dos custos para R\$ 202.626,59 (variação de 2,4%) e redução da renda para R\$ 266.288,99 (variação de -24,4%).

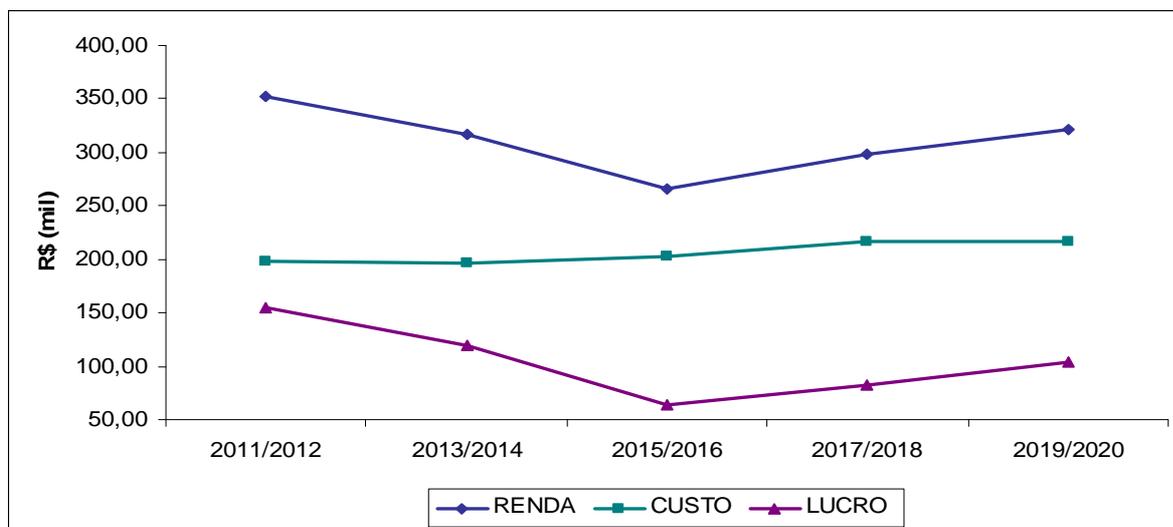


Figura 58 - Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, do cenário sem otimização (CS2), em anos de baixa produção

Ainda em relação às Figuras 57 e 58, percebe-se que a adoção da técnica orgânica não foi vantajosa, pois os níveis de lucros caíram no final do período em 28,4% no 7º ano do planejamento (safra 2018/2019), e em 32,3% no 8º ano do processo de conversão (safra 2019/2020). Isso se deve principalmente à queda de produção (30%), mesmo com o incremento de 30% no preço da saca. Contudo, até o final do processo houve uma perda de lucratividade, pois os lucros chegaram no 7º ano a R\$ 148.319,52 e no 8º ano a R\$ 104.668,04.

### 6.2.2 Cenário 3 (C3)

Os resultados do plano de manejo deste cenário (maximização do lucro) estão no APÊNDICE F.

A produção atingiu os menores índices no 4º (safra 2015/2016) e 7º anos (2018/2019), representando, respectivamente, um ano de baixa produção e um ano de alta produção (Figura 59). Em relação ao sistema convencional correspondente à safra 2010/2011, a produção de café variou em -41,9% sobre o 7º ano (637,87 sacas) e correspondente à safra 2011/2012, a produção sofreu uma redução para 402,44 sacas (variação de -42,9%) sobre o 8º ano (safra 2019/2020).

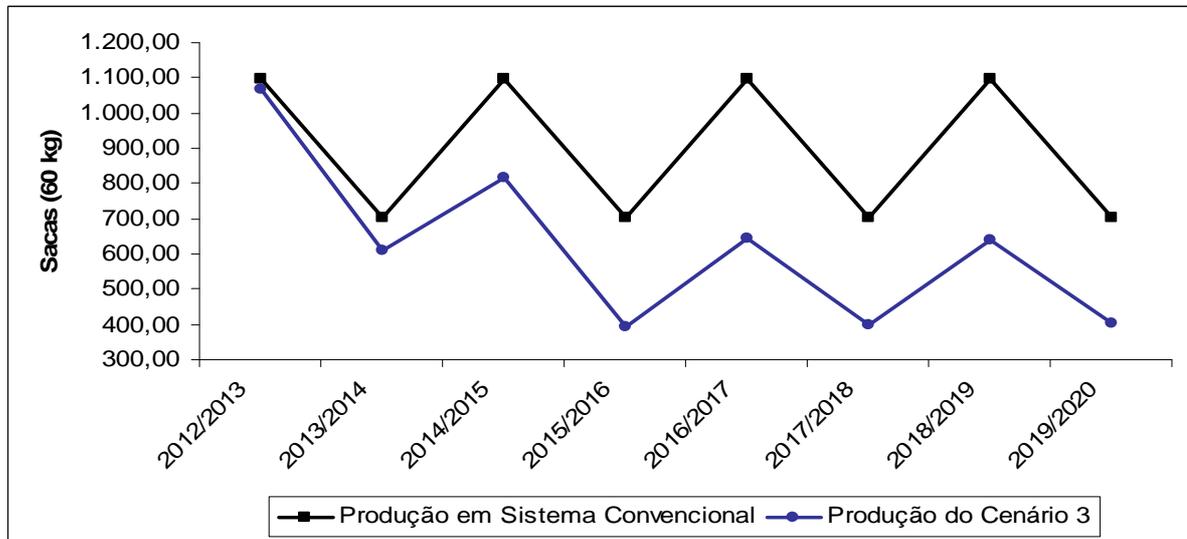


Figura 59 - Oscilação da produção total de café, em sacas, no cenário com maximização do lucro (C3), em comparação à produção em sistema convencional

Verifica-se a partir da Figura 60 que, no modelo otimizado para o lucro nos anos de alta produção, o custo variou -14,1% no final do período em relação ao ano base (2010/2011). No 3º ano (safra 2012/2013) e 5º ano (safra 2016/2017), foram observados menores valores de renda e no lucro: houve redução de 25,6% e 33,6% para a renda e variação de -42,8% e de -53,6% para o lucro, respectivamente. A variação dessas duas grandezas para o último período (safra 2018/2019) foi de -24,6% para renda, chegando a R\$ 261.259,77 e de -35,3% para o lucro, e a R\$ 96.248,79 em relação à safra 2010/2011.

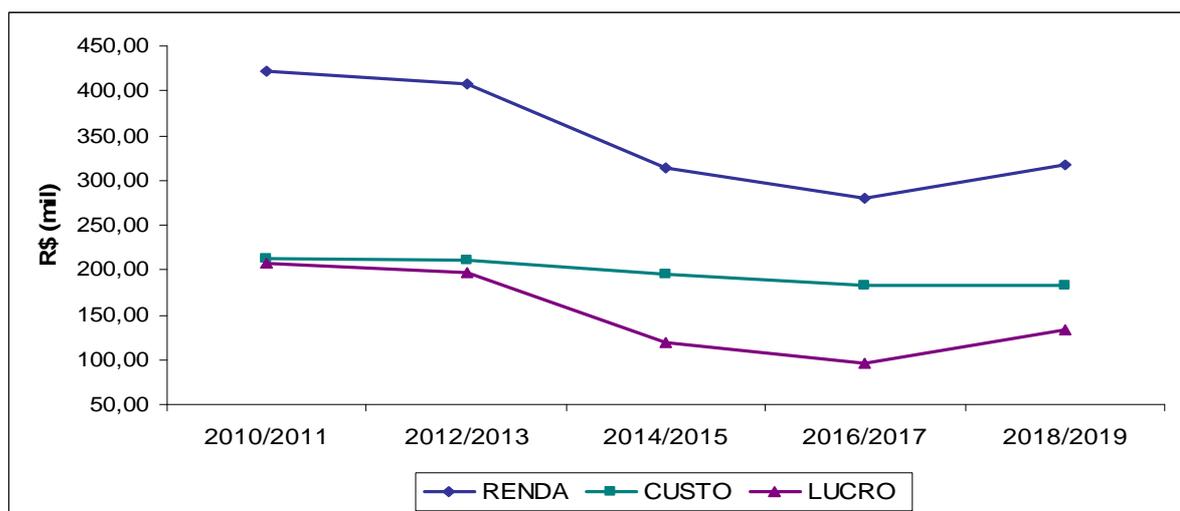


Figura 60 - Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, no cenário de maximização do lucro (C3), em anos de alta produção

Para os anos de baixa produção, as variáveis renda, custo e lucro apresentaram quase o mesmo comportamento ao longo do período (Figura 61). Em relação ao 4º ano, houve uma perda de R\$ 146.314,00 (variação de -41,5%) para a renda, o custo caiu em torno de R\$ 57 mil (variação de -28,8%) e o lucro foi reduzido a R\$ 89.211,90 (variação de -57,8%), comparado ao ano base (safra 2011/2012). Em relação ao 8º ano (safra 2019/2020), a renda, o custo e o lucro sofreram quedas de 25,9%, 16,6% e 37,8%, respectivamente.

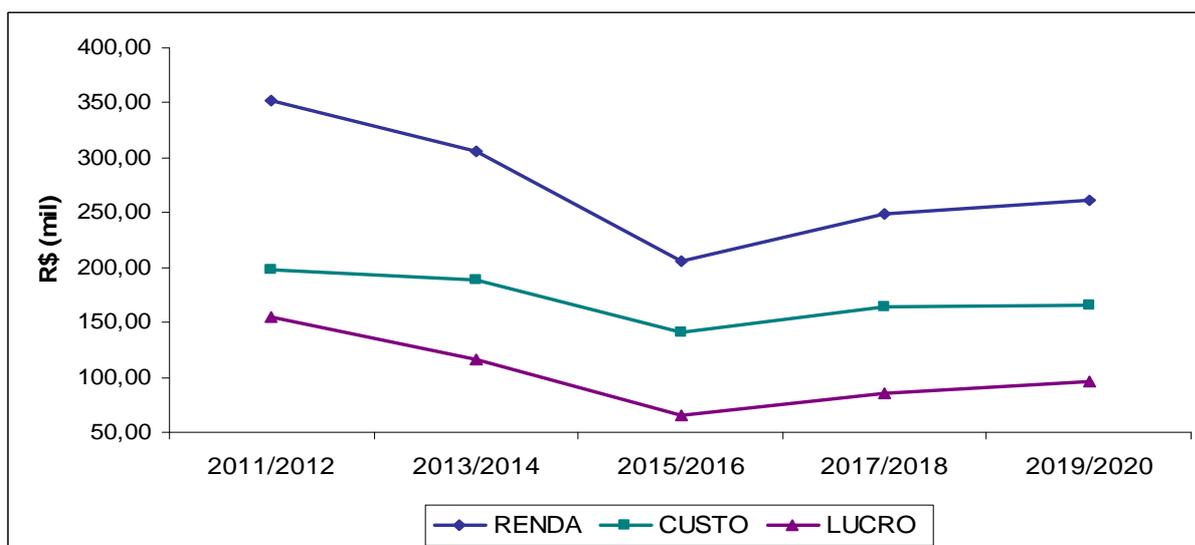


Figura 61 - Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, no cenário de maximização do lucro (C3), em anos de baixa produção

O cenário C3 apresentou uma situação desvantajosa para o produtor, pois no final do planejamento gerou lucro menor em relação ao do manejo convencional, tanto para os anos de alta quanto de baixa produção, mesmo mantendo-se o custo de produção igual ou menor ao observado em sistema não orgânico.

### 6.2.3 Cenário 4 (C4)

Tendo como função-objetivo a minimização do custo, este cenário impôs níveis de renda abaixo daqueles referenciados para C3. Os resultados do plano de manejo correspondente estão no APÊNDICE G.

Com o propósito de o produtor obter custos menores, o cenário apresentou os níveis de produção ilustrados na Figura 62. Observa-se que a safra 2017/2018 (baixa produção) e a safra 2018/2019 (alta produção) obtiveram os menores níveis de produção de sacas de café, respectivamente, com variações negativas de 49,27% e 45,16% em relação ao sistema

convencional (anos base). No 4º ano (safra 2015/2016), considerado como crítico, a produção caiu em 238,86 sacas, representando uma variação negativa de 37,21%.

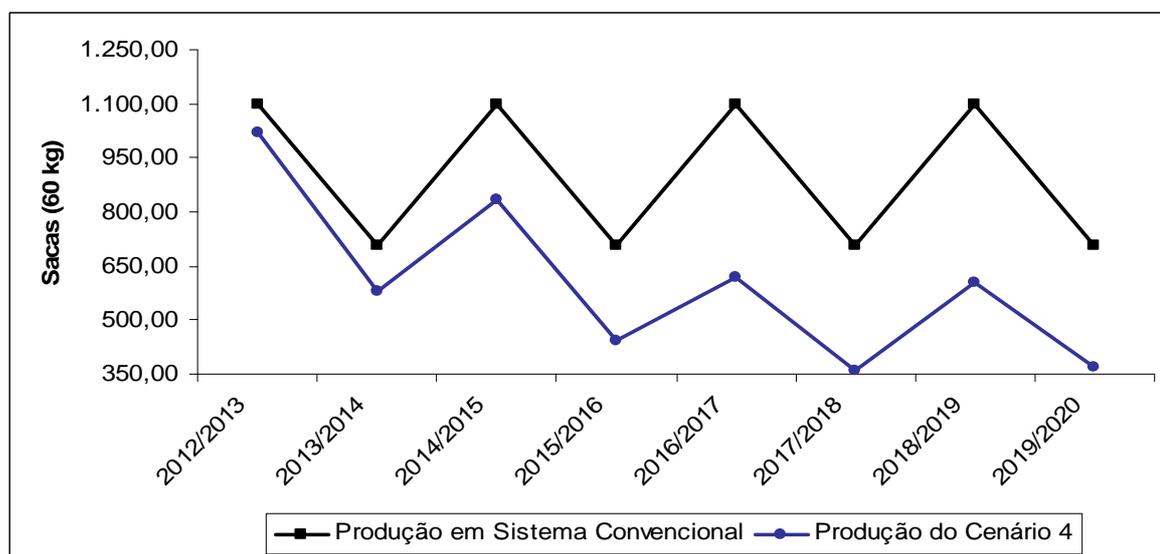


Figura 62 - Oscilação da produção total de café, em sacas, no cenário de minimização de custo (C4) em comparação à produção em sistema convencional

Nos anos de alta produção, a média de custo entre as safras 2012/2013 e 2018/2019 foi de R\$ 180.416,6. Houve variação do custo em -20,54% no 7º ano em relação à safra 2010/2011 (Figura 63). Os menores índices de renda e de lucro ocorreram no 5º ano (safra 2016/2017): R\$ 270 mil e R\$ 95.552,90, significando reduções de 35,84% e de 53,88%, respectivamente, em relação ao ano base. Observa-se que o nível de lucro se reduziu (variação de -37,14%) quando a área total estava em manejo orgânico, em relação ao sistema convencional, a um nível de renda menor (variação de -28,71%).

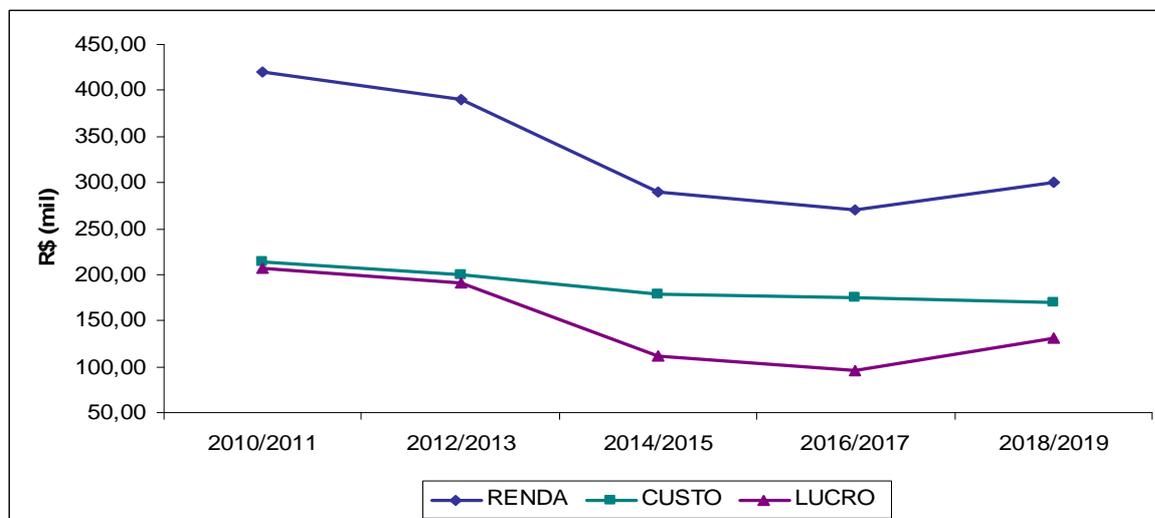


Figura 63 - Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, no cenário de minimização do custo (C4), em anos de alta produção

Nos anos de baixa produção, o custo variou -25,81% no 8º ano em relação à safra 2011/2012 (Figura 64). Entre o 2º e o 8º ano de conversão, a média de custo foi de R\$ 157.548,03. No 6º ano (safra 2017/2018), verifica-se o menor nível de custo, chegando-se a R\$ 140.199,40. O menor índice de lucro (R\$ 64.657,00) ocorreu no 4º ano (safra 2015/2016), uma redução de 58,18% em relação ao ano base. Observa-se que o nível de lucro foi reduzido, variando -39,67%, ao nível de renda de R\$ 240 mil, quando a área total está em manejo orgânico em relação ao sistema convencional.

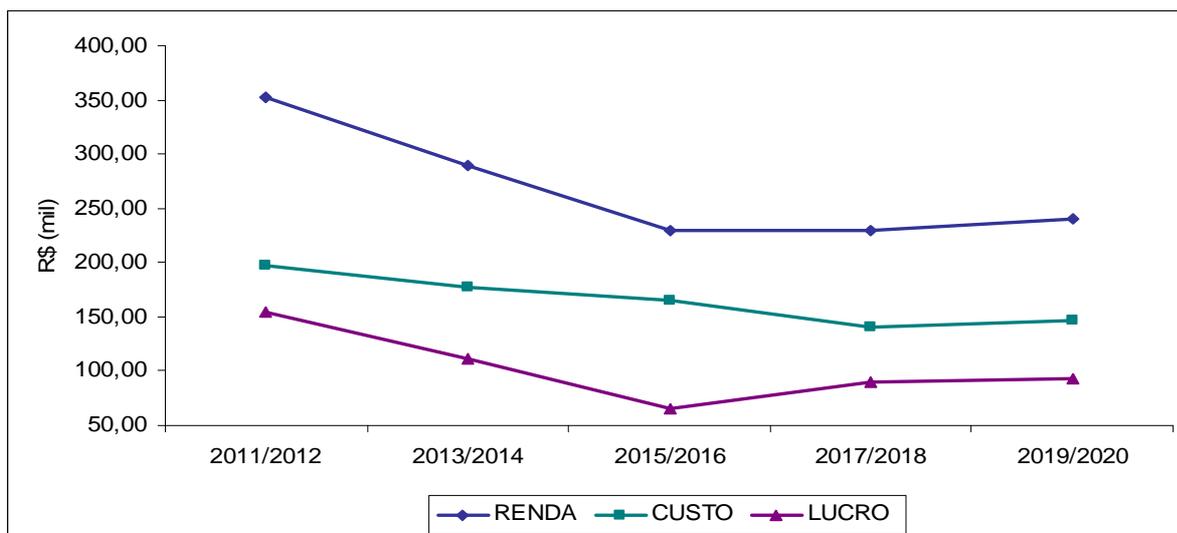


Figura 64 - Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, no cenário de minimização do custo (C4), em anos de baixa produção

A um dado nível de renda, o cenário C4 minimizou custos e apresentou uma situação econômica, em manejo 100% orgânico, inferior em relação ao sistema convencional, no final do planejamento, com fator redutor da produção em 30%.

#### 6.2.4 Comparação do sistema convencional (SC) aos cenários CS2, C3 e C4

Comparando os custos de adubação durante o período de conversão para os anos de alta produção em relação ao sistema convencional, representado pela safra 2010/2011, observa-se na Figura 65 que no C3 os custos atingiram o limite da restrição no 1º e 3º anos (safras 2012/2013 e 2014/2015), devido à otimização. No 7º ano (safra 2018/2019), percebe-se uma variação oposta dos custos entre os cenários em relação ao sistema convencional: aumento de 30% para CS2, redução de 3,43% para C3 e redução de 12,37% para C4. A variação dos custos de adubação do cenário CS2 foi idêntica à observada para o CS1.

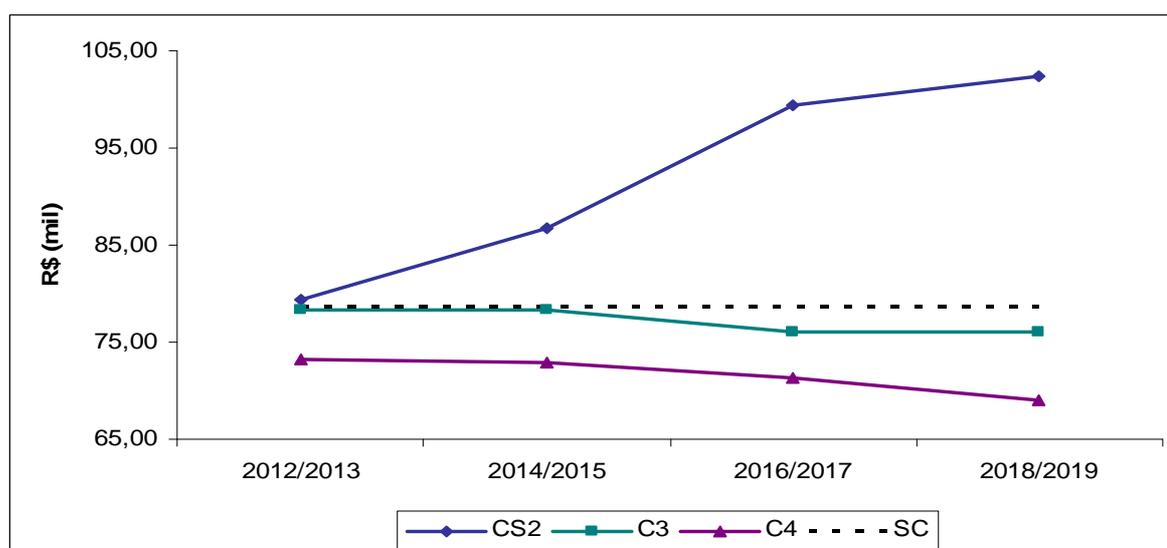


Figura 65 - Evolução dos custos de adubação para os cenários sem otimização (CS2), com maximização do lucro (C3) e com minimização de custo (C4) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de alta produção

Comparando os custos de adubação durante o período de conversão para os anos de baixa produção em relação ao sistema convencional representado pela safra 2011/2012, observa-se na Figura 66 que no C3 os custos atingiram o limite da restrição no 2º e 8º anos (safras 2013/2014 e 2019/2020), devido à otimização. No 4º ano (safra 2015/2016) e 6º ano (safra 2017/2018), percebe-se uma inversão na variação dos custos: redução de 15,68% e de 1,76% e redução de 0,97% e de -14,93%, respectivamente, em relação aos cenários C3 e C4.

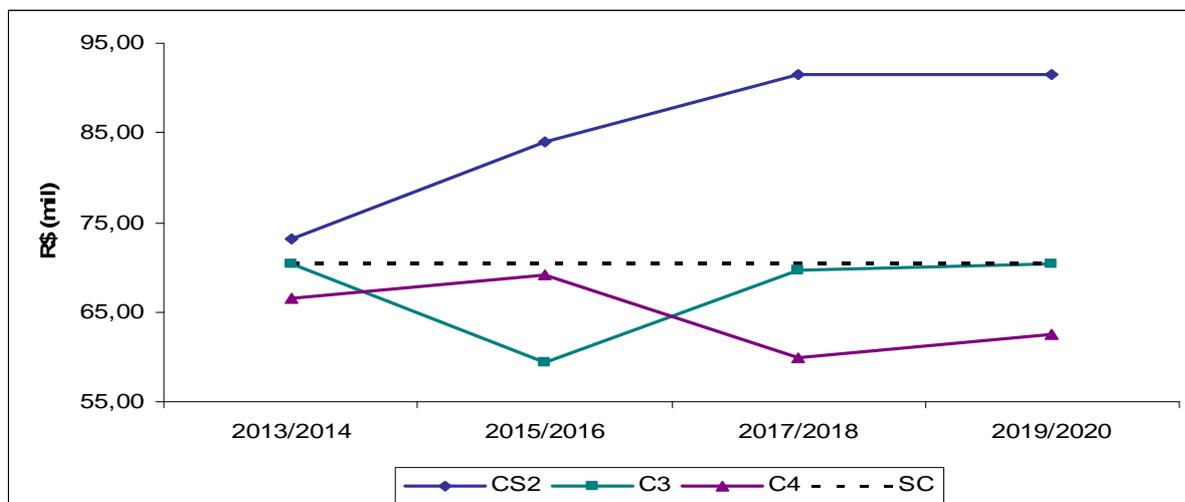


Figura 66 - Evolução dos custos de adubação para os cenários sem otimização (CS2), com maximização do lucro (C3) e com minimização de custo (C4) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de baixa produção

Ao se comparar a evolução dos custos de defensivo (Figura 67) em anos de alta produção, verifica-se que, para o Cenário 3, houve consumo total deste insumo, atingido-se o limite da restrição em anos de alta produção. Percebe-se também que, no 7º ano, o cenário CS2 apresentou variação de 30% e o cenário C4, variação de -8,02% em relação ao sistema convencional correspondente a safra 2010/2011. O cenário CS2 também apresentou as mesmas variações de custo de defensivo observadas para o CS1.

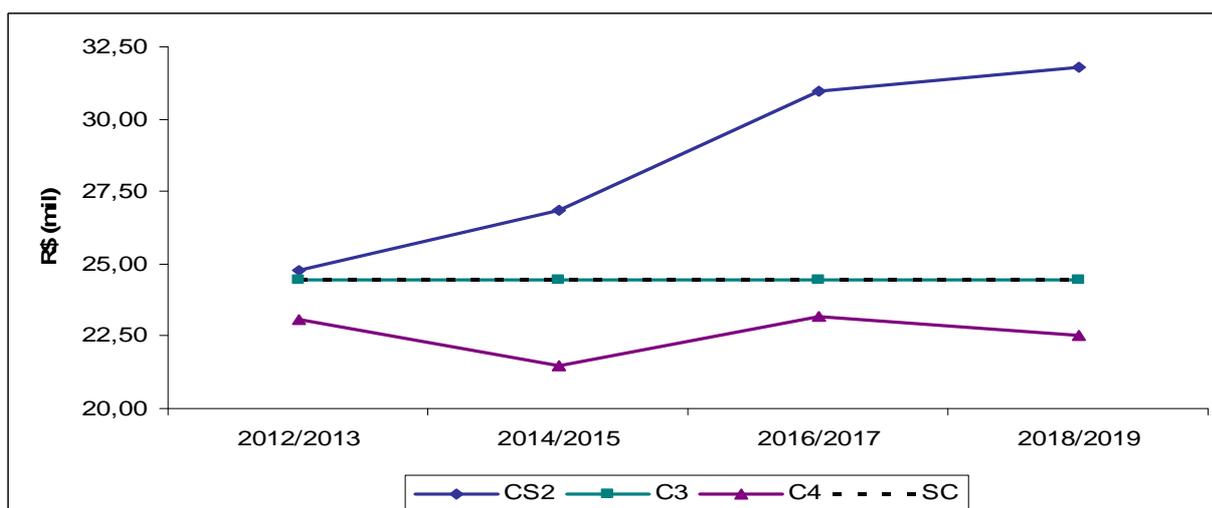


Figura 67 - Evolução dos custos de defensivo para os cenários sem otimização (CS2), com maximização do lucro (C3) e com minimização de custo (C4) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de alta produção

Ao se comparar os custos de defensivo (Figura 68) para os anos de baixa produção, verifica-se que, para o Cenário 3, apenas no 6º ano (safra 2017/2018) e 8º ano (safra 2019/2020) houve consumo total deste insumo, atingido-se o limite da restrição. Percebe-se também que, no 4º ano (safra 2015/2016), o cenário CS2 (18,52%) apresentou variações expressivamente contrárias em relação aos cenários C3 (-37,67%) e C4 (variação negativa de 15,35%).

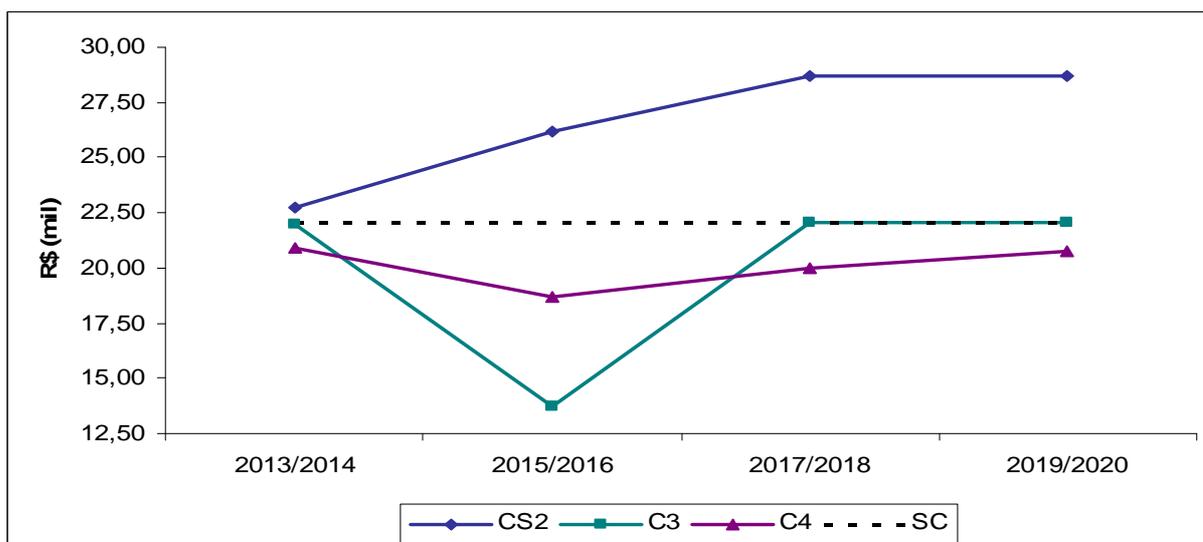


Figura 68 - Evolução dos custos de defensivo para os cenários sem otimização (CS2), com maximização do lucro (C3) e com minimização de custo (C4) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de baixa produção

Em relação aos custos de colheita em anos de alta produção, através da Figura 69, observa-se a queda acentuada dos custos em ambos os cenários, em relação ao sistema convencional correspondente ao ano base 2010/2011. As variações no 1º ano (safra 2012/2013) foram de -1,32% para CS2, -2,22% para C3 e de -6,55% para C4, enquanto para o 7º ano (safra 2018/2019) as variações chegaram a -9,0% para CS2, para C3 -24,88% e -29,13% para C4. Sobre os custos de colheita, o CS2 apresentou variações negativas, em sentido contrário ao observado para o CS1. Isso se deve ao fato de o elemento redutor da produção estar atrelado aos aumentos nos custos de colheita, pois os custos de colheita serão proporcionalmente menores quanto menor for a produção.

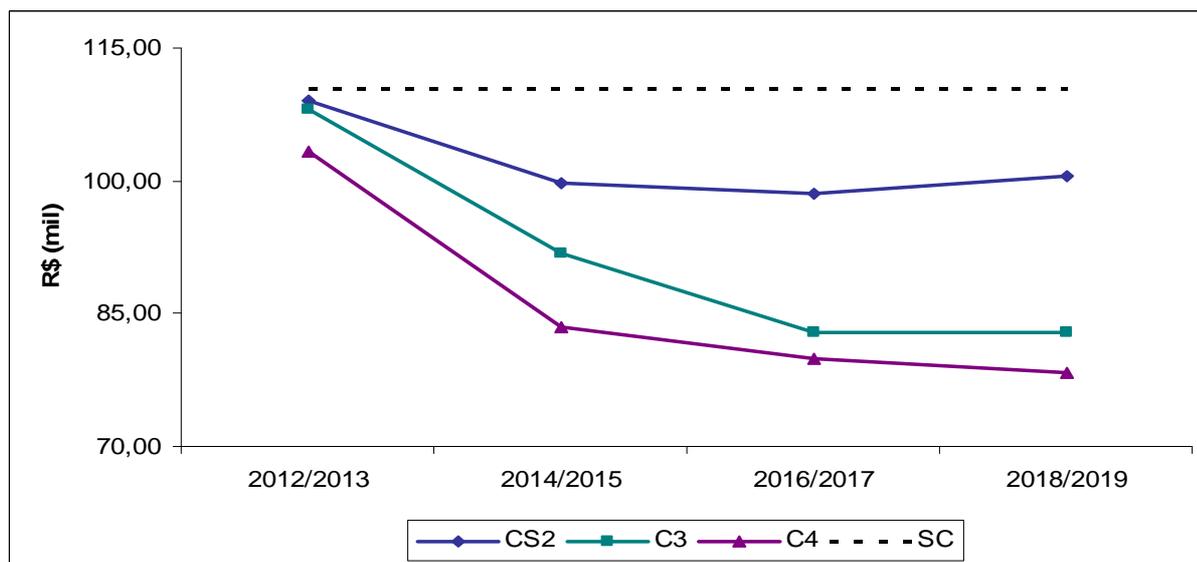


Figura 69 - Evolução dos custos de colheita para os cenários sem otimização (CS2), com maximização do lucro (C3) e com minimização de custo (C4) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de alta produção

Em relação aos custos de colheita, através da Figura 70, as maiores variações ocorreram no 4º ano (CS2 e C3) e no 6º ano (C4), respectivamente, com queda de 12,2% e 35,7% e redução de 42,6% em relação ao sistema convencional, para os anos de baixa produção. Para o 8º ano, verifica-se que, em manejo orgânico, a variação negativa dos custos de colheita chegou a 9% (CS2), 31,1% (C3) e 39,78% (C4).

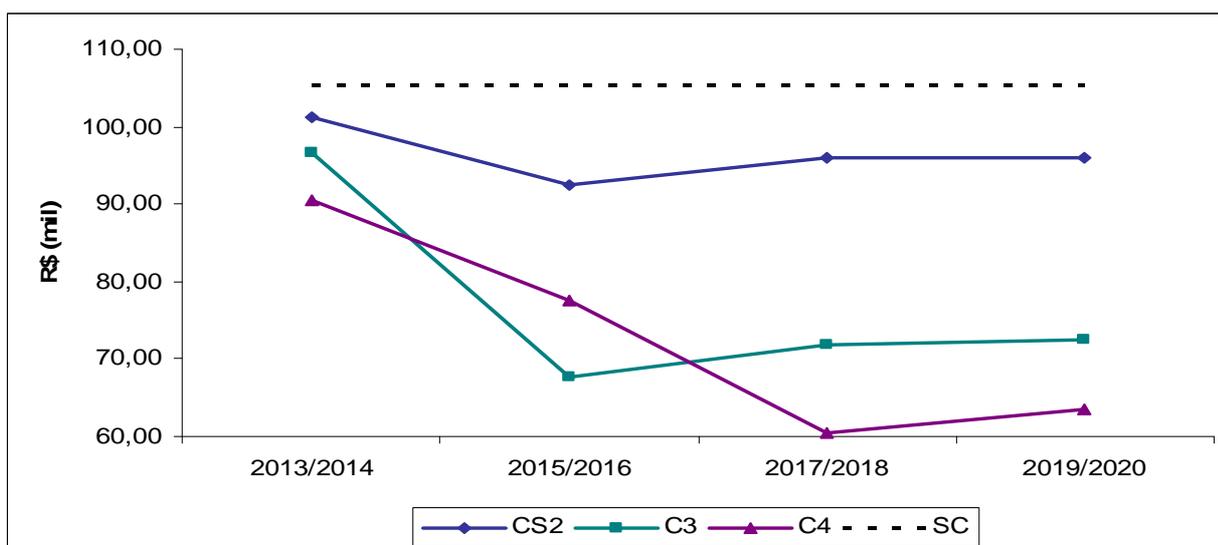


Figura 70 - Evolução dos custos de colheita para os cenários sem otimização (CS2), com maximização do lucro (C3) e com minimização de custo (C4) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de baixa produção

Ainda em relação aos custos de colheita nota-se, através das Figuras 69 e 70, que não houve consumo total nos cenários otimizados, verificando índices menores que os da restrição imposta. Em relação aos custos de colheita, o CS2 apresentou variações negativas, sentido contrário ao observado para CS1. Isso se deve ao fator redutor da produção estar atrelado aos aumentos nos custos de colheita, pois os custos de colheita serão proporcionalmente menores quanto menor for a produção.

Analisando-se o lucro geral para os anos de alta produção, ilustrado na Figura 71, observa-se que o comportamento dessa variável foi quase o mesmo para os cenários entre as safras 2012/2013 e 2016/2017. No entanto, para a safra 2018/2019 houve certa discrepância, quando ocorreu variação do lucro geral de -42,47% para o CS2; -52,76% para o C3 e -55,51% para o C4, em relação ao sistema convencional (com base na safra 2010/2011).

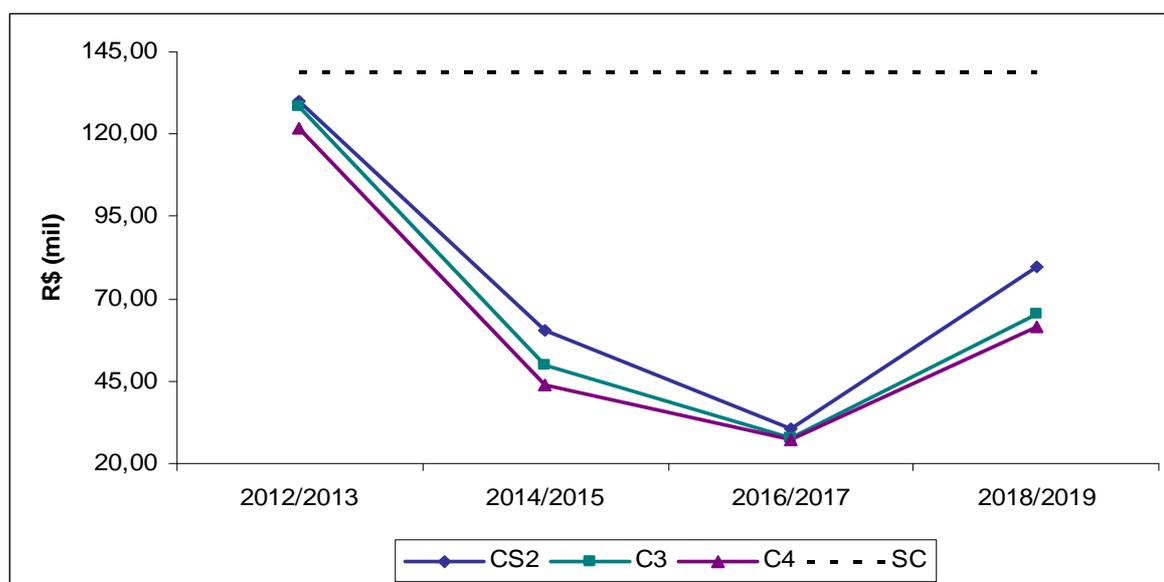


Figura 71 - Evolução do lucro geral para os cenários sem otimização (CS2), com maximização do lucro (C3) e com minimização de custo (C4) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de alta produção

Comparando os cenários com o sistema convencional ao longo do período para as safras de alta produção (Figura 71), o lucro geral total foi de R\$ 554.675,42, R\$ 300.370,77, R\$ 271.610,74 e R\$ 254.134,85, respectivamente, para o SC, CS2, C3 e C4. Isso indica que o processo de conversão no período de oito anos foi muito desvantajoso, pois proporcionou lucro menor.

Através da Figura 72, infere-se que a variação do lucro geral em safras de baixa produção, identificado nos três cenários, apresentou uma situação de prejuízo ao produtor no 4º ano (safra 2015/2016), chegando aos níveis negativos de lucro geral em R\$ 2.097,77 (-102,4%), R\$ 448,48 (-100,51%), R\$ 1.103,16 (-101,24%), respectivamente para CS2, C3 e C4, em relação ao sistema convencional (safra 2011/2012). No 6º ano, os cenários otimizados (C3 e C4) exibiram lucros gerais (R\$ 19.774,24 e R\$ 24.040,44) maiores que no cenário CS2 (R\$ 16.133,31), devido aos elevados custos do cenário não otimizado. Para a safra 2019/2020, a variação média do lucro geral entre os cenários foi de -63,64%, caindo em média para R\$ 32.303,31 em relação ao sistema convencional.

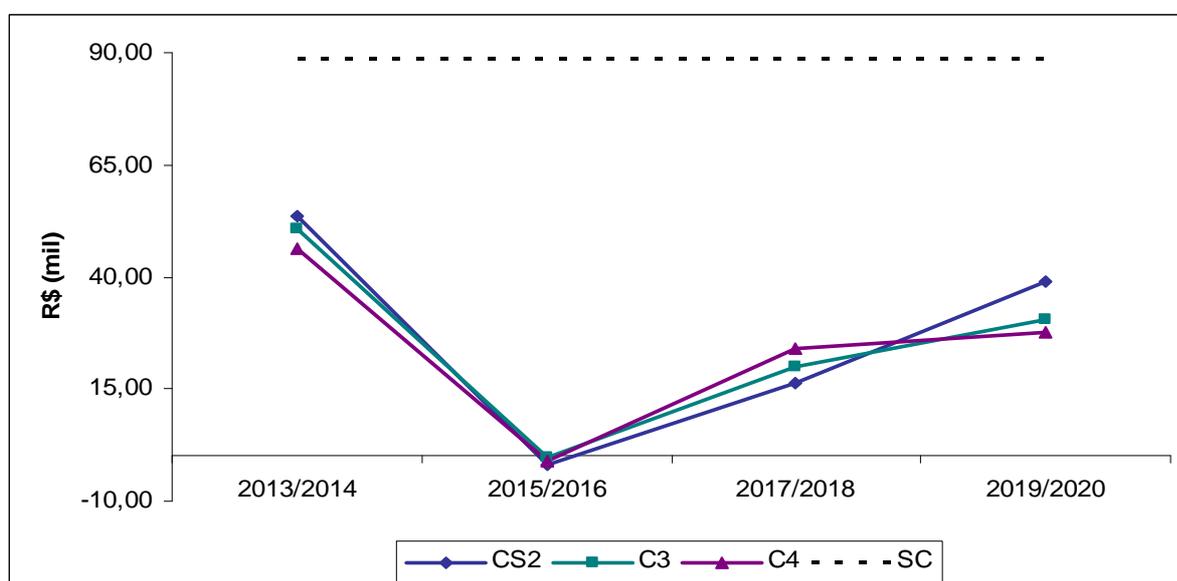


Figura 72 - Evolução do lucro geral para os cenários sem otimização (CS2), com maximização do lucro (C3) e com minimização de custo (C4) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de baixa produção

Comparando os cenários com o sistema convencional ao longo do período para as safras de baixa produção (Figura 72), o lucro geral total foi de R\$ 355.453,83, R\$ 106.672,75, R\$ 100.359,92 e R\$ 96.767,24, respectivamente, para o SC, CS2, C3 e C4. Isso indica que o processo de conversão no período de oito anos foi bastante desvantajoso, pois proporcionou o menor lucro.

Na situação do plano de conversão em que houve aumentos sucessivos de 10%, 20% e 30% dos custos e redução da produção, através dos fatores, de 20% e 30% em todo planejamento até mesmo em manejo orgânico, induzindo que não houve recuperação, verifica-se que não é

economicamente viável a produção orgânica aplicada ao café mesmo com a bonificação de 30% sobre o preço da saca, indicada pela variação negativa do lucro geral em relação aos cenários CS2, C3 e C4. Isso se deve ao fato de o planejamento exibir uma situação de prejuízo no 4º ano (safra 2015/2016) e promover uma desvantagem econômica em relação ao sistema convencional.

O 4º ano apresentou esse mau resultado devido ao talhão 1 (em manejo orgânico) e ao talhão 2 (manejo em conversão) terem assumido aumento de 30% sobre o custo dos insumos e queda de 30% na produção; ao talhão 3 (manejo em conversão) ter assumido aumento de 20% sobre o custo dos insumos e queda de 30% na produção; ao talhão 4 (manejo em substituição) ter assumido aumento de 10% sobre o custo dos insumos e queda de 20% na produção, sendo que apenas o talhão 1 assumiu o aumento de 30% no preço por ser orgânico.

Finalmente, através da análise de sensibilidade, observou-se que restrição de defensivos é a mais impactante à função-objetivo. No caso do C3, para a safra 2017/2018, a variação de uma unidade monetária no custo de defensivos proporcionaria variação de 6,0 unidades monetárias no lucro.

### **6.3 Análise 3**

Esta análise se diferencia da primeira, pois simula uma situação em que o produtor não recebe o preço adicional por produzir em sistema orgânico, ou seja, o cafeicultor irá vender a saca de café orgânico pelo preço convencional.

#### **6.3.1 Cenário sem otimização (CS3)**

Neste cenário não incorreram restrições, sendo realizada uma simulação do planejamento durante todo processo de conversão do café. Seus resultados encontram-se no APÊNDICE H.

Na Figura 73, ilustra-se a produção total de café durante a transição. De acordo com os critérios utilizados sobre a queda de produtividade entre os talhões em todo o período, pode-se observar que os anos de menor produção, em safras de alta produção, foram o 3º ano (safra 2014/2015) com 963,51 sacas e o 5º ano (safra 2016/2017) com 921,65 sacas; em anos de baixa produção, foram o 4º ano (safra 2015/2016) com 579,69 sacas e o 6º ano (safra 2017/2018) com 640,54 sacas. A variação no 4º ano foi de -17,85 sacas em relação ao sistema convencional, com base na safra 2011/2012.

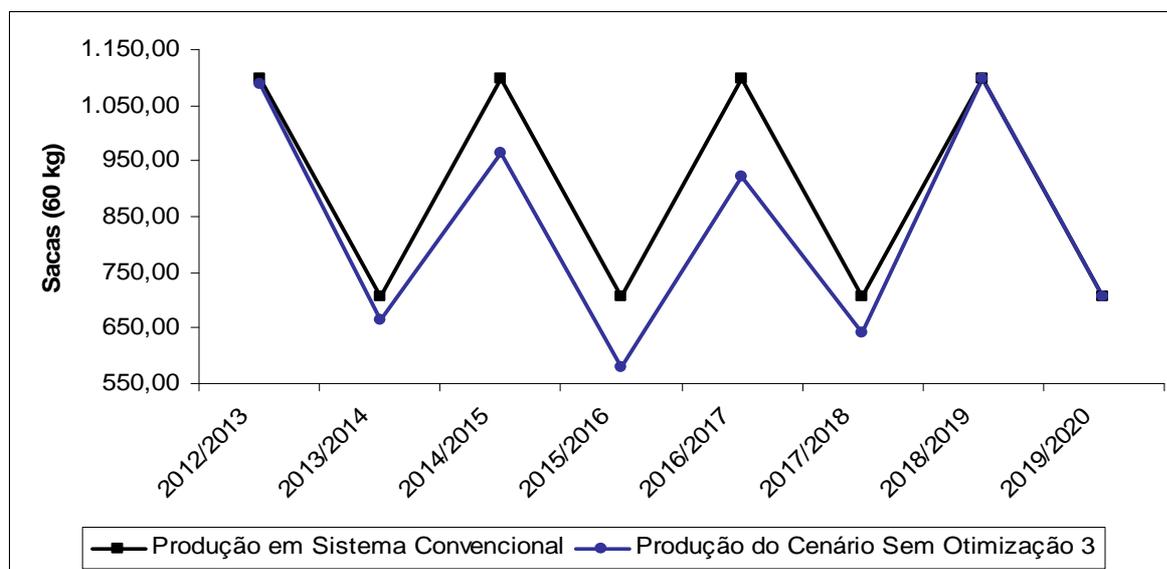


Figura 73 - Oscilação da produção total de café, em sacas, do cenário sem otimização (CS3) em comparação à produção em sistema convencional

Nos anos de alta produção, a média de custo foi de R\$ 240.497,72, variando em 30% no 7º ano em relação à safra 2010/2011 (Figura 74). O menor índice de renda e de lucro ocorreu no 5º ano (safra 2016/2017), em torno de R\$ 353 mil e R\$ 104 mil, resultando numa redução de 16,2% e 49,5%, respectivamente, em relação ao ano base. Observa-se que o nível de lucro foi reduzido (variação de -30,9%) quando a área total estava em manejo orgânico (safra 2018/2019) em relação ao sistema convencional, a um mesmo nível de renda (R\$ 420.872,19).

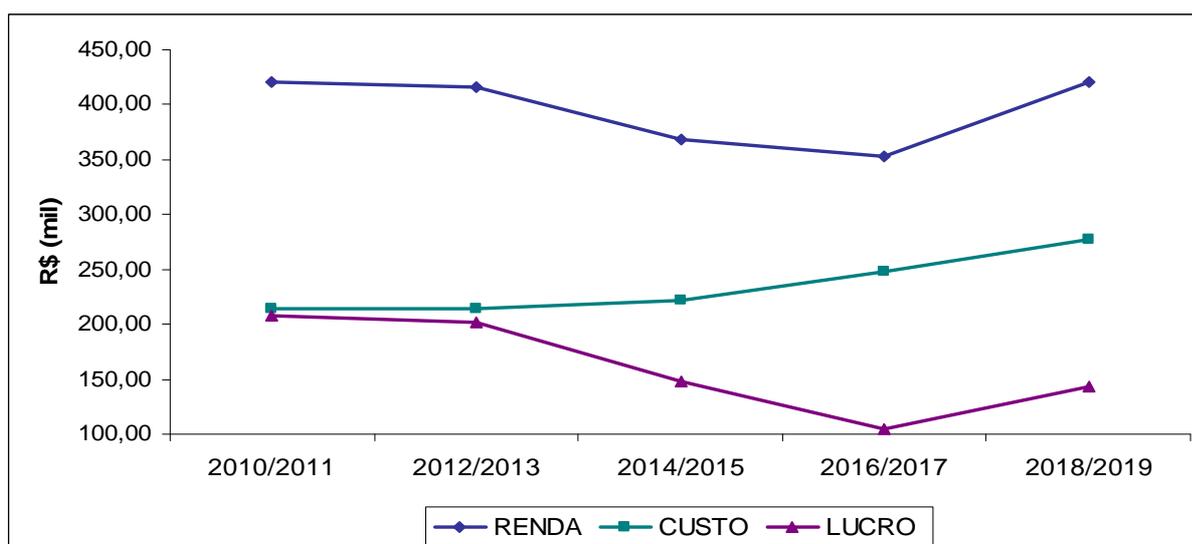


Figura 74 - Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, do cenário sem otimização (CS3), em anos de alta produção

Para os anos de baixa produção, as variações da renda, do custo e do lucro estão ilustradas na Figura 75. Em relação à safra 2015/2016, houve uma perda de R\$ 62.920,38 (variação de -17,9%) para a renda, o custo aumentou em torno de R\$ 16 mil (variação de 8,2%) e o lucro foi reduzido em R\$ 79.222,07 (variação de -51,2%), tomando-se como referência o ano base (safra 2011/2012). Em relação à safra 2019/2020, o custo sofreu aumento de 30% e o lucro, queda de 38,4%, respectivamente, sendo que a renda não variou.

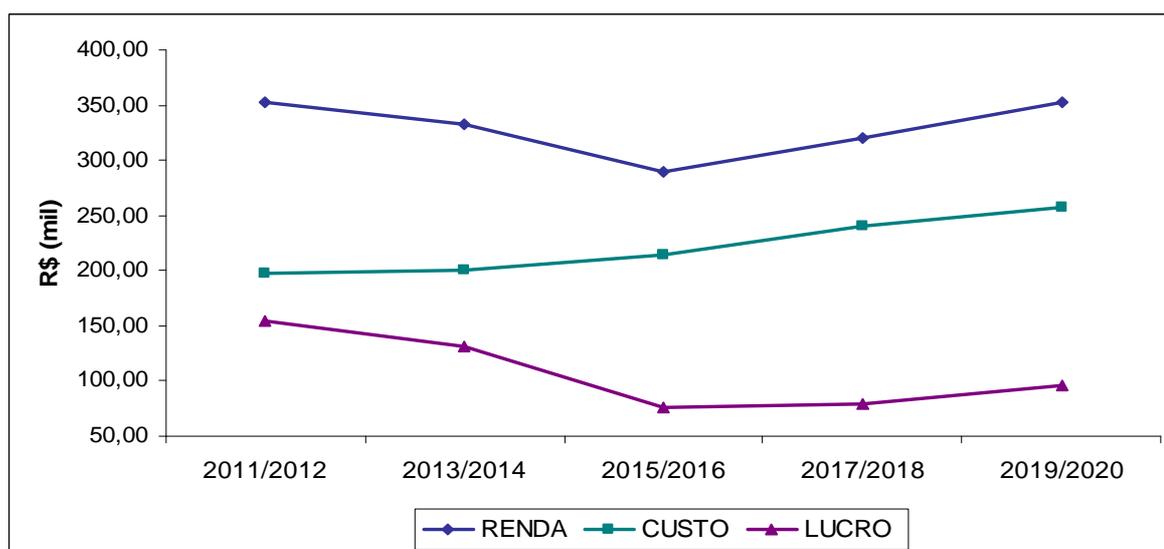


Figura 75 - Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, do cenário sem otimização (CS3), em anos de baixa produção

A partir das Figuras 74 e 75 é possível observar que as variações sobre a renda e o lucro só ocorreram a partir da safra 2015/2016, devido ao preço da saca não ter o incremento de 30%, em relação à 1ª análise (cenário CS1). Observa-se que essas variáveis registraram no 4º ano rendas de R\$ 301.999,56 e R\$ 289.487,09 e lucros de R\$ 87.914,01 e R\$ 75.401,55, respectivamente para o cenário CS1 e CS3, lembrando que neste ano apenas um talhão é orgânico.

Esse cenário identificou lucros inferiores aos do sistema convencional, quando o produtor não recebe o diferencial no preço da saca em manejo orgânico, configurando um planejamento não viável economicamente.

### 6.3.2 Cenário 5 (C5)

Esse cenário tomou como referência a maximização do lucro, sendo os resultados do plano de manejo correspondente apresentados no APÊNDICE I.

Com o propósito de o produtor obter lucros maiores a um dado nível de custo e renda, o cenário apresentou os níveis de produção ilustrados na Figura 76. Observa-se que a safra 2015/2016 (baixa produção) e 2016/2017 (alta produção) obtiveram os menores valores de produção de sacas de café (503,60 e 528,66, respectivamente), com variações negativas de 28,64% e 28,96% em relação ao sistema convencional (anos base). No 7º ano (safra 2018/2019) ocorreu variação de -22,60% e no 8º ano (safra 2019/2020), uma variação de -18,53%.

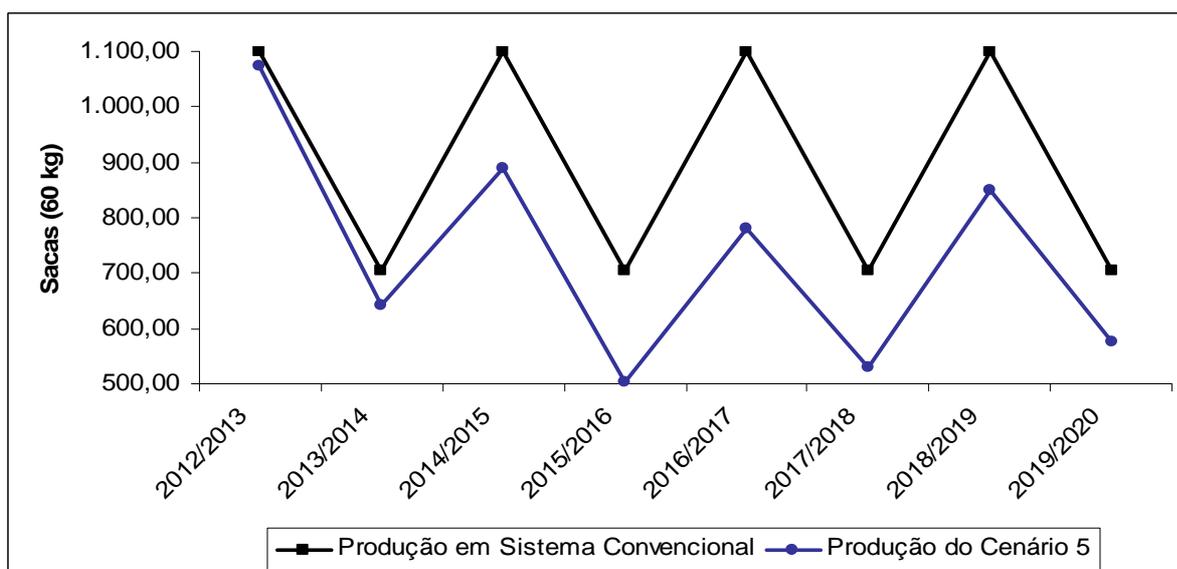


Figura 76 - Oscilação da produção total de café, em sacas, no cenário com maximização do lucro (C5) em comparação à produção em sistema convencional

A partir da Figura 77, verifica-se que o modelo otimizado para o lucro no 5º ano (safra 2016/2017) apresentou renda, custo e lucro com variação negativa de 29%, 5% e 53,6%, perfazendo os valores de R\$ 299 mil, R\$ 202.908,48 e R\$ 96.091,52, respectivamente. As variações negativas dessas três grandezas para o último período, em relação à safra 2010/2011, foram de 22,6%; 6,3% e 39,4%, respectivamente.

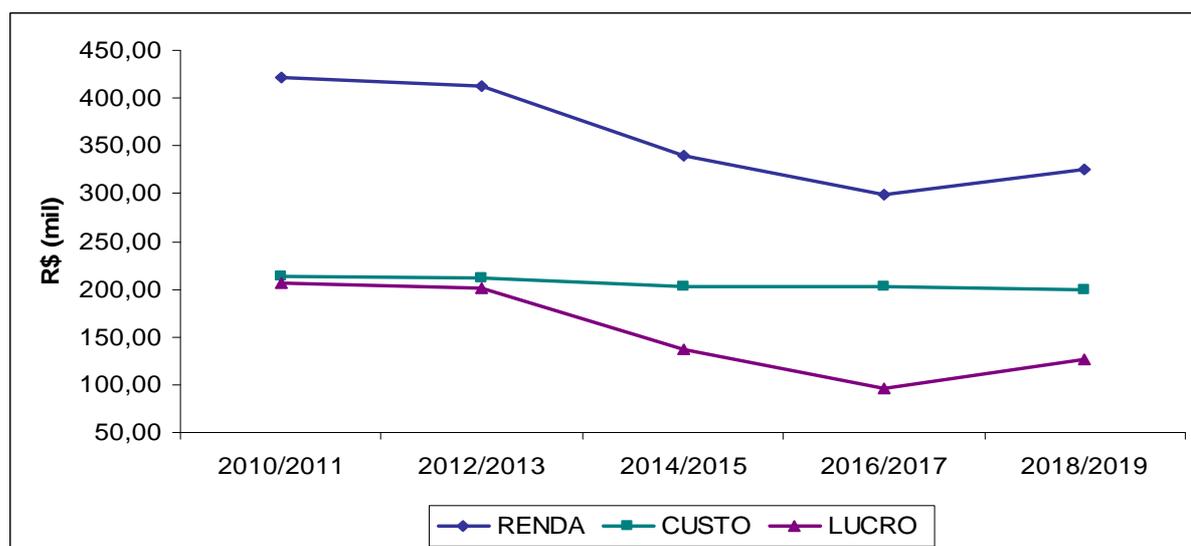


Figura 77 - Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, no cenário de maximização do lucro (C5), em anos de alta produção

Para os anos de baixa produção, o comportamento do custo total apresentou maior queda no 6º ano (safra 2017/2018) (Figura 78), com variação de -10,1%, chegando a R\$ 177.735,79; no 8º ano (safra 2019/2020) houve a menor variação, -0,8%, chegando a R\$ 196.126,19 em relação à safra 2011/2012. Em relação à renda e ao lucro, o 4º ano (safra 2015/2016) foi o mais preocupante, pois registrou uma variação negativa de 28,6% e 52,5% para estas variáveis, ao nível de custo de R\$ 177.968,66. Observe-se que em relação ao C1, o nível de custo gerado pela otimização foi o mesmo, mas os resultados da renda e do lucro foram diferentes, o que pode ser devido ao fato do talhão 1 ter atingido seu limite de produtividade (logo, não afetando o desempenho otimizador ao se mudar o nível de preço da saca). Sobre o 8º ano, o modelo otimizado acarretou uma redução no lucro de 41,2%, atingindo o valor de R\$ 90.972,15, com queda na renda de 18,5% em relação ao ano base.

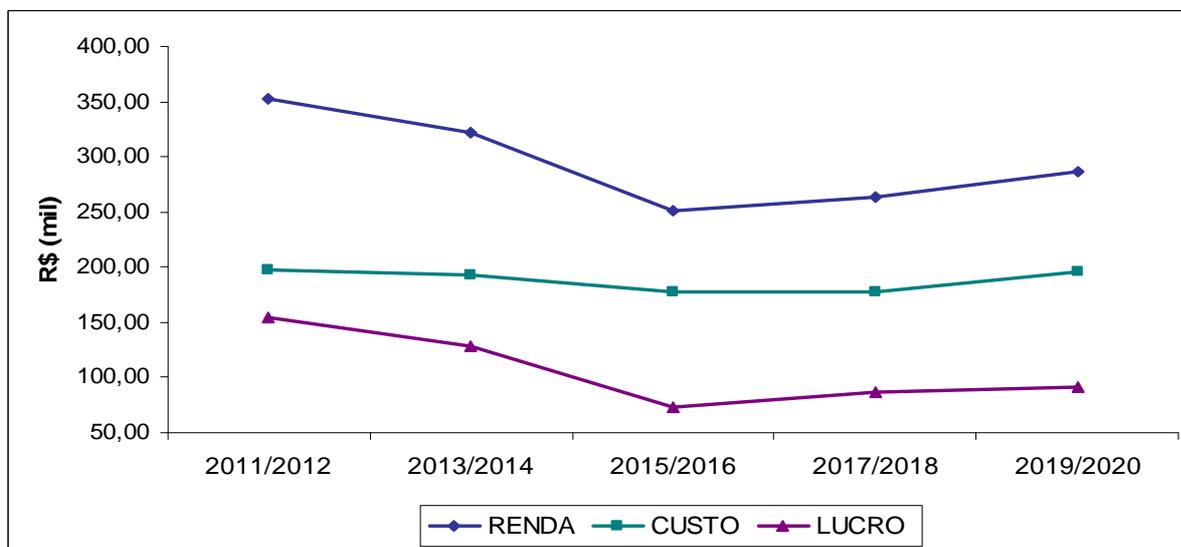


Figura 78 - Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, no cenário de maximização do lucro (C5), em anos de baixa produção

Os resultados apresentados deste cenário mostraram que não é viável economicamente a produção em sistema orgânico se não houver o adicional sobre preço.

### 6.3.3 Cenário 6 (C6)

Os resultados do plano de manejo deste cenário estão apresentados no APÊNDICE J. Esse cenário teve como objetivo a minimização dos custos e restrições de renda abaixo dos valores praticados em C5.

Com a finalidade de o produtor obter custos menores, o cenário apresentou os níveis de produção ilustrados na Figura 79. Observa-se que a produção despencou até o 4º ano (safra 2015/2016), obtendo o menor valor (460,57) de produção de sacas de café, com variação negativa de 34,74% em relação à safra 2011/2012. A partir desse mesmo ano a produção subiu, chegando a 797,08 e 534,67 sacas, com variação negativa de 27,48% e 24,23%, respectivamente, no 7º e 8º anos.

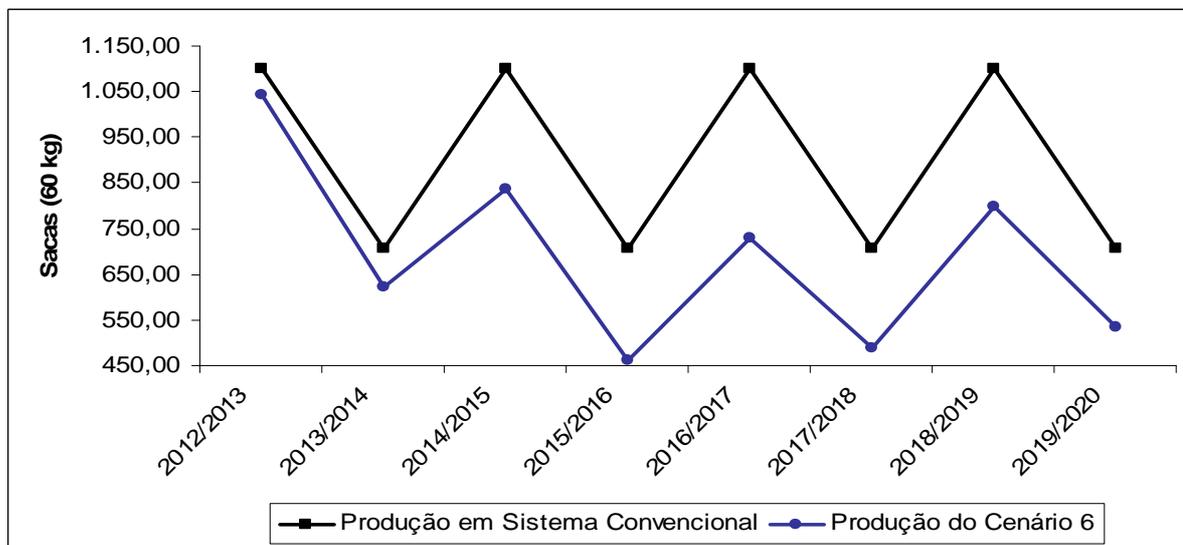


Figura 79 - Oscilação da produção total de café, em sacas, no cenário de minimização de custo (C6) em comparação à produção em sistema convencional

A média de custo foi de R\$ 190.421,72 nos anos de alta produção, variando negativamente em 13,47% na safra 2018/2019, em relação à safra 2010/2011 (Figura 80). Os menores índices de renda, de custo e de lucro ocorreram no 5º ano (safra 2016/2017), R\$ 279 mil, R\$ 184.675,81 e R\$ 94.324,19, os quais significaram reduções de 33,70%, 13,56% e 54,48%, respectivamente, com relação ao ano base. Observa-se que o nível de lucro foi reduzido (variação de -42,02%) quando a área total estava em manejo orgânico (safra 2018/2019), em relação ao sistema convencional, a um nível de renda menor (R\$ 305 mil).

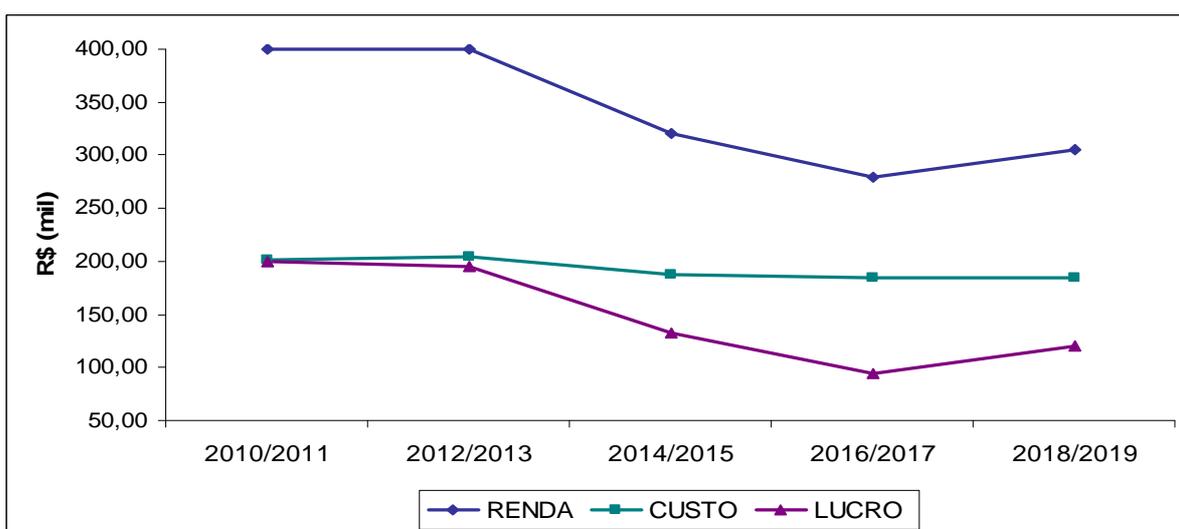


Figura 80 - Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, no cenário de minimização do custo (C6), em anos de alta produção

Ao longo do período compreendendo os anos de baixa produção, as variáveis renda, custo e lucro apresentaram quase o mesmo comportamento (Figura 81). Em relação ao 4º ano houve uma perda de R\$ 122.407,47 (variação de -34,73%) para a renda, o custo caiu em torno de R\$ 40 mil (variação de -20,34%) e o lucro se reduziu em R\$ 82.168,08 (variação de -52%) sobre o ano base. Em relação à safra 2019/2020, respectivamente, a renda, o custo e o lucro sofreram quedas de 24,23%, 10,51% e 41,78%.

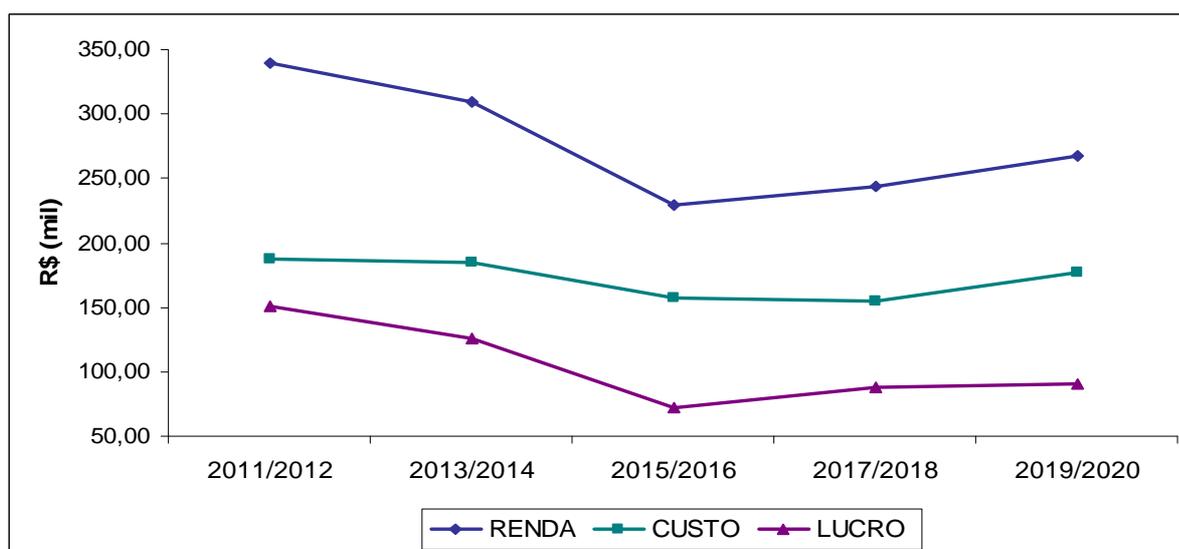


Figura 81 - Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, no cenário de minimização do custo (C6), em anos de baixa produção

Em comparação com os cenários C1 e C3, os cenários C5 e C6 apresentam variações negativas para todas as variáveis. A melhor variação do lucro ocorreu nos cenários da 1ª análise, verificada no 7º e 8º anos, quando houve variações positivas.

Diante desse cenário, é possível afirmar que a viabilidade econômica do plano de conversão foi afetada pela falta do diferencial de preço entre o orgânico e o convencional.

#### 6.3.4 Comparação do sistema convencional (SC) aos cenários CS3, C5 e C6

Comparando os custos de adubação durante o período de conversão para os anos de alta produção em relação ao sistema convencional (com base na safra 2010/2011), observa-se na Figura 82 que apenas na safra 2014/2016 os custos do C5 atingiram o limite da restrição. No 5º ano (safra 2016/2017), a variação foi de 26,18%, -1,04% e -13,43%, respectivamente, em relação

aos cenários CS3, C5 e C6. No 7º ano o custo de adubação do CS3 variou 30%, do C5 -14,19% e do C6 -21,87%.

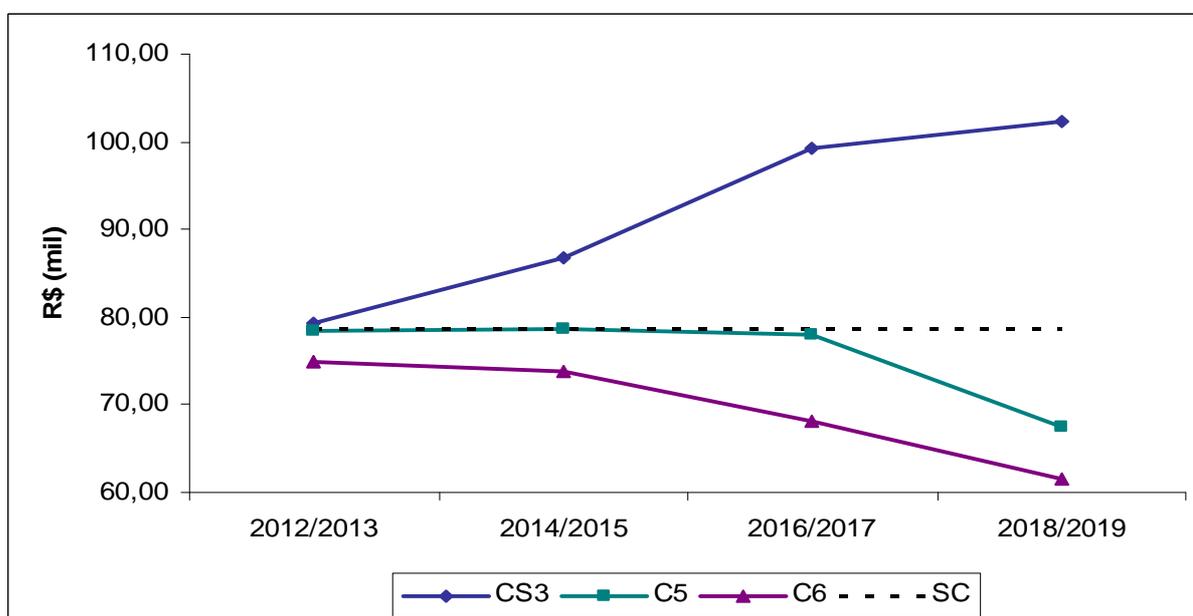


Figura 82 - Evolução dos custos de adubação para os cenários sem otimização (CS3), com maximização do lucro (C5) e com minimização de custo (C6) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de alta produção

Comparando os custos de adubação durante o período de conversão para os anos de baixa produção em relação ao sistema convencional (com base na safra 2011/2012), observa-se na Figura 83 que os custos do C5 não atingiram o limite da restrição apenas na safra 2017/2018. No 6º ano, a variação dos custos foi de 30%, -6,97% e -20,19%, respectivamente, em relação aos cenários CS3, C5 e C6. No 8º ano, o custo de adubação do C6 variou -9,55%.

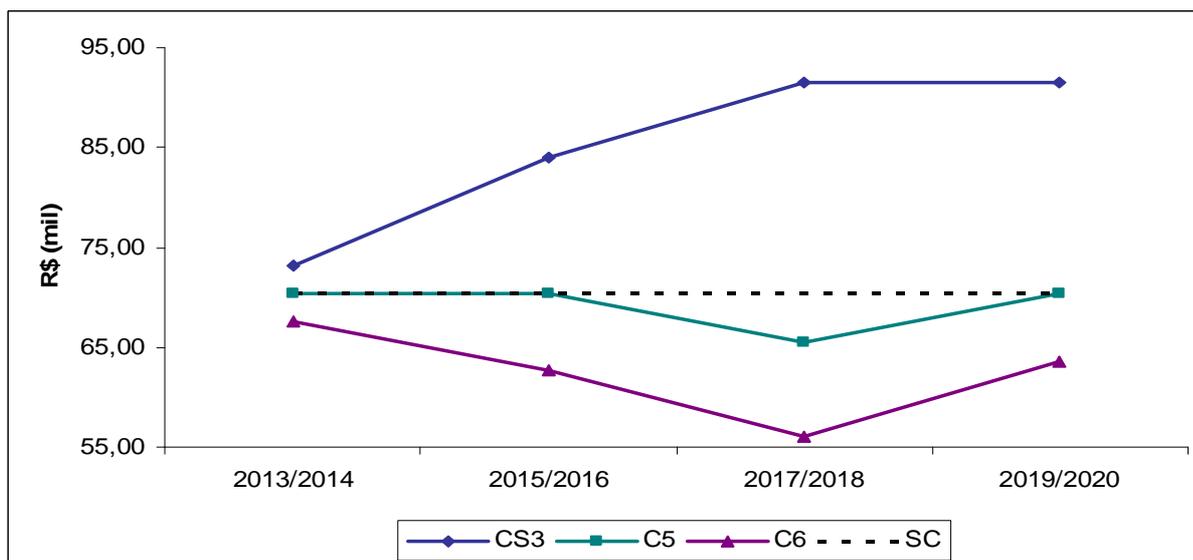


Figura 83 - Evolução dos custos de adubação para os cenários sem otimização (CS3), com maximização do lucro (C5) e com minimização de custo (C6) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de baixa produção

Ao se comparar os custos de defensivo (Figura 84) para os anos de alta produção, verifica-se que apenas no C5 das safras 2012/2013 e 2016/2017 houve o consumo total deste insumo, ou seja, atingiu-se o limite da restrição (R\$ 24.464,80). Comparando os cenários com o sistema convencional (com base na safra 2010/2011), observa-se na safra 2018/2019 queda dos custos para C5, chegando a R\$ 22.102,91 e para C6, chegando a R\$ 20.055,64 e aumento de custos para CS3 em 30%.

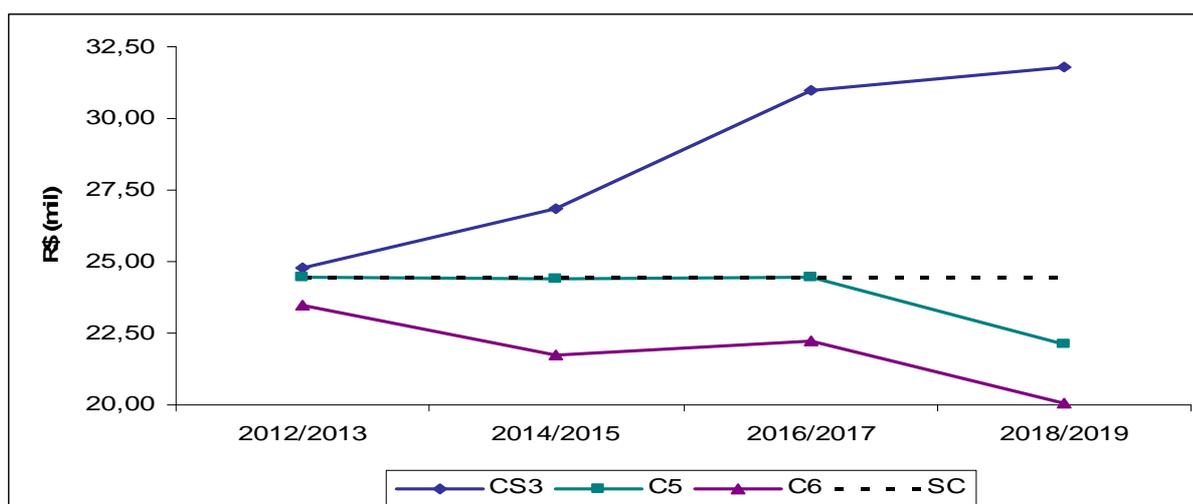


Figura 84 - Evolução dos custos de defensivo para os cenários sem otimização (CS3), com maximização do lucro (C5) e com minimização de custo (C6) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de alta produção

Ao se comparar os custos de defensivo em relação ao sistema convencional (com base na safra 2012/2013) (Figura 85) em anos de baixa produção, verifica-se que para o C5 apenas no 8º ano (safra 2019/2020) houve consumo total deste insumo, atingido-se o limite da restrição. Percebe-se também que, no 4º ano, o cenário CS3 (18,52%) apresentou variação bastante oposta em relação às dos cenários C5 (variação negativa de 12,51%) e C6 (-30,06%).

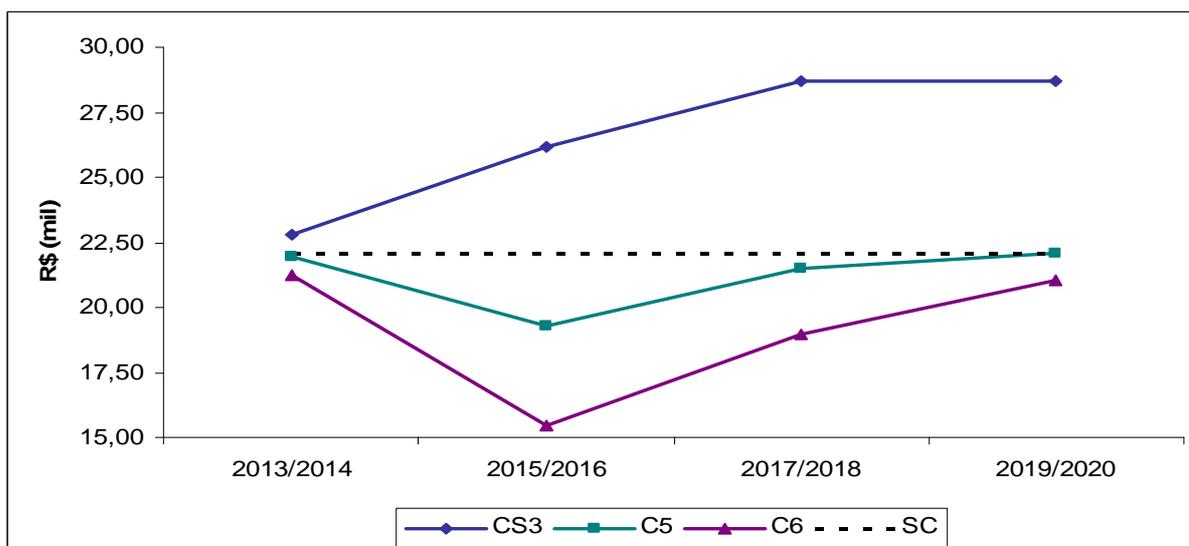


Figura 85 – Evolução dos custos de defensivo para os cenários sem otimização (CS3), com maximização do lucro (C5) e com minimização de custo (C6) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de baixa produção

Em relação aos custos de colheita em anos de alta produção, nota-se, através da Figura 86, que apenas houve consumo total no 7º ano (safra 2018/2019) pelo cenário C5. Comparando os cenários com o sistema convencional (com base na safra 2010/2011), observa-se na safra 2016/2017 queda dos custos para C5 (totalizando R\$ 100.531,20), e C6 (totalizando R\$ 94.265,96), e aumento de custos para CS1 (totalizando R\$ 118.030,90). Em relação aos custos de colheita, o CS3 apresentou as mesmas variações do CS1, enquanto para os cenários C1 e C3 houve diferença dos cenários C5 e C6 devido ao fator preço.

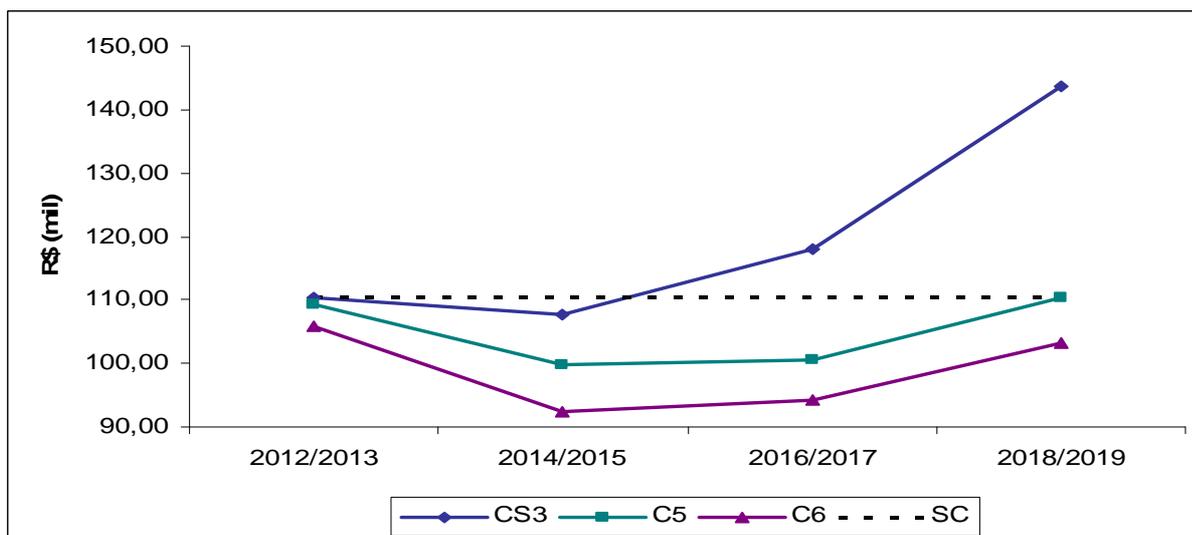


Figura 86 - Evolução dos custos de colheita para os cenários sem otimização (CS3), com maximização do lucro (C5) e com minimização de custo (C6) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de alta produção

Em relação aos custos de colheita em anos de baixa produção percebe-se, através da Figura 87, que as menores variações ocorreram na safra 2015/2016 (queda de 16,18% e 24,58%) e 6º ano (queda de 13,85% e 23,77%), pelos cenários C5 e C6, respectivamente, comparando-os ao sistema convencional. Para o 8º ano (safra 2019/2020) verifica-se que, em manejo orgânico, a variação dos custos de colheita chegou a 30% (CS3), -1,57% (C5) e -12,36% (C6) em relação ao SC.

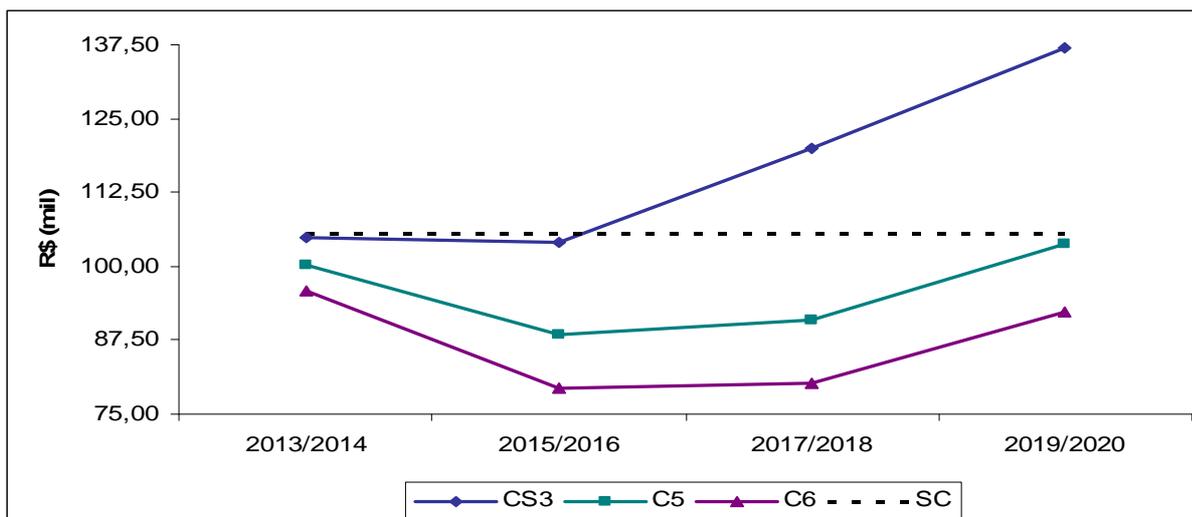


Figura 87 - Evolução dos custos de colheita para os cenários sem otimização (CS3), com maximização do lucro (C5) e com minimização de custo (C6) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de baixa produção

O comportamento do lucro geral em anos de alta produção está ilustrado na Figura 88. Observa-se que essa variável, no 5º ano (safra 2016/2017), apresentou uma média de lucro entre os cenários de R\$ 29.771,08 e variação média de -78,53%. Para a safra 2018/2019, o lucro variou em -46,22% para o CS3; -58,82% para o C5; -62,80% para o C6.

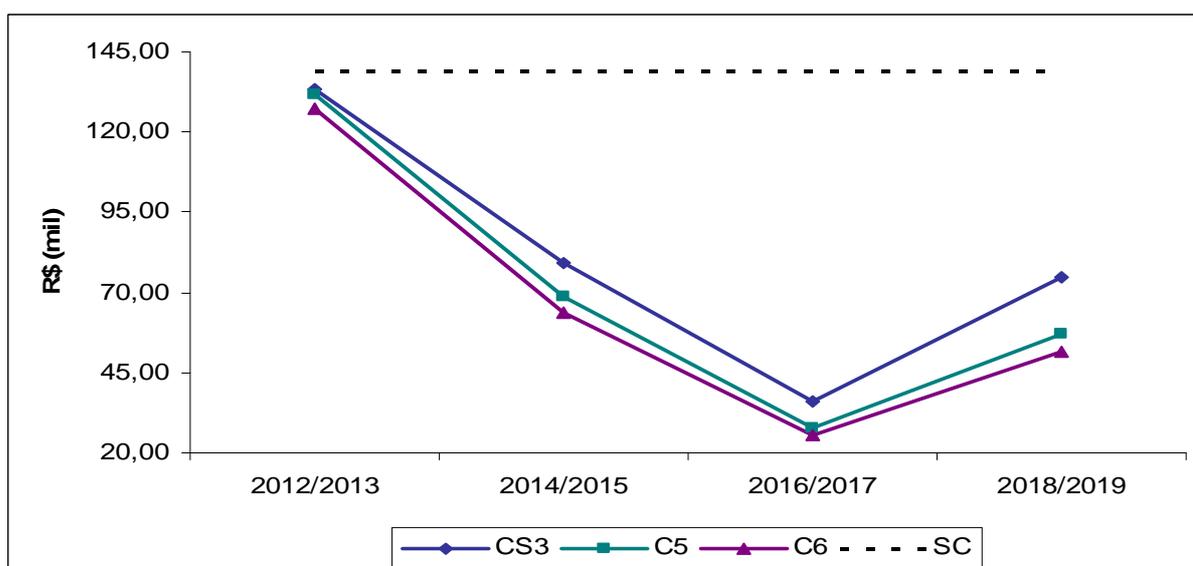


Figura 88 - Evolução do lucro geral para os cenários sem otimização (CS3), com maximização do lucro (C5) e com minimização de custo (C6) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de alta produção

Comparando os cenários com o sistema convencional ao longo do período para as safras de alta produção (Figura 88), o lucro geral total foi de R\$ 554.675,42, R\$ 322.728,50, R\$ 285.026,50 e R\$ 268.114,20, respectivamente, para o SC, CS3, C5 e C6. Isso indica que o processo de conversão no período de oito anos foi muito desvantajoso, pois proporcionou menores lucros que o sistema convencional.

O comportamento do lucro geral em anos de baixa produção está ilustrado na Figura 89. Observa-se que essa variável, no 4º ano (safra 2015/2016), apresentou uma média de lucro entre os cenários de R\$ 8.031,95 e variação média de -90,96%. Para o 8º ano, o lucro variou em -66,77%, -71,62% e -72,70% para o CS3, C5 e C6, respectivamente. Nota-se que, no 6º ano (safra 2017/2018), os cenários otimizados obtiveram variação negativa de 76,92% para C5 e 74,30 para o C6, enquanto o CS3 apresentou variação de -84,25%.

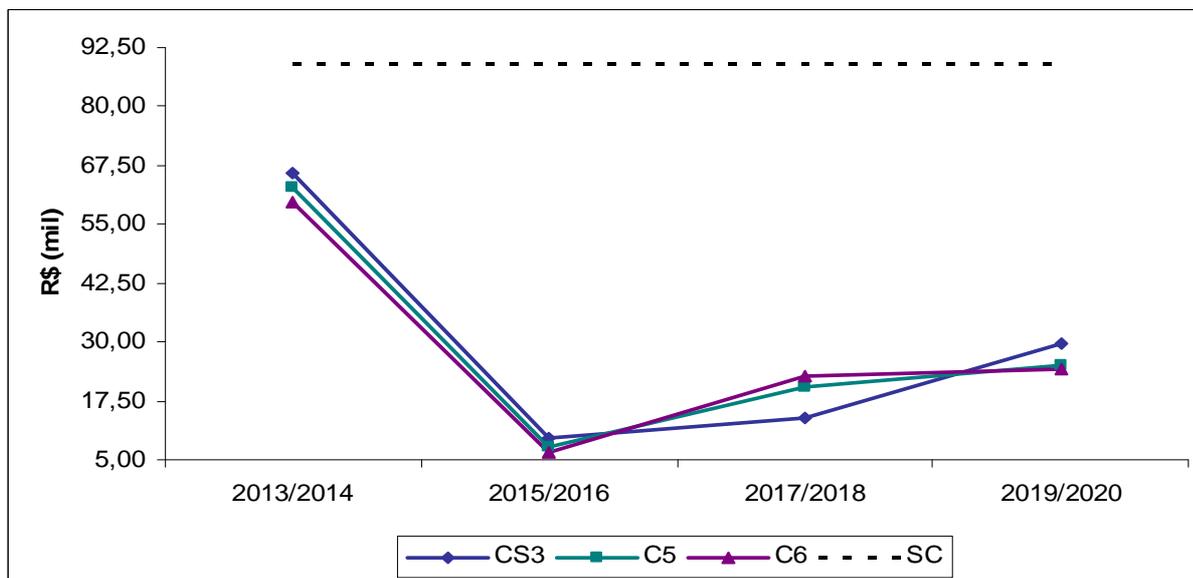


Figura 89 - Evolução do lucro geral para os cenários sem otimização (CS3), com maximização do lucro (C5) e com minimização de custo (C6) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de baixa produção

Comparando os cenários com o sistema convencional ao longo do período para as safras de baixa produção (Figura 89), o lucro geral total foi de R\$ 355.453,83, R\$ 119.067,1, R\$ 116.189,5 e R\$ 113.441,8, respectivamente, para o SC, CS3, C5 e C6. Isso indica que o processo de conversão no período de oito anos foi bastante desvantajoso, pois proporcionou menor lucro.

Diante da variação do lucro geral em relação os cenários CS3, C5 e C6, é possível afirmar que não é viável economicamente a produção orgânica aplicada ao café, através dos aumentos sucessivos de 10%, 20% e 30% dos custos; pela queda de produção de 10%, 20% e 30% durante o manejo em substituição e em conversão; e, sem bonificação de 30% sobre o preço da saca por ser certificado, pois resultou lucros bastante inferiores em relação ao sistema convencional.

Ao se comparar a primeira com a terceira análise, percebe-se o grande impacto no lucro quando não há alteração no preço. No 7º ano (safra 2018/2019) e no 8º ano (2019/2020), representando um ano de alta e outro de baixa produção, respectivamente, infere-se que ao se realizar a média entre os cenários para a variável lucro geral de cada análise, a diferença entre as análises para o 7º ano foi de R\$ 105.604,41 e de R\$ 90.919,52 para o 8º ano. Isso significa que se o produtor não obtiver o bônus de 30% sobre o preço da saca de café, quando em sistema orgânico, deixaria de lucrar R\$ 196.523,93 (soma do lucro perdido das safras do 7º e 8º anos).

Finalmente, através da análise de sensibilidade, observou-se que restrição de defensivos é a mais impactante à função-objetivo. No caso do C5, para a safra 2016/2017, a variação de uma unidade monetária no custo de adubação proporcionaria variação de 6,22 unidades monetárias no lucro.



## 7 CONCLUSÃO

A partir dos cenários sem otimização (CS1), com maximização do lucro (C1) e com minimização de custo (C2), correspondentes a primeira análise, foi possível concluir que a adoção da técnica orgânica proporcionou proventos ao cafeicultor (proprietário do Sítio Terra Verde), com lucros superiores aos do sistema convencional no final do período de conversão. Portanto, o sistema de produção orgânica se mostrou economicamente viável se o produtor receber um incremento de 30% sobre o preço da saca de café e se a produtividade retornar aos mesmos níveis do sistema convencional. Os resultados ainda revelaram que o 4º ano é um ano crítico, pois deteve menor nível de lucro do planejamento, em função da maior incidência do fator redutor de produção e do aumento de custo em toda a área.

Através dos cenários otimizados, a primeira análise ilustrou um resultado importante: é possível produzir organicamente, com no máximo os mesmos custos do sistema convencional. Isso ocorre devido à melhor alocação dos recursos, ou seja, o modelo de programação linear gerou o melhor nível de produção de café para se obter o maior lucro ou o menor custo, de acordo com as limitações impostas.

Portanto, os resultados desta pesquisa, para a primeira análise, indicaram que é economicamente viável a produção de café orgânico. Contudo, o estudo de caso apresenta algumas limitações, como: a proporção por tipo de café colhido pode variar entre o sistema convencional e orgânico, influenciando o preço da saca de café; a qualidade do café pode variar, dependendo das condições climáticas e a escassez de mão-de-obra qualificada para a realização das técnicas orgânicas.

Os resultados da segunda análise, através dos cenários sem otimização (CS2), com maximização do lucro (C3) e com minimização de custo (C4), identificaram uma situação de prejuízo ao cafeicultor (4ª ano do planejamento) e uma condição econômica desvantajosa em relação ao sistema convencional, pois o lucro geral foi inferior, apesar dos outros anos mostrarem lucros positivos. Isso se deve principalmente à queda de produtividade em manejo orgânico e, conseqüente, redução na renda, de modo que o preço adicional não foi suficiente para se manter níveis de lucro semelhantes aos da primeira análise.

É importante frisar que a queda de produtividade em manejo orgânico não é progressiva no longo prazo, pois em diversos estudos sobre a Agricultura Orgânica, na maioria dos

experimentos, os resultados mostraram aumento da produtividade após o período de conversão, a qual chega a atingir níveis iguais aos do sistema não orgânico.

Os resultados da terceira análise, através dos cenários sem otimização (CS3), com maximização do lucro (C5) e com minimização de custo (C6), mostraram que a viabilidade econômica em sistema orgânico de produção para a cafeicultura é extremamente dependente do diferencial de preço em relação ao sistema convencional, pois sem a recompensa sobre o preço para produzir em sistema orgânico, o planejamento de conversão exibirá lucros inferiores.

Recomenda-se a realização de um estudo mais ampliado, tanto para a cultura do café quanto para outras culturas, avaliando a possibilidade de concessão de maiores incentivos públicos para a difusão da Agricultura Orgânica e a necessidade de se subsidiar a produção orgânica, devido à redução da produtividade durante o processo de conversão. Seriam também recomendáveis estudos que avaliassem o incentivo da produção orgânica, tomando como exemplo a própria cafeicultura, por meio de política de preços mínimos, como forma de se garantir ao produtor preços estáveis durante todo ano.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em Alimentos-PARA**: relatório de atividades. Brasília, 2010. 22 p.

ALENCAR, V.C.; MOTA, J.C.; SANTOS, V.; VIEIRA, A.S.; CURI, W.F. Multiobjective comparative analysis between an organic production system and a conventional production system. In: CIGR-International Conference of Agricultural Engineering , Foz do Iguaçu, v. 1, p. 1-18, 2009.

ALTIERE, M. **Agroecologia**: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 5. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2004. 120 p. Disponível em: <[www.agroeco.org/socla/archivospdf/Agroecologia\\_-short-port.pdf](http://www.agroeco.org/socla/archivospdf/Agroecologia_-short-port.pdf)>. Acesso em: 10 maio 2011.

ANDRADE, E.L. **Introdução à pesquisa operacional**: métodos e modelos práticos para análise de decisões. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. 204 p.

AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. Agricultura orgânica em áreas urbanas e periurbanas com base na agroecologia. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 10, n. 1, p. 137-150, jan./jun. 2007.

ASSIS, R.L.; AREZZO, D.C. Propostas de difusão da agricultura orgânica. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 14, n. 2, p. 287-297, 1997.

\_\_\_\_\_. Análise do processo de conversão de sistemas de produção de café convencional para orgânico: um estudo de caso. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 21, n. 1. 143-168 p, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. Disponível em: <<http://www.abic.com.br>>. Acesso em: 12 jan. 2011.

BAIO, F.H.R.; ANTUNIASS, U.R.; BALASTREIRE, R.A.; CAIXETA FILHO, J.V. Modelo de programação linear para seleção de pulverizadores agrícolas de barras. **Engenharia Agrícola**, Botucatu, v. 24, n. 2, p. 355-363, maio/ago. 2004.

BARBOSA, L.C.B.G. **Comercialização de produtos orgânicos como uma alternativa para a geração de sustentabilidade aos agricultores familiares**. 2007. 206 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal de Alagoas. Maceió. 2007.

BONIZIO, R.C.; VICENTE, F.R.; NAKAO, S.H. Uma aplicação da programação linear para o planejamento da produção rural com reciclagem de materiais. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CUSTOS, 7., 2001, LEÓN : UNIVERSIDAD DE LEON 2001 p. 1-15.

BRASIL. Lei n. 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e

embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial**, Brasília, 11 jul. 1989.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 4.623, de 21 de março de 2003. Dispõe sobre os Conselhos Nacional de Política Agrícola - CNPA e Deliberativo da Política do Café - CDPC, vinculados ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, e dá outras providências. **Diário Oficial**, Brasília, 21 mar. 2003b.

\_\_\_\_\_. Decreto n. 6.323, de 27 de dezembro de 2007. Dispõe sobre a agricultura orgânica, e dá outras providências. **Diário Oficial**, Brasília, 27 dez. 2007.

\_\_\_\_\_. Instrução Normativa nº 64, de 18 de dez. 2008. Aprova o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. **Diário Oficial**, Brasília, 19 dez. 2008. Seção 1, p. 21.

BRASIL. Lei n. 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a Agricultura Orgânica e dá outras providências. **Diário Oficial**, Brasília, 24 dez. 2003a. Seção 1, p. 8.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 20 jul. 2011.

BRITTO, W.S.F. Análise da viabilidade financeira da Agricultura Orgânica versus a agricultura convencional: o caso da manga no submédio do vale do São Francisco. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 42., 2004, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: SOBER, 2004, 1 CD-ROM

BUAINAIN, A.M.; SOUZA FILHO, H.M.; SABBATO, A.; SOUZA, A.C.; GUANZIROLI, C.; SILVEIRA, J.M.; BATALHA, M.O.; SALLES FILHO, S.L.M. **Agricultura familiar e inovação tecnológica no Brasil**: características, desafios e obstáculos. Campinas: Editora da Unicamp, 2007. v. 1. 238 p.

CAFÉ POINT. **Entendendo a relação do clima com desenvolvimento do cafeeiro**. 2011. Disponível em: <<http://www.cafepoint.com.br/clima>>. Acesso em: 22 jun. 2011.

CAIXETA FILHO, J.V. **Pesquisa operacional**: técnicas de otimização aplicadas a sistemas agroindustriais. 2 ed. São Paulo. Editora Atlas, 2004. 169 p.

CALIARI, M.; SOARES JÚNIOR, M.S; SERRA, G.E. Programação matemática aplicada à colheita de cana-de-açúcar com ênfase na recuperação máxima de açúcar. **Pesquisa Agropecuária Tropical (UFG)**, Goiânia, v. 1, n. 35, p. 1-8, 2005.

CAMPANHOLA, C.; VALARINI, P.J. A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 69-101, set./dez. 2001.

CARMO, M.S. A produção familiar como locus ideal da agricultura sustentável. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 4, p. 1-15, 1998.

CARVALHO, A. **Histórico do desenvolvimento do cultivo do café no Brasil**. Campinas: IAC, 2007. 8 p. (IAC. Documentos, n. 34).

CARVALHO, C.H.S. **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: EMBRAPA CAFÉ, 2008. 334 p.

CEPEA- Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Indicador café arábica**: série de preços. 2011. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/cafe/>> Acesso em: 08 set. 2011.

COLIN, E.C. **Pesquisa operacional**: 170 aplicações em estratégia, finanças, logística, produção, marketing e vendas. Rio de Janeiro: LTC, 2007. 501 p.

DAROLT, M.R. **Agricultura orgânica**: inventando o futuro. Londrina: IAPAR. 2002. 250 p.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO DISTRITO FEDERAL. **Custos de produção**. 2010. Disponível em: <<http://www.emater.df.gov.br/>>. Acesso em: 17 ago. 2011.

ERMES SILVA, M.; ELIO SILVA, M.; GONÇALVES, V.; MUROLO, A.C. **Pesquisa operacional**: programação linear. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1998. 184 p.

FIBL-Research Institute of Organic Agriculture; IFOAM- Federação Internacional de Movimentos de Agricultura Orgânica . **The world of organic agriculture 2011**: Graphs and Maps. Organic World. Disponível em:<<http://www.organic-world.net/yearbook-2011-graphs.html>>. Acesso em: 10 jun. 2011.

FEIDEN, A.; ALMEIDA, D.L.; VITOI, V.; ASSIS, R.L. Processo de conversão de sistemas de produção convencionais para sistemas de produção orgânicos. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 19, p. 179-204, 2002.

FERGUSON, C.E. **Microeconomia**. 20. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária. 1999. 610p.

FEY, E.; SANTOS, S.R.; CATARINA, A.S.; PEREIRA, J.O. Planejamento de um sistema agrícola utilizando programação linear o modelo de programação linear. In: CONGRESSO DE AGROINFORMÁTICA – INFOAGRO, 2000, Ponta Grossa-Paraná. Disponível em: <[http://infoagro2000.deinfo.uepg.br/artigos/pdf/info\\_075.pdf](http://infoagro2000.deinfo.uepg.br/artigos/pdf/info_075.pdf)>. Acesso em: 12 jul. 2011

FONSECA, M.S.A.C. **Agricultura orgânica**: regulamentos técnicos para sistemas de produção animal e vegetal. Manual técnico. Niterói: Programa Rio Rural, 2009. 25 p.

FREEMAN, C. Introduction. In: DOSI, G.; FREEMAN, C; NELSON,R; SILVERBERG,G.; SOETE,L. Technical change and economic theory. London: Pinter. 1988. p. 1-8.

FROSSARD, A.C.P. Programação linear: maximização de lucro e minimização de custos. **Revista Científica da Faculdade Lourenço Filho**, São Paulo, v. 6, p. 19-48, 2009.

GIOMO, G.S.; PEREIRA, S.P.; BLISKA, F.M.M. Panorama da cafeicultura orgânica e perspectivas para o setor. **O Agrônomo**, Campinas, v. 59, p. 33-36, 2007.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2005. 653 p.

GOLDBARG, M.C. **Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos**. Rio de Janeiro: Campus, 2000. 649 p.

HENDERSON, J.M.; QUANDT, R.E. **Teoria microeconômica: uma abordagem matemática**. São Paulo: Pioneira, 1976. 417 p.

HILLIER, F.S.; LIEBERMAN, G.J. **Introdução à pesquisa operacional**. São Paulo: Campus; EDUSP, 1988. 850 p.

INSTITUTO BIODINÂMICO. **Certificação**. Disponível em: <<http://www.ibd.com.br>>. Acesso em: 25 abr. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ca/default.asp?o=2&i=P>>. Acesso: 05 fev. 2011

\_\_\_\_\_. **IBGE revela retrato do Brasil agrário**. 2009. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 04 abr. 2011

\_\_\_\_\_. **POF 2008-2009: mais de 90% da população comem poucas frutas, legumes e verduras**. Sala de Imprensa. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em: 10 ago. 2011

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. **Historical data**. Disponível em: <[http://www.ico.org/new\\_historical.asp?section=Statistics](http://www.ico.org/new_historical.asp?section=Statistics)>. Acesso em: 13 out. 2010.

JAFFE, A.B.; NEWELL, R.G.; STAVINS, R. Environmental policy and technological change. **Environmental and Resource Economics**, Netherlands, n. 22, p. 41-69. 2002.

KHATOUNIAN, C.A. **A reconstrução ecológica da agricultura**, Botucatu: Agroecológica, 2001. 348 p.

KOECHLIN, F. **Engenharia genética versus agricultura orgânica: o fato e a ficção**. Publicação Original: IFOAM. Instituto Biodinâmico-IBD. 2003. 17 p. Disponível em: <<http://www.biodinamica.org.br/artigos/engenhariagenetica.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2011.

LAROUSSE. **Grande Enciclopédia Larousse Cultural: café**. São Paulo, 1995. 567 p.

LEMOIS, C. Inovação na era do conhecimento. In: LASTRES, H.M.M.; ALBAGLI, S. **Informação e globalização na era do conhecimento**. Rio de Janeiro: Campus, 1999. p. 122-144.

LIMA, P.V.P.S.; KHAN, A.S. Efeito das inovações tecnológicas na produção de castanha de caju no estado do Ceará. In: CAMPOS, R.T. (Org.). **Mudança tecnológica na agricultura**. Fortaleza: UFC Edições, 1997. p. 15-52.

MAIORANO, J.A. Estratégias para conversão em agricultura orgânica. In: MURAOKA, T. **Adubação verde para agricultura orgânica: dia de campo**. Piracicaba: Degaspari, 2000. 172 p.

MALAVOLTA, E. **História do café no Brasil: agronomia, agricultura e comercialização**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2000. 464 p.

MALTA, M.R.; THEODORO, V.C.A.; CHAGAS, S.J.R.; GUIMARÃES, R.J.; CARVALHO, J.G. Caracterização de lavouras cafeeiras cultivadas sob o sistema orgânico no Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, p. 1402-1407, 2008.

MARTINS, R.V.; BRAUN, M.B.S.; LIMA, J.F.; STADUTO, J.A.R. Agricultura Orgânica como fonte de emprego e renda: um estudo de caso da produção vitinícola. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 44., 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SOBER, 2006. v. 1, p. 1-13.

MEDAETS, J.P.; FONSECA, M.F.A.C. **Produção orgânica: regulamentação nacional e internacional**. Brasília: MDA; NEAD, 2005. 104p.

MEDEIROS, H.R.; PEDREIRA, C.G.S. Programação linear na simulação e tomada de decisão em um sistema de produção animal. **Archivos de Zootecnia (Universidad de Córdoba)**, Córdoba, v. 56, p. 935-938, 2007.

MENDES, J.T.G. **Economia agrícola: princípios básicos e aplicações**. Curitiba: Scientia et Labor, 1989. 399 p.

MESQUITA, T.C. Impacto da mudança tecnológica na produção agrícola: aproximação de uma análise dinâmica. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 13, n. 2, p. 159-173, 1996.

\_\_\_\_\_. **Estudos de economia agrícola**. Sobral: Edição UVA, 1998. 168 p.

MOREIRA, A.C. **História do café no Brasil**. São Paulo: Magma, 2007. 192 p.

MOREIRA, D.A. **Pesquisa operacional: curso introdutório**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010. 356 p.

MORICOCCHI, L.; GONÇALVES, J.S. Teoria do desenvolvimento econômico de Schumpeter: uma revisão crítica. São Paulo: **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 24, n. 8, p. 27-36, ago. 1994.

MOTTA, I.S.; CUNHA, F.A.D.; SENA, J.O.A.; CLEMENTE, E.; CALDAS, R.G.; LORENZETTI, E.R. Análise econômica da produção do maracujazeiro amarelo em sistemas orgânico e convencional. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1927-1934, dez., 2008.

MURAOKA, T. **Adubação verde para agricultura orgânica**: dia de campo. Piracicaba: Degaspari, 2000. 172 p.

NICHOLSON, W.; SNYDER, C. **Microeconomic theory**: basic principles and extensions. 3<sup>rd</sup> ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008. 740 p.

NICOLELI, M.; MOLLER, H.D. Análise da competitividade dos custos do café orgânico sombreado irrigado. **Custos e @gronegocio on line**, v. 2, n. 1, p. 29-44, 2006. Disponível em: <<http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero1v2/Custos%20do%20cafe%20organico.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2011.

\_\_\_\_\_. Análise da competitividade do café orgânico produzido em Taquaritinga do norte para o mercado regional. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 9., 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2007. p. 1-17.

NUTLEY, S.; DAVIES, H.; WALTER, I. **Conceptual synthesis 1**: learning from the diffusion of innovations, research unit for research utilization. University of St. Andrews, 2002. Disponível em: <<http://www.ruru.ac.uk>>. Acesso em: 30 set. 2011.

OLISZESKI, C.A.N.; COLMENERO, J.C. Definição de parâmetros para a construção de modelos de planejamento agrícola: um cenário para otimização de processos agroindustriais. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa-PR, v. 6, n. 2, p. 45-68, 2010.

OLIVEIRA, A.C.B.; MALUF, M.P. Diversidade em *Coffea sp.* **O Agrônomo**, Campinas, v. 59, p. 22-24, 2007.

OLIVEIRA, L.H.; SOUZA, C.N.; SILVA, C.B.; MARCO, E.; SILVESTRE, E.P. Caracterização e análise da cadeia produtiva de café orgânico do sul de minas gerais: subsídios para o aumento das exportações. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 44., 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SOBER, 2006. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, R.A.; LIMA, P.V.P.S.; SILVA, L.M.R. O consumo e comercialização de produtos orgânicos: o caso da associação para o desenvolvimento da agropecuária orgânica-Fortaleza. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 44., 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SOBER, 2006. 1 CD-ROM.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Manual de vigilância da saúde de populações expostas a agrotóxicos**. Disponível em: <<http://www.opas.org.br/sistema/arquivos/livro2.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2011

ORMOND, J.G.P. **Glossário de termos usados em atividades agropecuárias, florestais e ciências ambientais**. Rio de Janeiro: BNDES, 2006. 316 p.

ORMOND, J.G.P.; PAULA, S.R.L.; FAVERET FILHO, P. Café: (re)conquista dos mercados **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 10, p. 3-36, 1999.

OTA- Associação do Comércio Orgânico. **North American organic coffee market tops \$1.4 billion**. 2010. Disponível em: <<http://www.organicnewsroom.com/>>. Acesso em: 16 maio 2011.

PADOIN, E.L.; LEANDRO, G.V.; DILL, S.L.; RECH, C. A escolha de cultivares de soja como alternativa para beneficiar produtores. **Revista INGEPRO – Inovação, Gestão e Produção**, Santa Maria, v. 1, n. 2, p. 29-38, abr. 2009.

PAIVA, R.M. Modernização e dualismo tecnológico na agricultura. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 117-161, jun. 1975.

PANZENHAGEN, N.V.; KOLLER, O.C.; VAQUIL, P.D.; SOUZAS, P.V.D.; SÓGLIO, F.K.D. Aspectos técnico-ambientais da produção orgânica na região citrícola do Vale do Rio Caí, Rio Grande do Sul: **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, p. 90-95, 2008.

PEDINI, S. **Apostila de cafeicultura orgânica**. 2000. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/cafedepedini.htm>> Acesso em: 31 maio 2011

PENSA- Centro de Conhecimento em Agronegócios. **Diagnóstico sobre o sistema agroindustrial de cafés especiais e qualidade superior do estado de Minas Gerais**. São Paulo: SEBRAE, 2001. 152 p.

\_\_\_\_\_. **Perfil do produtor de café do Brasil**: relatório de pesquisa. São Paulo, 2009.

Disponível em:

<[http://www.pensa.org.br/ANEXOs/biblioteca/239200814543\\_relatorio\\_illy.pdf](http://www.pensa.org.br/ANEXOs/biblioteca/239200814543_relatorio_illy.pdf)> Acesso em: 27 abr. 2011.

PENTEADO, S.R. **Manual prático de agricultura orgânica**. fundamentos e técnicas. Campinas: Via Orgânica, 2007. 213 p.

\_\_\_\_\_. **Introdução à agricultura orgânica**: normas e técnicas de cultivo. Campinas: Grafimagem, 2000. 110 p.

PERINA, R.A.; SANTOS, A.L. Programação linear aplicada a formulação de ração de custo mínimo para bovinos na região de Araçatuba. **Economia & Pesquisa**, Araçatuba, v. 2, p. 79-97, 1999.

PINDYCK, R.S.; RUBINFELD, D.L. **Microeconomia**. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002 711 p.

PIMENTEL, D.; HEPPEL, P.; HANSON, J.; SEIDE, R.; DOUDS, D. Organic and conventional farming systems: **Environmental and Economic Issues**, July 2005. Disponível em: <[http://www2.grist.org/gristmill/images/user/2988/pimentel\\_report\\_05\\_1.pdf](http://www2.grist.org/gristmill/images/user/2988/pimentel_report_05_1.pdf)>. Acesso em: 13 maio 2011.

PRADO, D.S. **Programação linear**. Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 2003. 220 p.

RADIOAGÊNCIA. **Venda de agrotóxicos cresce no Brasil**. Disponível em: <<http://www.radioagencianp.com.br>> Acesso em: 02 ago. 2011.

REVISTA CAFEICULTURA. **Registro 2002: crescem as exportações de café orgânico**. 2006. Disponível em: <<http://www.revistacafeicultura.com.br>> Acesso em: 19 jun. 2011.  
\_\_\_\_\_. **O pé de café**. 2010. Disponível em: <<http://www.revistacafeicultura.com.br>>. Acesso em: 14 jul. 2011.

RICCI, M.S.F.; NEVES, M.C.P. **Cultivo do café orgânico**. Embrapa Agrobiologia. 2006. Disponível em: <<http://www.cnpab.embrapa.br/>>. Acesso em: 23 mar. 2011.

RICCI, M.S.F.; ARAÚJO, M.C.F.; CASTRO, C.M. **Cultivo orgânico do café: recomendações técnicas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 101 p.

RICCI, M.S.F.; COSTA, J.R.; NOGUEIRA, A.P.; SANTOS, V. L.S. Cultivo orgânico de cultivares de café a pleno sol e sombreado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 569-575, 2006.

SACHUCK, M.I.; TAKAHASHI, L.Y.; AUGUSTO, C.A. Impactos da inovação tecnológica na competitividade e nas relações de trabalho. **Caderno de Administração**, Maringá, v. 16, n. 2, p. 57-66, jul./dez. 2008.

SAES, M.S.M.; SOUZA, M.C.M.; OTANI, M.N. **Actions to promote sustainable development: the case of Baturité shaded coffee, state of Ceará, Brazil**. FAO-Food and Agriculture Organization of the United Nations. São Paulo, 2001. 36 p.

SAMPAIO, D.B.; ARAÚJO, A.S.F.; SANTOS, V.B. Avaliação de indicadores biológicos de qualidade do solo sob sistemas de cultivo convencional e orgânico de frutas. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 353-359, abr. 2008.

SANTINATO, R.; FERNANDES, A.L.T.; FERNANDES, D.R. **Irrigação na cultura do café**. 2. ed. Uberaba: O Lutador, 2008. v. 1, 483 p.

SANTOS, F.A.; RODRIGUES, M.T.; LISBOA FILHO J. Modelo computacional para formulação de rações de mínimo custo para pequenos ruminantes utilizando programação linear. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13., 2006, Bauru. **Anais...** Bauru: UNESP, 2006. p. 1-10.

SANTOS, M.A.L.; COSTA, R.N.T.; FRIZZONE, J.A.; SANTOS, C.G.; SANTOS, V.R. Modelo de programação linear para otimização econômica do projeto de irrigação baixo Acaraú - CE. **Caatinga**, Mossoró, v. 22, p. 6-19, 2009.

SBARDELOTTO, A.; LEANDRO, G.V. Escolha de cultivares de soja com base na composição química dos grãos como perspectiva para maximização dos lucros nas indústrias processadoras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, p. 614-619, 2008.

SEBRAE- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresa **Café gourmet e orgânico: estudos de mercado** SEBRAE/ESPM. Relatório completo. 2007. 184 p.

SERRANO, L.A.L.; MAURÍCIO, V.S; SILVA, V.; FORMENTINI, E.A. Uso de compostos orgânicos no plantio do cafeeiro conilon. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n.1, p. 100-107. jan./fev. 2011.

SIQUEIRA, H.M.; SOUZA, P.M.; PONCIANO, N.J. Café convencional versus café orgânico: perspectivas de sustentabilidade socioeconômica dos agricultores familiares do Espírito Santo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, p. 155-160, mar./abr. 2011.

SOUZA, M.C.M. Certificação de produtos orgânicos. In. **CURSO DE CAPACITAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**, 2004, Piracicaba. Piracicaba: SAA, CATI, 2004. p. 186-231.

SOUZA, M.C.M.; SAES, M.S.M.; OTANI, M.N. Pequenos agricultores familiares e sua inserção no mercado de cafés especiais: uma abordagem preliminar. In: **SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE INVESTIGAÇÃO E EXTENSÃO EM SISTEMAS AGROPECUÁRIOS**, 5., 2002, Florianópolis **Anais...** Florianópolis: EPAGRI, 2002. v. 1, p. 16-26.

THEODORO, V.C.A.; CAIXETA, I.F.; GUIMARÃES, R.J. **Bases para a produção de café orgânico**. Lavras: UFLA; CBP&D/Café, 2001. 76 p. (Boletim Técnico, 12)

THEODORO, V.C.A.; GUIMARÃES, R.J.; CHAGAS, S.J.R. Qualidade de grãos de cafés colhidos no pano e no chão provenientes de sistemas de produção orgânica, em conversão e convencional. In: **SIMPÓSIO DE PESQUISA CAFEIEIRA DO SUL DE MINAS GERAIS**, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 213-221.

THEODORO, V.C.A.; GUIMARÃES, R.J.; MENDES, A.N.G. Desempenho do manejo orgânico na nutrição e produtividade de lavoura cafeeira. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 29, p. 631-638, 2007.

TOKESHI, H. **Efeito dos agrotóxicos no Solo**. Disponível em: <[http://www.cpmo.org.br/artigos/Efeito\\_Agrotoxicos\\_Solo\\_Tokeshi.pdf](http://www.cpmo.org.br/artigos/Efeito_Agrotoxicos_Solo_Tokeshi.pdf)>. Acesso em: 05 jun. 2011.

TRISTÃO, F.S.M. **Produção de mudas micorrizadas de cafeeiro em diferentes substratos orgânicos**. 2005. 91 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agrônomo, Campinas, 2005. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/PosIAC/pdf/pb1802503.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2011.

TURCO, P.H.N.; OLIVEIRA, M.D.M.; BUENO, O.C. Custo de implantação da cultura do café para sistemas de produção convencional e orgânicos em diferentes regiões. In: **CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL**, 48., 2010, Campo Grande. **Tecnologia, desenvolvimento e integração social**; anais... Campo Grande: SOBER, 2010. 1 CD-ROM.

TURRA, C.; GHISI, F. A. Laranja orgânica no Brasil: produção, mercado e tendências. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 42., 2004, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: SOBER, 2004. 1 CD-ROM.

UNCTAD- United Nations Conference on Trade and Development. **Organic fruit and vegetables from the tropics**: market, certification and production information for producers and international trading companies. New York; Geneva. 2003. Disponível em: <[http://www.unctad.org/en/docs/ditccom20032\\_en.pdf](http://www.unctad.org/en/docs/ditccom20032_en.pdf)>. Acesso em: 13 jun. 2011.

VARIAN, H. **Microeconomia**: princípios básicos. 5 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2000. 506 p

VIAN, C.F.; VOTTA, T.; PITELLI, M.M. A desregulamentação do complexo agroindustrial do café torrado e moído e a emergência de campos organizacionais: uma análise histórica. **Cadernos do CEAM**, Brasília, v. 26, p. 11-44, 2006.

VILAS BOAS, L.H.B.; ANTONIALLI, L.M.; ABREU, N.R. Estratégias para comercialização dos cafés orgânicos: uma perspectiva sob a ótica das parcerias e alianças estratégicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 42., 2004, Brasília. **Anais...** Brasília: SOBER, 2004. p. 51.

## GLOSSÁRIO

|  |   |
|--|---|
| <b>Análise 1:</b>                      | Corresponde aos cenários CS1, C1 e C2, onde ocorrem reduções de 10%, 20% e 30% na produtividade até o manejo em conversão. Quando o talhão é orgânico incide-se um adicional de 30% sobre o preço da saca.    |
| <b>Análise 2:</b>                      | Corresponde aos cenários CS2, C3 e C4, onde ocorrem reduções de 20% e 30% na produtividade em todas as fases de manejo. Quando o talhão é orgânico incide-se um adicional de 30% sobre o preço da saca.       |
| <b>Análise 3:</b>                      | Corresponde aos cenários CS3, C5 e C6, onde ocorrem reduções de 10%, 20% e 30% na produtividade até o manejo em conversão. Quando o talhão é orgânico, permanece com o preço da saca em sistema convencional. |
| <b>Cenário Sem Otimização 1 (CS1):</b> | Cenário da primeira análise em que não houve otimização. Não há restrições impostas durante o processo de conversão.  |
| <b>Cenário 1 (C1):</b>                 | Cenário da primeira análise em que houve otimização para o lucro (maximização do lucro). Há restrições impostas durante o processo de conversão.  |
| <b>Cenário 2 (C2):</b>                 | Cenário da primeira análise em que houve otimização para o custo (minimização de custo). Há restrições impostas durante o processo de conversão.  |
| <b>Cenário Sem Otimização 2 (CS2):</b> | Cenário da segunda análise em que não houve otimização. Não há restrições impostas durante o processo de conversão.   |
| <b>Cenário 3 (C3):</b>                 | Cenário da segunda análise em que houve otimização para o lucro (maximização do lucro). Há restrições impostas durante o processo de conversão.   |
| <b>Cenário 4 (C4):</b>                 | Cenário da segunda análise em que houve otimização para o custo (minimização de custo). Há restrições impostas durante o processo de conversão.   |
| <b>Cenário Sem Otimização 3 (CS3):</b> | Cenário da terceira análise em que não houve otimização. Não há restrições impostas durante o processo de conversão.  |
| <b>Cenário 5 (C5):</b>                 | Cenário da terceira análise em que houve otimização para o lucro (maximização do lucro). Há restrições impostas durante o processo de conversão.  |
| <b>Cenário 6 (C6):</b>                 | Cenário da terceira análise em que houve otimização para o custo (minimização de custo). Há restrições impostas durante o processo de conversão.  |



**APÊNDICES**



APÊNDICE A - Questionário aplicado no Sítio Terra Verde

Nome da Propriedade: \_\_\_\_\_

Local: \_\_\_\_\_

1- Variedades de café, nº de pés, espaçamento, previsão da safra, insumos agrícolas. Exemplo: Safra 2010/2011.

| Variedade<br>café | Espaçamento<br>(metros) | N <sup>a</sup><br>pés | Área<br>(ha) | Previsão<br>da safra<br>(sc/ha)<br>Saca 60kg | Calcário<br>(kg/ha) | Adubos<br>Macronutrientes<br>(kg/ha) |    |    |    | Adubos<br>Micronutrientes<br>(kg/ha) |    | Controle<br>fitossanitário<br>(kg/ha) |    |
|-------------------|-------------------------|-----------------------|--------------|--|---------------------|--------------------------------------|----|----|----|--------------------------------------|----|---------------------------------------|----|
|                   |                         |                       |              |  |                     | A1                                   | A2 | A3 | A4 | A5                                   | A6 | C1                                    | C2 |
|                   |                         |                       |              |  |                     |                                      |    |    |    |                                      |    |                                       |    |
|                   |                         |                       |              |  |                     |                                      |    |    |    |                                      |    |                                       |    |
|                   |                         |                       |              |  |                     |                                      |    |    |    |                                      |    |                                       |    |
|                   |                         |                       |              |  |                     |                                      |    |    |    |                                      |    |                                       |    |
|                   |                         |                       |              |  |                     |                                      |    |    |    |                                      |    |                                       |    |
|                   |                         |                       |              |  |                     |                                      |    |    |    |                                      |    |                                       |    |

Adubos utilizados: A1= \_\_\_\_\_ ; A2= \_\_\_\_\_ ; A3= \_\_\_\_\_ ; A4= \_\_\_\_\_ ; A5= \_\_\_\_\_ ; A6= \_\_\_\_\_  
 Controle: C1= \_\_\_\_\_ ; C2 = \_\_\_\_\_

## 2- Custos dos insumos e aplicação / quantidade utilizada

| <b>Insumos</b> | <b>Preço de custo</b> | <b>Quantidade Kg/ha</b> | <b>Custo de Aplicação</b> |
|----------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|
|                |                       |                         |                           |
|                |                       |                         |                           |
|                |                       |                         |                           |
|                |                       |                         |                           |
|                |                       |                         |                           |
|                |                       |                         |                           |
|                |                       |                         |                           |
|                |                       |                         |                           |

Insumos: fertilizantes/adubos, defensivos etc.

## 3- Custos de atividade de manejo

| <b>Manejo</b>       | <b>Colheita</b> | <b>Mão de obra</b> | <b>Máquinas</b> | <b>Irrigação</b> |
|---------------------|-----------------|--------------------|-----------------|------------------|
| <b>Custo R\$/ha</b> |                 |                    |                 |                  |



## 6- Histórico da Fazenda.

| <b>Idade da propriedade</b> | <b>Idade da lavoura</b> | <b>Origem das mudas</b> | <b>Tipos de manejo do solo</b> | <b>Quantidade de agrotóxicos</b> | <b>Área</b> | <b>Produção</b> | <b>Doenças</b> |
|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------|-----------------|----------------|
|                             |                         |                         |                                |                                  |             |                 |                |

## 7- Preços do café/ tipo colhido e proporção da produção.

| <b>Café</b> | <b>Preço</b> | <b>Proporção</b> |
|-------------|--------------|------------------|
|             |              |                  |
|             |              |                  |
|             |              |                  |
|             |              |                  |

Café: cereja, verde, bóia, varrição etc.

Proporção: de 0 a 1. A soma deve ser igual a 1.

## APÊNDICE B- Resultados do planejamento de conversão no cenário sem otimização (CS1)

| Variáveis                               | 2012/2013         | 2013/2014         | 2014/2015         | 2015/2016         | 2016/2017         | 2017/2018         | 2018/2019         | 2019/2020         |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Lucro (R\$)</b>                      | <b>201.742,50</b> | <b>131.658,38</b> | <b>147.515,73</b> | <b>87.914,01</b>  | <b>152.164,97</b> | <b>152.946,45</b> | <b>269.384,17</b> | <b>201.010,71</b> |
| Adução (R\$)                            | 79.386,97         | 73.204,54         | 86.778,80         | 83.949,22         | 99.356,78         | 91.437,91         | 102.360,44        | 91.437,91         |
| Defensivo (R\$)                         | 24.758,26         | 22.764,84         | 26.848,52         | 26.160,68         | 30.966,88         | 28.693,60         | 31.804,24         | 28.693,60         |
| Colheita (R\$)                          | 110.328,40        | 104.812,50        | 107.785,70        | 103.975,65        | 118.030,90        | 119.981,55        | 143.585,00        | 136.987,50        |
| Custo (R\$)                             | 214.473,63        | 200.781,88        | 221.413,02        | 214.085,54        | 248.354,56        | 240.113,06        | 277.749,68        | 257.119,01        |
| Produção (sacas)                        | 1.087,01          | 665,71            | 963,51            | 579,69            | 921,65            | 640,54            | 1.099,17          | 705,69            |
| <b>Renda (R\$)</b>                      | <b>416.216,13</b> | <b>332.440,26</b> | <b>368.928,74</b> | <b>301.999,56</b> | <b>400.519,53</b> | <b>393.059,50</b> | <b>547.133,85</b> | <b>458.129,71</b> |
| Custo de beneficiamento e secagem (R\$) | 36.549,74         | 29.760,17         | 36.549,74         | 29.760,17         | 36.549,74         | 29.760,17         | 36.549,74         | 29.760,17         |
| Custo administrativo (R\$)              | 32.000,00         | 36.000,00         | 32.000,00         | 36.000,00         | 32.000,00         | 36.000,00         | 32.000,00         | 36.000,00         |
| Custo Geral (R\$)                       | 283.023,37        | 266.542,05        | 289.962,75        | 279.845,71        | 316.904,30        | 305.873,22        | 346.299,42        | 322.879,17        |
| <b>Lucro Geral (R\$)</b>                | <b>133.192,76</b> | <b>65.898,22</b>  | <b>78.965,99</b>  | <b>22.153,85</b>  | <b>83.615,23</b>  | <b>87.186,28</b>  | <b>200.834,43</b> | <b>135.250,54</b> |

Fonte: Resultados do estudo.

## APÊNDICE C - Resultados do planejamento de conversão no cenário com maximização do lucro (C1)

| Variáveis                               | 2012/2013         | 2013/2014         | 2014/2015         | 2015/2016         | 2016/2017         | 2017/2018         | 2018/2019         | 2019/2020         |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Máx. Lucro (R\$)</b>                 | <b>200.352,70</b> | <b>128.474,58</b> | <b>137.137,60</b> | <b>86.031,94</b>  | <b>144.511,90</b> | <b>161.784,80</b> | <b>223.044,40</b> | <b>177.101,60</b> |
| Adução (R\$)                            | 78.334,43         | 70.336,85         | 78.738,79         | 70.336,85         | 76.033,28         | 56.110,35         | 67.560,99         | 70.336,85         |
| Defensivo (R\$)                         | 24.464,80         | 21.973,76         | 24.407,51         | 19.309,53         | 24.464,80         | 18.949,00         | 22.102,91         | 22.072,00         |
| Colheita (R\$)                          | 109.326,08        | 100.211,02        | 99.716,10         | 88.322,28         | 100.264,56        | 80.301,01         | 110.450,00        | 103.717,34        |
| Custo (R\$)                             | 212.125,31        | 192.521,63        | 202.862,40        | 177.968,66        | 200.762,68        | 155.359,53        | 200.113,93        | 196.126,19        |
| Produção (sacas)                        | 1.074,20          | 642,79            | 887,97            | 503,60            | 777,37            | 488,62            | 850,77            | 574,91            |
| <b>Renda (R\$)</b>                      | <b>412.477,87</b> | <b>320.996,20</b> | <b>340.000,00</b> | <b>264.000,60</b> | <b>345.274,58</b> | <b>317.144,33</b> | <b>423.158,33</b> | <b>373.227,79</b> |
| Custo de beneficiamento e secagem (R\$) | 36.549,74         | 29.760,17         | 36.549,74         | 29.760,17         | 36.549,74         | 29.760,17         | 36.549,74         | 29.760,17         |
| Custo Administrativo (R\$)              | 32.000,00         | 36.000,00         | 32.000,00         | 36.000,00         | 32.000,00         | 36.000,00         | 32.000,00         | 36.000,00         |
| Custo Geral (R\$)                       | 280.675,05        | 258.281,79        | 271.412,14        | 243.728,83        | 269.312,42        | 221.119,70        | 268.663,67        | 261.886,36        |
| <b>Lucro Geral (R\$)</b>                | <b>131.802,82</b> | <b>62.714,41</b>  | <b>68.587,86</b>  | <b>20.271,78</b>  | <b>75.962,16</b>  | <b>96.024,64</b>  | <b>154.494,66</b> | <b>111.341,44</b> |

Fonte: Resultados do estudo.

## APÊNDICE D - Resultados do planejamento de conversão no cenário com minimização de custo (C2)

| Variáveis                               | 2012/2013         | 2013/2014         | 2014/2015         | 2015/2016         | 2016/2017         | 2017/2018         | 2018/2019         | 2019/2020         |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Min. Custo (R\$)</b>                 | <b>204.290,70</b> | <b>184.584,90</b> | <b>187.849,10</b> | <b>174.166,20</b> | <b>187.604,90</b> | <b>143.319,10</b> | <b>186.720,30</b> | <b>179.073,90</b> |
| Adução (R\$)                            | 74.822,56         | 67.581,47         | 73.754,97         | 68.903,74         | 69.585,05         | 52.015,96         | 62.092,28         | 64.343,20         |
| Defensivo (R\$)                         | 23.485,81         | 21.213,66         | 21.751,77         | 18.588,23         | 22.667,20         | 16.887,44         | 20.331,62         | 21.219,27         |
| Colheita (R\$)                          | 105.982,31        | 95.789,74         | 92.342,38         | 86.674,29         | 95.352,71         | 74.415,67         | 104.295,62        | 93.511,42         |
| Lucro (R\$)                             | 195.709,30        | 125.415,10        | 132.150,90        | 85.833,80         | 142.395,10        | 156.680,90        | 213.279,70        | 170.926,10        |
| Produção (sacas)                        | 1.041,62          | 620,77            | 835,73            | 495,69            | 841,21            | 462,12            | 804,22            | 539,14            |
| <b>Renda (R\$)</b>                      | <b>400.000,00</b> | <b>310.000,00</b> | <b>320.000,00</b> | <b>260.000,00</b> | <b>330.000,00</b> | <b>300.000,00</b> | <b>400.000,00</b> | <b>350.000,00</b> |
| Custo de Beneficiamento e Secagem (R\$) | 36.549,74         | 29.760,17         | 36.549,74         | 29.760,17         | 36.549,74         | 29.760,17         | 36.549,74         | 29.760,17         |
| Custo Administrativo (R\$)              | 32.000,00         | 36.000,00         | 32.000,00         | 36.000,00         | 32.000,00         | 36.000,00         | 32.000,00         | 36.000,00         |
| Custo Geral (R\$)                       | 272.840,44        | 250.345,07        | 256.398,84        | 239.926,37        | 256.154,64        | 209.079,27        | 255.270,04        | 244.834,07        |
| <b>Lucro Geral (R\$)</b>                | <b>127.159,56</b> | <b>59.654,94</b>  | <b>63.601,16</b>  | <b>20.073,64</b>  | <b>73.845,36</b>  | <b>90.920,74</b>  | <b>144.729,96</b> | <b>105.165,94</b> |

Fonte: Resultados do estudo.

## APÊNDICE E - Resultados do planejamento de conversão no cenário sem otimização (CS2)

| Variáveis                               | 2012/2013         | 2013/2014         | 2014/2015         | 2015/2016         | 2016/2017         | 2017/2018         | 2018/2019         | 2019/2020         |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Lucro (R\$)</b>                      | <b>198.424,03</b> | <b>119.489,49</b> | <b>128.714,05</b> | <b>63.662,40</b>  | <b>99.112,12</b>  | <b>81.893,47</b>  | <b>148.319,52</b> | <b>104.668,04</b> |
| Adução (R\$)                            | 79.386,97         | 73.204,54         | 86.778,80         | 83.949,22         | 99.356,78         | 91.437,91         | 102.360,44        | 91.437,91         |
| Defensivo (R\$)                         | 24.758,26         | 22.764,84         | 26.848,52         | 26.160,68         | 30.966,88         | 28.693,60         | 31.804,24         | 28.693,60         |
| Colheita (R\$)                          | 108.990,80        | 101.185,00        | 99.828,80         | 92.516,70         | 98.507,50         | 95.891,25         | 100.509,50        | 95.891,25         |
| Custo (R\$)                             | 213.136,03        | 197.154,38        | 213.456,12        | 202.626,59        | 228.831,16        | 216.022,76        | 234.674,18        | 216.022,76        |
| Produção (sacas)                        | 1.074,85          | 634,07            | 893,63            | 515,70            | 769,42            | 493,98            | 769,42            | 493,98            |
| <b>Renda (R\$)</b>                      | <b>411.560,07</b> | <b>316.643,87</b> | <b>342.170,16</b> | <b>266.288,99</b> | <b>327.943,28</b> | <b>297.916,23</b> | <b>382.993,70</b> | <b>320.690,80</b> |
| Custo de beneficiamento e secagem (R\$) | 36.549,74         | 29.760,17         | 36.549,74         | 29.760,17         | 36.549,74         | 29.760,17         | 36.549,74         | 29.760,17         |
| Custo administrativo (R\$)              | 32.000,00         | 36.000,00         | 32.000,00         | 36.000,00         | 32.000,00         | 36.000,00         | 32.000,00         | 36.000,00         |
| Custo Geral (R\$)                       | 281.685,77        | 262.914,55        | 282.005,85        | 268.386,76        | 297.380,90        | 281.782,92        | 303.223,92        | 281.782,92        |
| <b>Lucro Geral (R\$)</b>                | <b>129.874,30</b> | <b>53.729,33</b>  | <b>60.164,31</b>  | <b>-2.097,77</b>  | <b>30.562,38</b>  | <b>16.133,31</b>  | <b>79.769,78</b>  | <b>38.907,88</b>  |

Fonte: Resultados do estudo.

## APÊNDICE F - Resultados do planejamento de conversão no cenário com maximização do lucro (C3)

| Variáveis                               | 2012/2013         | 2013/2014         | 2014/2015         | 2015/2016         | 2016/2017         | 2017/2018         | 2018/2019         | 2019/2020         |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Máx. Lucro (R\$)</b>                 | <b>197.031,50</b> | <b>116.305,70</b> | <b>118.581,90</b> | <b>65.311,69</b>  | 96.143,09         | <b>85.534,40</b>  | <b>134.053,20</b> | <b>96.248,79</b>  |
| Adução (R\$)                            | 78.334,31         | 70.336,85         | 78.334,31         | 59.305,15         | 76.033,29         | 69.654,63         | 76.033,28         | 70.336,85         |
| Defensivo (R\$)                         | 24.464,80         | 21.973,76         | 24.464,80         | 13.757,20         | 24.464,80         | 22.072,00         | 24.464,80         | 22.072,00         |
| Colheita (R\$)                          | 107.988,50        | 96.583,51         | 91.900,71         | 67.719,91         | 82.961,95         | 71.739,01         | 82.961,95         | 72.602,13         |
| Custo (R\$)                             | 210.787,61        | 188.894,12        | 194.699,82        | 140.782,21        | 183.460,02        | 163.465,60        | 183.460,03        | 165.010,98        |
| Produção (sacas)                        | 1.065,09          | 611,16            | 817,45            | 395,16            | 643,17            | 399,68            | 637,87            | 402,44            |
| <b>Renda (R\$)</b>                      | <b>407.819,11</b> | <b>305.199,82</b> | <b>313.281,72</b> | <b>206.093,90</b> | <b>279.603,11</b> | <b>249.000,00</b> | <b>317.513,23</b> | <b>261.259,77</b> |
| Custo de beneficiamento e secagem (R\$) | 36.549,74         | 29.760,17         | 36.549,74         | 29.760,17         | 36.549,74         | 29.760,17         | 36.549,74         | 29.760,17         |
| Custo Administrativo (R\$)              | 32.000,00         | 36.000,00         | 32.000,00         | 36.000,00         | 32.000,00         | 36.000,00         | 32.000,00         | 36.000,00         |
| Custo Geral (R\$)                       | 279.337,35        | 254.654,29        | 263.249,56        | 206.542,38        | 252.009,76        | 229.225,77        | 252.009,77        | 230.771,15        |
| <b>Lucro Geral (R\$)</b>                | <b>128.481,76</b> | <b>50.545,54</b>  | <b>50.032,16</b>  | <b>-448,48</b>    | 27.593,35         | <b>19.774,24</b>  | <b>65.503,46</b>  | <b>30.488,63</b>  |

Fonte: Resultados do estudo.

## APÊNDICE G - Resultados do planejamento de conversão no cenário com minimização de custo (C4)

| Variáveis                               | 2012/2013         | 2013/2014         | 2014/2015         | 2015/2016         | 2016/2017         | 2017/2018         | 2018/2019         | 2019/2020         |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Min. Custo (R\$)</b>                 | <b>199.599,50</b> | <b>177.923,30</b> | <b>177.857,00</b> | <b>165.343,00</b> | 174.447,10        | <b>140.199,40</b> | <b>169.762,60</b> | <b>146.726,40</b> |
| Adução (R\$)                            | 73.319,35         | 66.528,15         | 72.842,91         | 69.092,25         | 71.400,10         | 59.832,70         | 68.991,99         | 62.553,32         |
| Defensivo (R\$)                         | 23.066,75         | 20.923,09         | 21.496,71         | 18.683,11         | 23.173,20         | 19.975,00         | 22.501,85         | 20.725,51         |
| Colheita (R\$)                          | 103.213,39        | 90.472,07         | 83.517,04         | 77.567,70         | 79.873,80         | 60.392,00         | 78.268,76         | 63.447,57         |
| Lucro (R\$)                             | 190.400,50        | 112.076,70        | 112.143,00        | 64.657,00         | 95.552,90         | 89.800,60         | 130.237,40        | 93.273,60         |
| Produção (sacas)                        | 1.018,55          | 580,72            | 835,73            | 443,04            | 618,09            | 357,99            | 602,69            | 369,69            |
| <b>Renda (R\$)</b>                      | <b>390.000,00</b> | <b>290.000,00</b> | <b>290.000,00</b> | <b>230.000,00</b> | <b>270.000,00</b> | <b>230.000,00</b> | <b>300.000,00</b> | <b>240.000,00</b> |
| Custo de Beneficiamento e Secagem (R\$) | 36.549,74         | 29.760,17         | 36.549,74         | 29.760,17         | 36.549,74         | 29.760,17         | 36.549,74         | 29.760,17         |
| Custo Administrativo (R\$)              | 32.000,00         | 36.000,00         | 32.000,00         | 36.000,00         | 32.000,00         | 36.000,00         | 32.000,00         | 36.000,00         |
| Custo Geral (R\$)                       | 268.149,24        | 243.683,47        | 246.406,74        | 231.103,17        | 242.996,84        | 205.959,57        | 238.312,34        | 212.486,57        |
| <b>Lucro Geral (R\$)</b>                | <b>121.850,76</b> | <b>46.316,54</b>  | <b>43.593,26</b>  | <b>-1.103,16</b>  | 27.003,16         | <b>24.040,44</b>  | <b>61.687,66</b>  | <b>27.513,44</b>  |

Fonte: Resultados do estudo.

## APÊNDICE H - Resultados do planejamento de conversão no cenário sem otimização (CS3)

| Variáveis                               | 2012/2013         | 2013/2014         | 2014/2015         | 2015/2016         | 2016/2017         | 2017/2018         | 2018/2019         | 2019/2020         |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Lucro (R\$)</b>                      | <b>201.742,50</b> | <b>131.658,38</b> | <b>147.515,73</b> | <b>75.401,55</b>  | <b>104.546,76</b> | <b>79.759,34</b>  | <b>143.122,51</b> | <b>95.288,47</b>  |
| Adução (R\$)                            | 79.386,97         | 73.204,54         | 86.778,80         | 83.949,22         | 99.356,78         | 91.437,91         | 102.360,44        | 91.437,91         |
| Defensivo (R\$)                         | 24.758,26         | 22.764,84         | 26.848,52         | 26.160,68         | 30.966,88         | 28.693,60         | 31.804,24         | 28.693,60         |
| Colheita (R\$)                          | 110.328,40        | 104.812,50        | 107.785,70        | 103.975,65        | 118.030,90        | 119.981,55        | 143.585,00        | 136.987,50        |
| Custo (R\$)                             | 214.473,63        | 200.781,88        | 221.413,02        | 214.085,54        | 248.354,56        | 240.113,06        | 277.749,68        | 257.119,01        |
| Produção (sacas)                        | 1.087,01          | 665,71            | 963,51            | 579,69            | 921,65            | 640,54            | 1.099,17          | 705,69            |
| <b>Renda (R\$)</b>                      | <b>416.216,13</b> | <b>332.440,26</b> | <b>368.928,74</b> | <b>289.487,09</b> | <b>352.901,32</b> | <b>319.872,40</b> | <b>420.872,19</b> | <b>352.407,47</b> |
| Custo de beneficiamento e secagem (R\$) | 36.549,74         | 29.760,17         | 36.549,74         | 29.760,17         | 36.549,74         | 29.760,17         | 36.549,74         | 29.760,17         |
| Custo administrativo (R\$)              | 32.000,00         | 36.000,00         | 32.000,00         | 36.000,00         | 32.000,00         | 36.000,00         | 32.000,00         | 36.000,00         |
| Custo Geral (R\$)                       | 283.023,37        | 266.542,05        | 289.962,75        | 279.845,71        | 316.904,30        | 305.873,22        | 346.299,42        | 322.879,17        |
| <b>Lucro Geral (R\$)</b>                | <b>133.192,76</b> | <b>65.898,22</b>  | <b>78.965,99</b>  | <b>9.641,38</b>   | <b>35.997,02</b>  | <b>13.999,17</b>  | <b>74.572,78</b>  | <b>29.528,30</b>  |

Fonte: Resultados do estudo.

## APÊNDICE I - Resultados do planejamento de conversão no cenário com maximização do lucro (C5)

| Variáveis                               | 2012/2013         | 2013/2014         | 2014/2015         | 2015/2016         | 2016/2017         | 2017/2018         | 2018/2019         | 2019/2020         |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Máx. Lucro (R\$)</b>                 | <b>200.352,70</b> | <b>128.474,58</b> | <b>137.137,7</b>  | <b>73.519,27</b>  | <b>96.091,52</b>  | <b>86.264,21</b>  | <b>125.643,80</b> | <b>90.972,15</b>  |
| Adução (R\$)                            | 78.334,43         | 70.336,85         | 78.738,79         | 70.336,85         | 77.912,52         | 65.437,38         | 67.560,99         | 70.336,85         |
| Defensivo (R\$)                         | 24.464,80         | 21.973,76         | 24.407,51         | 19.309,53         | 24.464,80         | 21.521,11         | 22.102,91         | 22.072,00         |
| Colheita (R\$)                          | 109.326,08        | 100.211,02        | 99.716,10         | 88.323,00         | 100.531,16        | 90.777,30         | 110.450,00        | 103.717,34        |
| Custo (R\$)                             | 212.125,31        | 192.521,63        | 202.862,40        | 177.969,38        | 202.908,48        | 177.735,79        | 200.113,90        | 196.126,19        |
| Produção (sacas)                        | 1.074,20          | 642,79            | 887,97            | 503,60            | 780,88            | 528,66            | 850,77            | 574,91            |
| <b>Renda (R\$)</b>                      | <b>412.477,87</b> | <b>320.996,20</b> | <b>340.000,00</b> | <b>251.488,65</b> | <b>299.000,00</b> | <b>264.000,00</b> | <b>325.757,70</b> | <b>287.098,34</b> |
| Custo de beneficiamento e secagem (R\$) | 36.549,74         | 29.760,17         | 36.549,74         | 29.760,17         | 36.549,74         | 29.760,17         | 36.549,74         | 29.760,17         |
| Custo Administrativo (R\$)              | 32.000,00         | 36.000,00         | 32.000,00         | 36.000,00         | 32.000,00         | 36.000,00         | 32.000,00         | 36.000,00         |
| Custo Geral (R\$)                       | 280.675,05        | 258.281,79        | 271.412,14        | 243.729,55        | 271.458,22        | 243.495,96        | 268.663,64        | 261.886,36        |
| <b>Lucro Geral (R\$)</b>                | <b>131.802,82</b> | <b>62.714,41</b>  | <b>68.587,86</b>  | <b>7.759,11</b>   | <b>27.541,78</b>  | <b>20.504,05</b>  | <b>57.094,06</b>  | <b>25.211,99</b>  |

Fonte: Resultados do estudo.

## APÊNDICE J - Resultados do planejamento de conversão no cenário com minimização de custo (C6)

| Variáveis                               | 2012/2013         | 2013/2014         | 2014/2015         | 2015/2016         | 2016/2017         | 2017/2018         | 2018/2019         | 2019/2020         |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Min. Custo (R\$)</b>                 | <b>204.290,70</b> | <b>184.584,90</b> | <b>187.849,10</b> | <b>157.544,46</b> | <b>184.675,81</b> | <b>155.407,39</b> | <b>184.871,28</b> | <b>176.980,77</b> |
| Adução (R\$)                            | 74.822,56         | 67.581,47         | 73.754,97         | 62.639,02         | 68.158,39         | 56.130,30         | 61.515,99         | 63.616,54         |
| Defensivo (R\$)                         | 23.485,81         | 21.213,66         | 21.751,77         | 15.435,18         | 22.251,46         | 18.953,66         | 20.055,64         | 21.018,81         |
| Colheita (R\$)                          | 105.982,31        | 95.789,74         | 92.342,38         | 79.470,26         | 94.265,96         | 80.323,43         | 103.299,65        | 92.345,42         |
| Lucro (R\$)                             | 195.709,30        | 125.415,10        | 132.150,90        | 72.455,54         | 94.324,19         | 88.592,61         | 120.128,72        | 90.019,23         |
| Produção (sacas)                        | 1.041,62          | 620,77            | 835,73            | 460,57            | 728,92            | 488,61            | 797,08            | 534,67            |
| <b>Renda (R\$)</b>                      | <b>400.000,00</b> | <b>310.000,00</b> | <b>320.000,00</b> | <b>230.000,00</b> | <b>279.000,00</b> | <b>244.000,00</b> | <b>305.000,00</b> | <b>267.000,00</b> |
| Custo de Beneficiamento e Secagem (R\$) | 36.549,74         | 29.760,17         | 36.549,74         | 29.760,17         | 36.549,74         | 29.760,17         | 36.549,74         | 29.760,17         |
| Custo Administrativo (R\$)              | 32.000,00         | 36.000,00         | 32.000,00         | 36.000,00         | 32.000,00         | 36.000,00         | 32.000,00         | 36.000,00         |
| Custo Geral (R\$)                       | 272.840,44        | 250.345,07        | 256.398,84        | 223.304,63        | 253.225,55        | 221.167,56        | 253.421,02        | 242.740,94        |
| <b>Lucro Geral (R\$)</b>                | <b>127.159,56</b> | <b>59.654,94</b>  | <b>63.601,16</b>  | <b>6.695,38</b>   | <b>25.774,45</b>  | <b>22.832,45</b>  | <b>51.578,98</b>  | <b>24.259,07</b>  |

Fonte: Resultados do estudo.



**ANEXOS**



ANEXO A - Legislação brasileira de produtos orgânicos: Descrição da Lei, Decreto e Instrução Normativa

| Lei, Decreto e Instrução Normativa   | Descrição  |
|--|--|
| Lei nº 10.831, de 23 de dez. 2003.   | Dispõe sobre a Agricultura Orgânica e dá outras providências.  |
| Decreto nº 6.323, de 27 de dez. 2007.  | Regulamenta a Lei nº 10.831, de 23 de Dezembro de 2003.  |
| Decreto nº 6.913, de 23 de jul. 2009.  | Acresce dispositivos ao Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, que regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre o registro de produtos fitossanitários com o uso aprovado para a agricultura orgânica. |
| Decreto nº 7.048, de 23 de dez. 2009.  | Dá nova redação ao art. 115 do Decreto nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007, que regulamenta a Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica.   |
| Instrução Normativa nº 54, de 22 de out. 2008.                                 | Regulamenta a Estrutura, Composição e Atribuições das Comissões da Produção Orgânica.  |
| Instrução Normativa nº 64, de 18 de dez. 2008.                                 | Aprova o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal.  |
| Instrução Normativa Conjunta nº 17, de 28 de mai. 2009.                        | Aprova as normas técnicas para a obtenção de produtos orgânicos oriundos do extrativismo sustentável orgânico.   |
| Instrução Normativa Conjunta nº 18, de 28 de mai. 2009.                        | Aprova o Regulamento Técnico para o Processamento, Armazenamento e Transporte de Produtos Orgânicos.   |
| Instrução Normativa nº 19, de 28 de mai. 2009.                                 | Aprova os mecanismos de controle e informação da qualidade orgânica.   |
| Instrução Normativa nº 50, de 5 de novembro de 2009.                           | Institui o selo único oficial do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade Orgânica e estabelece os requisitos para a sua utilização nos produtos orgânicos.   |
| Instrução Normativa nº 24, de 1º de junho de 2011.                             | Acresce e altera a Instrução Normativa nº 18, de 28 de maio de 2009 que estabelece o regulamento técnico para o processamento, armazenamento e transporte de produtos orgânicos.   |
| Instrução Normativa nº 23, de 1º de junho de 2011.                             | Estabelece o regulamento técnico para produtos têxteis orgânicos derivados do algodão.   |
| Instrução Normativa nº 21, de 11 de maio de 2011.                              | Revoga a Instrução Normativa nº 16, de 11 de junho de 2004.  |
| Instrução Normativa Conjunta SDA/SDC nº 2, de 02 de junho de 2011.             | Estabelece as especificações de referência de produtos fitossanitários com uso aprovado para agricultura orgânica.   |
| Instrução Normativa Conjunta SDA/SDC/ANVISA/IBAMA nº 1, de 24 de maio de 2011. | Estabelece os procedimentos para o registro de produtos fitossanitários com uso aprovado para a agricultura orgânica.  |
| Instrução Normativa Interministerial nº 28, de 08 de junho de 2011             | Estabelece normas técnicas para os Sistemas Orgânicos de Produção Aquícola.  |

## ANEXO B - Principais certificadoras atuantes no Brasil, 2011

(continua)

| Selo / Certificadora  | Caracterização/contato-site  |
|---|--|
|  <p>ABIO</p>                           | <p>Associação de Agricultores Biológicos do estado do Rio de Janeiro (ABIO) foi criada em 1984.<br/>           Sítio: <a href="http://www.abio.org.br">www.abio.org.br</a></p>   |
|  <p>ACS AMAZONA</p>                    | <p>Associação de Certificação Socioparticipativa da Amazônia – ACS foi fundada em 2003.<br/>           E-mail: <a href="mailto:acsamazonia@yahoo.com.br">acsamazonia@yahoo.com.br</a></p>                              |
|  <p>ANC</p>                            | <p>Associação de Agricultura Natural de Campinas e região (ANC) atua desde 1991.<br/>           E-mail: <a href="mailto:anc@correionet.com.br">anc@correionet.com.br</a></p>   |
|  <p>APAN</p>                          | <p>Associação dos Produtores de Agricultura Natural - APAN, criada em 1990 no município de Mairinque – SP.<br/>           E-mail: <a href="mailto:certificadora@apancert.org.br">certificadora@apancert.org.br</a></p> |
|  <p>BCS</p>                          | <p>BCS Öko-Garantie atua desde 1992 na Alemanha. No Brasil, possui uma filial em Piracicaba-SP.<br/>           Sítio: <a href="http://www.bcs-oeko.com/en_index.html">http://www.bcs-oeko.com/en_index.html</a></p>    |
|  <p>CHÃO VIVO</p>                    | <p>Associação de Certificação de Produtos Orgânicos do Espírito Santo – CHÃO VIVO fundada em 1999.<br/>           Sítio: <a href="http://www.chaovivo.com.br/">http://www.chaovivo.com.br/</a></p>                     |
|  <p>CMO</p>                          | <p>Certificadora Mokiti Okada – CMO desenvolvendo a Agricultura Natural no Brasil desde 1979.<br/>           Sítio: <a href="http://www.cpmo.org.br/index.php#">http://www.cpmo.org.br/index.php#</a></p>              |
|  <p>CONTROL UNION CERTIFICATIONS</p> | <p>Control Union Certification-CUC é uma associação certificadora brasileiro-holandesa com filial em São Paulo-SP.<br/>           Sítio: <a href="http://www.controlunion.com/">http://www.controlunion.com/</a></p>   |
|  <p>ECOCERT</p>                      | <p>ECOCERT BRASIL foi constituída em 2001, com sede inicial na cidade de Porto Alegre.<br/>           Sítio: <a href="http://www.ecocert.com.br/">http://www.ecocert.com.br/</a></p>                                   |
|  <p>FVO</p>                          | <p>Farm Verified Organic - FVO é uma empresa de origem americana, atua desde 1980, com sede em Recife-PE.<br/>           Sítio: <a href="http://www.ics-intl.com/fvo.html">http://www.ics-intl.com/fvo.html</a></p>    |

## ANEXO B - Principais certificadoras atuantes no Brasil, 2011

(conclusão)

| Selo / Certificadora  | Caracterização/contato-site  |
|---|--|
| <br>IBD            | Associação de Certificação Instituto Biodinâmico, instituída em 1991. Sede Botucatu-SP.<br>Sítio: <a href="http://www.ibd.com.br">www.ibd.com.br</a>                                       |
| <br>IMO            | IMO CONTROL - Instituto de Mercado Ecológico. Desde 2001, com sede em São Paulo-SP.<br>Sítio: <a href="http://www.imo.ch">http://www.imo.ch</a>  |
| <br>MINAS ORGÂNICA | Associação Mineira-Minas Orgânica, sede em Belo Horizonte / MG<br>Fundada em 2001.<br>Fone: 3292 1480  |
| <br>OIA           | Organização Internacional Agropecuária-OIA BRASIL. Fundada em 1991.<br>Sítio: <a href="http://www.oiabrasil.com.br">http://www.oiabrasil.com.br</a>  |
| <br>SAPUCAÍ      | Certificadora Sapucaí. Tem acento no Colegiado Estadual de Produtos Orgânicos de Minas Gerais, sede Pouso Alegre/MG  |
| <br>TECPAR       | Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR), fundado em 1940.<br>Sítio: <a href="http://www.tecpar.br/">www.tecpar.br/</a>  |
| <br>AAO          | Associação de Agricultura Orgânica – AAO fundada em 1989 com sede em São Paulo – SP.<br>Sítio: <a href="http://www.aao.org.br/certificacao.asp">http://www.aao.org.br/certificacao.asp</a> |
| <br>AOPA         | Associação de Agricultura Orgânica-AOPA do Paraná, fundada em 1995. Sede em Curitiba- Paraná.  |
| <br>ECOVIDA      | Rede Ecológica de Agroecologia - certificação participativa teve início em 1998, atua no Sul do Brasil.<br>Sítio: <a href="http://www.ecovida.org.br/">http://www.ecovida.org.br/</a>      |
| <br>OCIA         | Associação para o Melhoramento da Produção Orgânica (OCIA Internacional) fundada em 1985.<br>Sítio: <a href="http://www.ocia.org">www.ocia.org</a>   |

ANEXO C - Preços do café por tipo colhido (R\$) e proporção (%) da produção, safras 2010/2011 e 2011/2012, Sítio Terra Verde, Espírito Santo do Pinhal, estado de São Paulo

| Café              | Preço (R\$)     |                 | Percentual do tipo de café colhido |
|-------------------|-----------------|-----------------|------------------------------------|
|                   | Safra 2010/2011 | Safra 2011/2012 |                                    |
| Cereja descascado | 320,00          | 580,00          | 25,4%                              |
| Natural-bóia      | 280,00          | 530,00          | 56,8%                              |
| Verde             | 200,00          | 320,00          | 7,9%                               |
| Varrição          | 180,00          | 260,00          | 9,9%                               |
| Média ponderada   | 273,94          | 499,38          | -                                  |

Fonte: Definidos no estudo.

ANEXO D - Dados de entrada do software LINDO para o cenário de maximização do lucro (C1)

(continua)

| PERÍODO | DADOS DE ENTRADA   |
|---------|--|
| 1º ano  | <pre> max 513.4228 produt1 + 2068.0354 produt2 + 2426.1870 produt3 + 2436.5449 produt4 st renda) 1102.8 produt1 + 3714.1 produt2 + 4709.7 produt3 + 6547.6 produt4 =&gt; 400000 adubo) 187.6279 produt1 + 620.346 produt2 + 711.6976 produt3 + 1842.739 produt4 &lt;= 78738.8 defensi) 84.9493 produt1 + 62.14269 produt2 + 341.8156 produt3 + 513.7155 produt4 &lt;= 24464.8 colhei) 316.8 produt1 + 963.5762 produt2 + 1230 produt3 + 1754.601 produt4 &lt;= 110450 prod) 2.8 produt1 + 9.7 produt2 + 12.3 produt3 + 17.1 produt4 &lt;= 1099.17 talhão 1) produt1 &lt;= 38 talhão 2) produt2 &lt;= 30.2 talhão 3) produt3 &lt;= 33 talhão 4) produt4 &lt;= 16.3 end </pre> |

ANEXO D - Dados de entrada do software LINDO para o cenário de maximização do lucro (C1)  
(continuação)

| PERÍODO | DADOS DE ENTRADA  |
|---------|---|
| 2º ano  | <pre> max 582.2611 produt1 + 2528.6376 produt2 + 1828.6132 produt3 + 2375.8918 produt4 st renda) 1278.4 produt1 + 4359.6 produt2 + 6142.4 produt3 + 8539.4 produt4 =&gt; 300000 adubo) 278.2492 produt1 + 759.6002 produt2 + 1466.913 produt3 + 2139.768 produt4 &lt;= 70336.85 defensi) 123.6368 produt1 + 71.04925 produt2 + 738.3024 produt3 + 590.2755 produt4 &lt;= 22072 colheita) 294.2529 produt1 + 1000.313 produt2 + 2108.571 produt3 + 3433.465 produt4 &lt;= 105375 produção) 2.56 produt1 + 8.73 produt2 + 12.3 produt3 + 17.1 produt4 &lt;= 705.69 talhão 1) produt1 &lt;= 26.1 talhão 2) produt2 &lt;= 24 talhão 3) produt3 &lt;= 14 talhão 4) produt4 &lt;= 12.7 end </pre> |
| 3º ano  | <pre> max 244.3593 produt1 + 1227.2840 produt2 + 1862.1380 produt3 + 2436.5350 produt4 st renda) 857.7 produt1 + 2971.3 produt2+ 4238.7 produt3 + 6547.6 produt4 =&gt; 340000 adubo) 221.7421 produt1+ 744.4152 produt2 + 782.8673 produt3+ 1842.739 produt4 &lt;= 78738.8 defensi) 100.3946 produt1 + 74.57 produt2 + 375.9972 produt3 + 513.7155 produt4 &lt;= 24464.8 colheita) 291.2 produt1 + 925.0331 produt2 + 1217.7 produt3 + 1754.601 produt4 &lt;= 110450 produção) 2.24 produt1 + 7.76 produt2 + 11.07 produt3 + 17.1 produt4 &lt;= 1099.17 talhão 1) produt1 &lt;= 38 talhão 2) produt2 &lt;= 30.2 talhão 3) produt3 &lt;= 33 talhão 4) produt4 &lt;= 16.3 end </pre>          |

ANEXO D - Dados de entrada do software LINDO para o cenário de maximização do lucro (C1)  
(continuação)

| PERÍODO | DADOS DE ENTRADA   |
|---------|--|
| 4º ano  | max 1243.5557 produt1 + 1489.6442 produt2 + 243.4121 produt3 + 1283.3217<br>produt4<br>st<br>renda) 2077.4 produt1 + 3390.8 produt2 + 4913.9 produt3 + 7685.5 produt4 =><br>260000<br>adubo) 301.4367 produt1 + 897.7093 produt2 + 1760.296 produt3 + 2353.745<br>produt4 <= 70336.85<br>defensi) 133.9399 produt1 + 83.9673 produt2 + 885.9629 produt3 + 649.3031<br>produt4 <= 22072<br>colheita) 398.4674 produt1 + 919.4792produt2 + 2024.229 produt3 + 3399.13<br>produt4 <= 105375<br>produção) 3.2 produt1 + 6.79 produt2 + 9.84 produt3 + 15.39 produt4 <= 705.69<br>talhão 1) produt1 <= 26.1<br>talhão 2) produt2 <= 24<br>talhão 3) produt3 <= 14<br>talhão 4) produt4 <= 12.7<br>end |
| 5º ano  | max 854.7633 produt1 + 2688.5156 produt2 + 807.9328 produt3 + 725.9384<br>produt4<br>st<br>renda) 1592.9 produt1 + 4828.4 produt2 + 3296.8 produt3 + 5238.1 produt4 =><br>340000<br>adubo) 221.7421 produt1 + 806.4498 produt2 + 925.2068 produt3 + 2211.286<br>produt4 <= 78738.8<br>defensi) 100.3946 produt1 + 80.7855 produt2 + 444.3603 produt3 + 616.4586<br>produt4 <= 24464.8<br>colheita) 416 produt1 + 1252.649 produt2 + 1119.3 produt3 + 1684.417 produt4 <=<br>110450<br>produção) 3.2 produt1 + 9.7 produt2 + 8.61 produt3 + 13.68 produt4 <= 1099.17<br>talhão 1) produt1 <= 38<br>talhão 2) produt2 <= 30.2<br>talhão 3) produt3 <= 33<br>talhão 4) produt4 <= 16.3<br>end       |

ANEXO D - Dados de entrada do software LINDO para o cenário de maximização do lucro (C1)  
(continuação)

| PERÍODO | DADOS DE ENTRADA  |
|---------|---|
| 6º ano  | <pre> max 1243.5557 produt1 + 4001.9814 produt2 + 2377.1772 produt3 - 695.9089 produt4 st renda) 2077.4 produt1 + 6297.2 produt2 + 7985.1 produt3 + 5977.6 produt4 =&gt; 300000 adubo) 301.4367 produt1 + 897.7093 produt2 + 1906.987 produt3 + 2781.698 produt4 &lt;= 70336.85 defensi) 133.9399 produt1 + 83.9673 produt2 + 959.7931 produt3 + 767.3582 produt4 &lt;= 22072 colheita) 398.4674 produt1 +1313.542 produt2 + 2741.143 produt3 + 3124.453 produt4 &lt;= 105375 produção) 3.2 produt1 + 9.7 produt2 + 12.3 produt3 + 11.97 produt4 &lt;= 705.8 talhão 1) produt1 &lt;= 26.1 talhão 2) produt2 &lt;= 24 talhão 3) produt3 &lt;= 14 talhão 4) produt4 &lt;= 12.7 end </pre> |
| 7º ano  | <pre> max 854.7633 produt1 + 2688.5156 produt2 + 3144.0332 produt3 + 3167.5283 produt4 st renda) 1592.9 produt1 + 4828.4 produt2 + 6112.6 produt3 + 8511.9produt4 =&gt; 400000 adubo) 221.7421 produt1 + 806.4498 produt2 + 925.2068 produt3 + 2395.56 produt4 &lt;= 78738.8 defensi) 100.3946 produt1 + 80.7855 produt2 + 444.3603 produt3 + 667.8302 produt4 &lt;= 24464.8 colheita) 416 produt1 + 1252.649 produt2 + 1599 produt3 + 2280.982 produt4 &lt;= 110450 produção) 3.2 produt1 + 9.7 produt2 + 12.3 produt3 + 17.1 produt4 &lt;= 1099.17 talhão 1) produt1 &lt;= 38 talhão 2) produt2 &lt;= 30.2 talhão 3) produt3 &lt;= 33 talhão 4) produt4 &lt;= 16.3 end </pre>         |

ANEXO D - Dados de entrada do software LINDO para o cenário de maximização do lucro (C1)  
(conclusão)

| PERÍODO | DADOS DE ENTRADA   |
|---------|--|
| 8º ano  | <pre> max 1243.5557 produt1 + 4001.9814 produt2 + 2377.1772 produt3 + 3088.6396 produt4 st renda) 2077.4 produt1 + 6297.2 produt2 + 7985.1 produt3 + 11101.2 produt4 &gt;= 360000 adubo) 301.4367 produt1 + 897.7093 produt2 + 1906.987 produt3 + 2781.698 produt4 &lt;= 70336.85 defensi) 133.9399 produt1 + 83.9673 produt2 + 959.7931 produt3 + 767.3582produt4 &lt;= 22072 colheita) 398.4674 produt1 +1313.542 produt2 + 2741.143 produt3 + 4463.504 produt4 &lt;= 105375 produção) 3.2 produt1 + 9.7 produt2 + 12.3 produt3 + 17.1 produt4 &lt;= 705.69 talhão 1) produt1 &lt;= 26.1 talhão 2) produt2 &lt;= 24 talhão 3) produt3 &lt;= 14 talhão 4) produt4 &lt;= 12.7 end </pre> |

ANEXO E - Fatores aplicados aos cenários sem otimização (CS1) e (CS3), aos cenários com maximização do lucro (C1) e (C5), e aos cenários com minimização de custo (C2) e (C6), sobre a produtividade em cada talhão

| Talhão | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Ano 4 | Ano 5 | Ano 6 | Ano 7 | Ano 8 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1      | 10%   | 20%   | 30%   | -     | -     | -     | -     | -     |
| 2      | -     | 10%   | 20%   | 30%   | -     | -     | -     | -     |
| 3      | -     | -     | 10%   | 20%   | 30%   | -     | -     | -     |
| 4      | -     | -     | -     | 10%   | 20%   | 30%   | -     | -     |

Fonte: Definidos no estudo

ANEXO F - Fatores aplicados aos cenários sem otimização (CS2), com maximização do lucro (C3) e com minimização de custo (C4), sobre a produtividade em cada talhão

| Talhão | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Ano 4 | Ano 5 | Ano 6 | Ano 7 | Ano 8 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1      | 20%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   |
| 2      | -     | 20%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   |
| 3      | -     | -     | 20%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   |
| 4      | -     | -     | -     | 20%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   |

Fonte: Definidos no estudo.

ANEXO G - Fatores aplicados em todos os cenários sobre a adubação, defensivo e a colheita em cada talhão

| Talhão | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Ano 4 | Ano 5 | Ano 6 | Ano 7 | Ano 8 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1      | 10%   | 20%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   |
| 2      | -     | 10%   | 20%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   |
| 3      | -     | -     | 10%   | 20%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   |
| 4      | -     | -     | -     | 10%   | 20%   | 30%   | 30%   | 30%   |

Fonte: Definidos no estudo.

ANEXO H - Fatores aplicados aos cenários sem otimização (CS1) e (CS2), aos cenários com maximização do lucro (C1), (C3) e aos cenários com minimização de custo (C2) e (C4), sobre a renda em cada talhão

| Talhão | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Ano 4 | Ano 5 | Ano 6 | Ano 7 | Ano 8 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1      | -     | -     | -     | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   |
| 2      | -     | -     | -     | -     | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   |
| 3      | -     | -     | -     | -     | -     | 30%   | 30%   | 30%   |
| 4      | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 30%   | 30%   |

Fonte: Definidos no estudo