

# Análise da Maximização do Lucro e Minimização do Custo no Processo de Conversão do Café Convencional para o Orgânico: um estudo de caso

Renato Alves de **Oliveira**<sup>1</sup> e José Vicente **Caixeta Filho**<sup>2</sup>

**Resumo:** Um dos procedimentos da Agricultura Orgânica (AO) é o processo de conversão, pelo qual a atividade agrícola em manejo convencional muda para o manejo orgânico. 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 verificar a viabilidade econômica da produção orgânica de café no Sítio Terra Verde em Espírito Santo do Pinhal, no estado de São Paulo, para o processo de conversão da técnica convencional para a orgânica. Utilizou-se a metodologia de programação linear para maximizar o lucro e minimizar o custo de produção do café em dois cenários. O plano de conversão passou por três fases de manejo: substituição de insumos, conversão e produção orgânica. Os resultados 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. Conclui-se que 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-chaves:** Agricultura orgânica, café, processo de conversão, programação linear.

**Abstract:** *One of the processes of the Organic Agriculture is the conversion, in which the agricultural activity is converted from conventional farming to the organic one. In the coffee case, the conversion from conventional to the organic system may bring some benefits, for example, the independence of external inputs, lower risk to health and it can provide more profits to the producer. Thus, this research aims to verify the economic viability of the organic coffee production of a rural property called Sítio Terra Verde, in Espírito Santo do Pinhal, São Paulo State, to convert from conventional to organic production. It was used*

---

<sup>1</sup> Professor Adjunto do Departamento de Economia da UEPG. E-mail: natoliveiralves@hotmail.com

<sup>2</sup> Professor Titular do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP. E-mail: jose.caixeta@usp.br

*linear programming to maximize profit and minimize costs of coffee production in two scenarios. The conversion planning has three stages: input replacement, conversion and organic production. The results showed that the adoption of organic technique provided higher profits for the producers than the conventional system at the end of the conversion period, when coffee prices increase. It was concluded that the adoption of organic management for the coffee farming can be economically viable, but it is extremely dependent on the price gap between conventional and organic systems.*

**Key-words:** *Organic agriculture, coffee, conversion process, linear programming.*

**Classificação JEL:** O33, C61, Q57.

## 1. Introdução

A busca dos consumidores por uma alimentação mais saudável tem levado produtores agrícolas de diversos países a utilizar métodos alternativos de produção. Destaca-se o cultivo de alimentos orgânicos (SANTOS e MONTEIRO, 2004).

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 (MACEDO e BINSZTOK, 2007).

Um dos procedimentos para que uma propriedade se torne orgânica é o processo de conversão ou transição.

“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). Conforme o autor, aspectos educativos estão relacionados ao aprendizado dos produtores e seus familiares em relação ao conceito, técnica de manejo e princípios da Agricultura Orgânica (AO). 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 de acordo com o mercado e, conseqüentemente, sistema legal correspondente (mercado interno, europeu ou norte-americano, por exemplo).

Para analisar o processo de conversão foi utilizado o método de programação linear para a produção orgânica de café no Sítio Terra Verde em Espírito Santo do Pinhal, no estado de São Paulo. O método de programação linear permite otimizar o lucro e o custo de produção do café no processo de conversão, por meio 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 ao longo de oito anos.

O propósito dessa pesquisa é analisar a possibilidade de produzir organicamente, limitando-se ao mesmo custo de produção obtido pelo sistema convencional para incentivar os cafeicultores adotarem a Agricultura Orgânica.

A propriedade escolhida foi aleatória, mas foram levados em consideração: seu porte (médio produtor), índice pluviométrico da região (chuva média anual

entre 1.500 e 1.900 mm), variedade de café, tipo de solo (latossolo areno-argiloso) e a disponibilidade do cafeicultor de fornecer os dados. O método aplicado pode ser utilizado para qualquer propriedade de café, mas a resposta do modelo pode apresentar resultados diferentes, pois depende das limitações particulares de cada uma.

De acordo com Khatounian (2001), a produção orgânica, por se tratar de um modelo em expansão, mas ainda com pouco conhecimento científico validado e consolidado, ainda exige um grande esforço da ciência. Nesse sentido, a presente pesquisa contribui para o desenvolvimento da Agricultura Orgânica, analisando a viabilidade econômica da produção de café, principalmente na fase de conversão.

## 2. Objetivo

Verificar a viabilidade econômica da produção orgânica de café no Sítio Terra Verde, em Espírito Santo do Pinhal, no estado de São Paulo, em cenários com maximização do lucro e minimização do custo, de maneira comparativa ao processo convencional.

## 3. Arcabouço teórico

### 3.1. Mudança tecnológica

“[...] 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 ideia ou prática percebidas como novas por um indivíduo, embora esta ideia ou prática possam não ser objetivamente novas” (MESQUITA, 1996, p. 162).

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.

Segundo Paulo, Bernardes e Pereira (2006), 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 o 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>3</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, 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.

<sup>3</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).

### 3.2. Teoria da Firma

Na teoria da firma, a empresa tem uma função de produção determinada pela quantidade do produto em função das quantidades dos insumos variáveis, tomando outros insumos como fixos, e uma função de custo expressa pela função de produção mais o custo de insumos fixos (MCGUIGAN, MOYER e HARRIS, 2010).

Uma melhoria na tecnologia 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).

#### 3.2.1. 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 e QUANDT, 1976, p. 326).

Segundo Henderson e Quandt (1976), considerando-se 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  $q$ :

$$w_i = \lambda_i q \quad i = 1, \dots, m \quad (1)$$

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

$$q = \min_i \left( \frac{w_i}{\lambda_i} \right) \quad \lambda_i > 0 \quad (2)$$

Cada insumo pode se transformar no fator que limita a produção. Segue-se de (1) 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 (HENDERSON e QUANDT, 1976).

A Figura 1 ilustra um diagrama de isoquantas e isocustos para essa atividade segundo Henderson e Quandt (1976). 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>4</sup>.

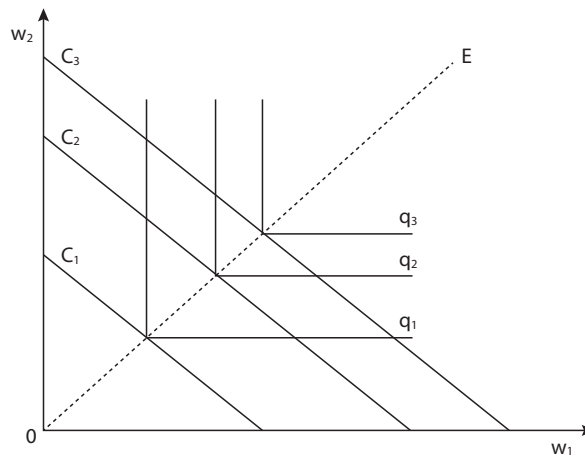
A linha de isocusto pode se estender ao caso de uma atividade linear de produção. A Figura 1 mostra os diferentes níveis de custo e suas linhas de isocusto numa atividade linear de produção. Observa-se que quanto maior for o dispêndio total, maiores serão as intersecções sobre os eixos dos  $w_1$  e  $w_2$ , ficando, assim, mais distante da origem ( $C_3 > C_2 > C_1$ ). A combinação ótima encontra-se no ponto em que a Taxa Marginal de Substituição Técnica –  $TMST_{w_1, w_2}$ <sup>5</sup> é igual à relação dos preços dos fatores de produção (HENDERSON e QUANDT, 1976).

<sup>4</sup> Quando a relação de insumos é uma constante, a função de produção é caracterizada por uma elasticidade de substituição ( $\sigma_j = \frac{\partial \ln(w_i/w_j)}{\partial \ln(f_i/f_j)}$ ) igual a zero, devido ao caso

da proporção fixa da função de produção ou função de produção de Leontief (NICHOLSON e SNYDER, 2008).

<sup>5</sup> Segundo Pindyck e Rubinfeld (2002), a  $TMST$  corresponde a uma taxa negativa que 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:  $TMST(w_1, w_2) = -PMw_1/PMw_2$ .

Figura 1. Curvas de isoquantas e de isocustos para uma atividade linear de produção



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

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).

### 3.3. Programação linear

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.

A forma padrão do problema de otimização da PL, sujeito a restrições, segundo Moreira (2010), é:

Otimização (Maximizar ou Minimizar)

$$f(x_1, x_2, \dots, x_k) = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_k x_k \quad (3)$$

sujeito a:

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

$$c_{21}x_1 + c_{22}x_2 + \dots + c_{2k}x_k \leq ou = ou \geq b_2 \quad (5)$$

$$\begin{matrix} \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{matrix}$$

$$c_{n1}x_1 + c_{n2}x_2 + \dots + c_{nk}x_k \leq ou = ou \geq b_n \quad (6)$$

$$x_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, k) \quad (7)$$

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).

## 4. Metodologia

### 4.1. Material

Um questionário foi aplicado sobre as safras 2010/2011 e 2011/2012 para a obtenção de informações técnicas-agronômicas (Anexo – Tabela A1) da unidade produtiva de café convencional, Sítio Terra Verde, em Espírito Santo do Pinhal, estado de São Paulo.

As informações dos custos (adubação, defensivo e colheita) de produção do café para cada safra encontram-se sumarizados no Anexo – Tabelas A2, A3, A4 e A5.

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 a área.

Considerando-se a alta nos preços do café, 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>6</sup> dos preços para o ano de 2012. A simulação referente à safra 2010/2011 apresentará renda de R\$ 420.872,20 e lucro bruto de R\$ 138.668,85 para produzir 1.099,17 sacas de café. Para produzir 705,69 sacas de café, houve 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 na safra 2011/2012.

### 4.2. Procedimento de conversão para o café orgânico no Sítio Terra Verde

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).

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

A pesquisa adotará o plano de manejo da conversão parcial do café (Anexo – Tabela A6), passando por três fases de manejo: substituição parcial de insumos, em conversão<sup>7</sup> e orgânico.

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.

Este estudo irá 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 cons-

<sup>6</sup> Para o produtor, foi considerado o preço de R\$ 382,90/saca de 60 kg, com base nos dados divulgados pelo Cepea (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada) (2011) entre 1999 e 2011.

<sup>7</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.

tantes ao longo do período em sistema convencional, obedecendo a bienalidade do café.

#### 4.3. 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.

##### 4.3.1. Fator preço

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

Cunha (2006) analisou a disposição a pagar pelo café orgânico (pacote de 500 gramas) através de uma amostra de consumidores de café em São Paulo. Foi verificado que os consumidores estão dispostos a pagar entre 53% e 149% a mais que o preço médio do convencional.

De maneira conservadora, foi adotado o fator 30% sobre o preço da saca de café convencional quando o café estiver em manejo orgânico.

##### 4.3.2. 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, que 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 e 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 limi-

tações quanto à redução de produtividade, que é, em média, 30% menor. É importante salientar que não há uma certeza científica para a queda de produtividade observada, podendo referir-se a uma inadequação tecnológica do próprio manejo orgânico.

Desta forma, foram estabelecidos fatores de 10%, 20% e 30% para redução da produtividade durante o processo de conversão.

##### 4.3.3. Fator custo<sup>8</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.

Deste modo, adotaram-se fatores de 10%, 20% e 30% para aumentos de custos de produção ao processo de conversão.

#### 4.4. Método

##### 4.4.1. 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.

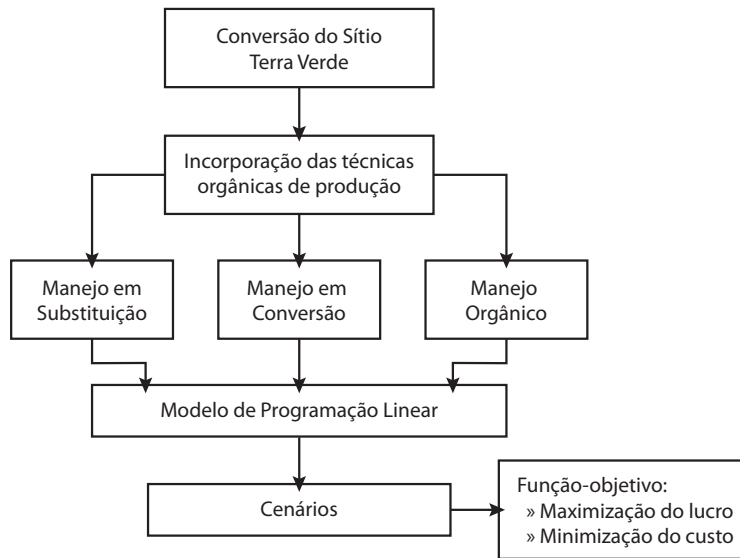
O conjunto dos passos para a construção da modelagem matemática de programação linear está ilustrado na Figura 2, a seguir.

##### 4.4.2. 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

<sup>8</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 2.** 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, em Espírito Santo do Pinhal, São Paulo



Fonte: Elaborada no estudo.

variáveis de decisão (produtividades dos quatro talhões). O programa LINDO foi utilizado para gerar os resultados.

**I) Função-objetivo:** maximização do lucro:

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

$$Paramet1_{lucro,talh\tilde{a}o} = l_{talh\tilde{a}o} \times a_{talh\tilde{a}o} \times f_{talh\tilde{a}o}^r \times f_{talh\tilde{a}o}^a \times f_{talh\tilde{a}o}^p \quad (8)$$

A maximização do lucro será igual à somatória desses parâmetros multiplicada pelas variáveis de decisão ( $produt_{talh\tilde{a}o}$ ). Assim, tem-se:

$$MaxL = \sum_{talh\tilde{a}o} Paramet1_{lucro,talh\tilde{a}o} \times produt_{talh\tilde{a}o} \quad (9)$$

**II) Função-objetivo:** minimização do custo:

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

$$Paramet2_{custo,talh\tilde{a}o} = c_{talh\tilde{a}o} \times a_{talh\tilde{a}o} \times f_{talh\tilde{a}o}^a \quad (10)$$

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

$$MinCT = \sum_{talh\tilde{a}o} Paramet2_{custo,talh\tilde{a}o} \times produt_{talh\tilde{a}o} \quad (11)$$

sendo:

$L$  = Lucro total;

$CT^9$  = Custo total;

$l_{talh\tilde{a}o}^{10}$  = lucro unitário, em R\$, por saca de café colhido do talhão;

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

$produt_{talh\tilde{a}o}^{11}$  = produtividade, em sacas, por hectares do talhão;

$a_{talh\tilde{a}o}$  = área do talhão em hectares;

$f_{talh\tilde{a}o}^r$  = fator atribuído ao talhão pela redução de produtividade;

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

$f_{talh\tilde{a}o}^p$  = fator atribuído ao talhão pelo aumento do preço da saca em manejo orgânico.

<sup>9</sup> O custo total é a soma dos custos de adubação, de defensivos e colheita.

<sup>10</sup> O lucro unitário é igual à renda menos o custo.

<sup>11</sup> O total da produtividade de cada talhão equivale à soma das produtividades por tipo de café colhido.



**III) Restrições:**

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

O parâmetro formado para a renda unitária ( $Paramet3_{renda,talhão}$ ) de cada talhão é:

$$Paramet3_{renda,talhão} = p_{talhão} \times a_{talhão} \times f_{talhão}^r \times f_{talhão}^p \quad (12)$$

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

$$\sum_{talhão} Paramet3_{renda,talhão} \times produt_{talhão} \geq R_{min} \quad (13)$$

sendo:

$p_{talhão}$ <sup>12</sup> = preço da saca, em R\$, do talhão.

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

O parâmetro formado para custo de adubação unitário ( $Paramet4_{CA,talhão}$ ) de cada talhão é:

$$Paramet4_{CA,talhão} = cad_{talhão} \times a_{talhão} \times f_{talhão}^a \quad (14)$$

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

$$\sum_{talhão} Paramet4_{CA,talhão} \times produt_{talhão} \leq CA \quad (15)$$

sendo:

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

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

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

$$Paramet5_{CD,talhão} = cdef_{talhão} \times a_{talhão} \times f_{talhão}^a \quad (16)$$

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

$$\sum_{talhão} Paramet5_{CD,talhão} \times produt_{talhão} \leq CD \quad (17)$$

<sup>12</sup> O modelo está considerando o tipo de café colhido através do preço médio ponderado da saca de café.

sendo:

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

d) Custo de colheita<sup>13</sup> ( $CC$ ): é o custo, em R\$, com colheita, que deve ser limitado ao valor de  $CC$ , ou seja:

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

$$Paramet6_{CC,talhão} = ccoll_{talhão} \times a_{talhão} \times f_{talhão}^r \times f_{talhão}^a \quad (18)$$

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

$$\sum_{talhão} Paramet6_{CC,talhão} \times produt_{talhão} \leq CC \quad (19)$$

sendo:

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

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

O parâmetro formado para a produção unitária ( $Paramet7_{PT,talhão}$ ) de cada talhão é:

$$Paramet7_{PT,talhão} = a_{talhão} \times f_{talhão}^r \quad (20)$$

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

$$\sum_{talhão} Paramet7_{PT,talhão} \times produt_{talhão} \leq PT \quad (21)$$

f) Produtividade máxima<sup>14</sup> ( $produt_{máx,talhão}$ ): é a produtividade, em sacas, por hectare de café obtida em cada talhão, que deve ser limitada ao valor de  $produt_{máx,talhão}$ , ou seja:

$$produt_{talhão} \leq produt_{máx,talhão} \quad (22)$$

<sup>13</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.

<sup>14</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.

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.

#### 4.5. Cenários

Foram analisados dois cenários para tratar o problema, sendo um de maximização do lucro (C1) e outro de minimização de custo (C2), para uma dada situação.

Nesses cenários, 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. 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. Após o respectivo talhão ter passado pelo manejo em conversão, o preço do café orgânico foi 30% maior que o preço do café convencional.

Para cada cenário foram adicionados aos resultados os custos de secagem, beneficiamento e administrativos, após o processo de otimização, para verificar a viabilidade econômica do planejamento de conversão, através da obtenção do custo geral e do lucro geral.

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 1 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.

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.

Nos 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.

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

**Tabela 1.** 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

Fonte: Informações do Produtor – Sítio Terra Verde.

o custo total com aumentos nos custos unitários por saca dos insumos, assim como o comportamento da renda, do lucro e da produção.

## 5. Análise dos resultados

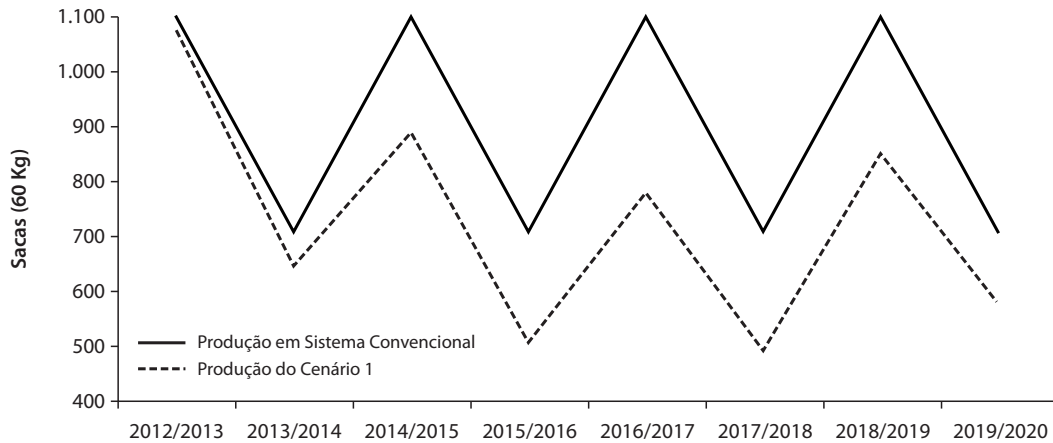
### 5.1. Cenário 1 (C1)

Este cenário teve como função-objetivo a maximização do lucro, sendo que os resultados do plano de manejo correspondentes estão no Anexo – Tabela A7.

A produção do C1 atingiu os menores índices nas safras 2016/2017 e 2017/2018, 5º e 6º ano de conversão, perfazendo, respectivamente, 777,37 sacas (alta produção) e 488,62 sacas (baixa produção) (Figura 3).

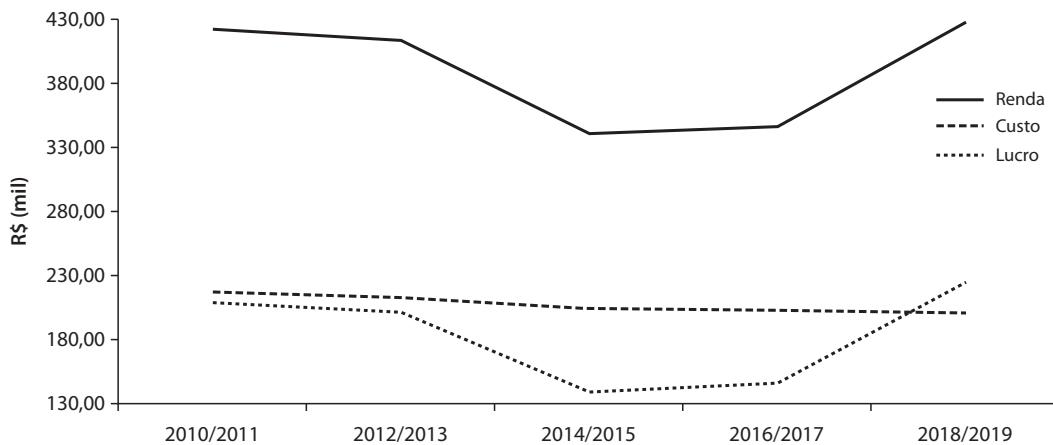
Se o produtor decidisse realizar o processo de conversão, a produção de café iria variar em -22,6% sobre a safra 2018/2019 (850,77 sacas) e a produção teria redução de 18,5% sobre a safra 2019/2020 (574,91 sacas), comparando-se o sistema orgânico do C1 e o convencional.

**Figura 3.** Oscilação da produção total de café, em sacas, no cenário com maximização do lucro (C1) em comparação à produção em sistema convencional



Fonte: Resultados do estudo.

**Figura 4.** Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, no cenário de maximização do lucro (C1), em anos de alta produção



Fonte: Resultados do estudo.

Observa-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 de o modelo adotado ter atingido seu objetivo, associado ao melhor nível de produção que favorece o maior lucro, respeitando as restrições pertinentes.

Na Figura 5, verifica-se que o modelo otimizado para o lucro no 1º 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, os menores valores ocorreram nas safras 2014/2015 (R\$ 340.000,00 e R\$ 137.137,70) e 2016/2017 (R\$ 345.274,58 e R\$ 144.511,90), verificando-se, respectivamente, redução de 19,22% e 17,96% na renda e diminuição 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.

Para os anos de baixa produção (Figura 5), o comportamento do custo total apresentou queda acentuada até o 6º ano de conversão (safra 2017/2018), chegando a R\$ 155.359,53 (baixa 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 queda de 25,09% e de 44,36% sobre essas variáveis, ao custo de R\$ 177.968,66.

Sobre o 8º ano (safra 2019/2020), manejo 100% orgânico, o modelo otimizado resultou em aumento no lucro de 14,54%, atingindo R\$ 177.101,60 por meio do aumento na renda de 5,91% e da 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, por meio de níveis de custo menores ou iguais aos do sistema convencional.

## 5.2. Cenário 2 (C2)

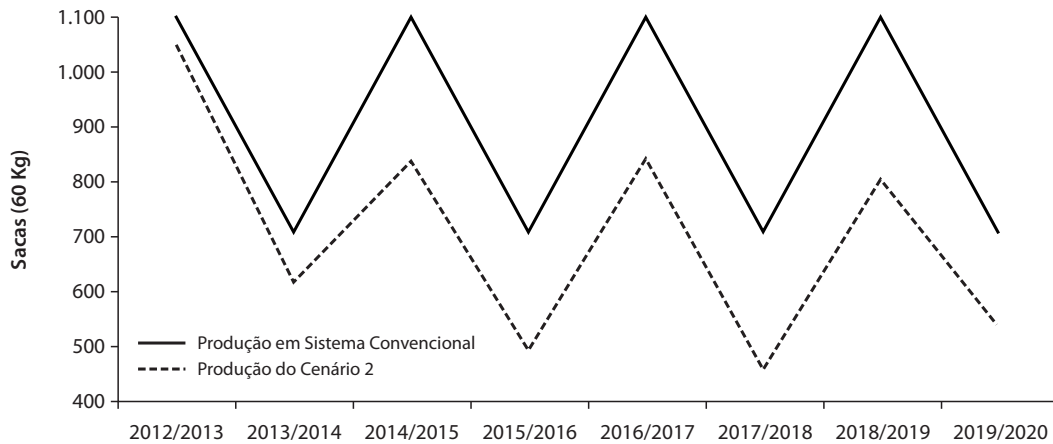
Este cenário teve como função-objetivo a minimização do custo, impondo níveis de renda abaixo do C1. Os resultados do plano de manejo correspondente estão apresentados no Anexo – Tabela A8.

**Figura 5.** Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, no cenário de maximização do lucro (C1), em anos de baixa produção



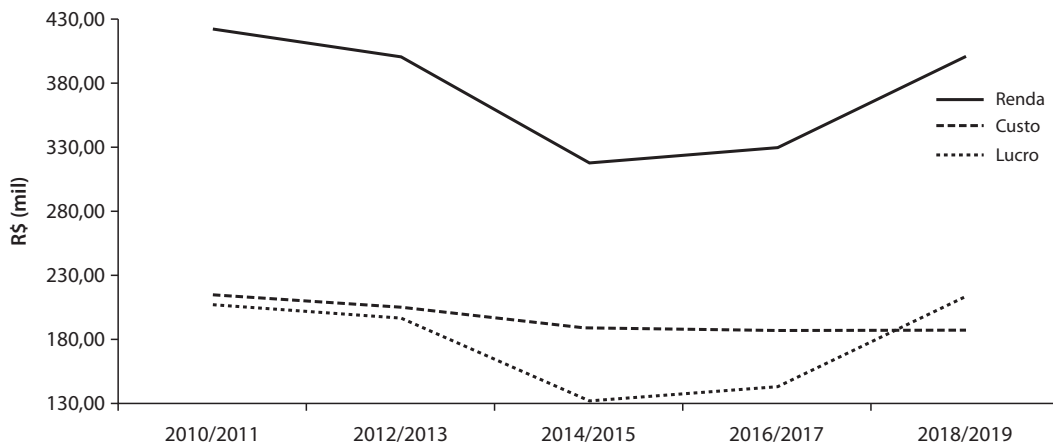
Fonte: Resultados do estudo.

**Figura 6.** Oscilação da produção total de café, em sacas, no cenário de minimização de custo (C2) em comparação à produção em sistema convencional



Fonte: Resultados do estudo.

**Figura 7.** Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, no cenário de minimização de custo (C2), em anos de alta produção



Fonte: Resultados do estudo.

Com o propósito de o produtor obter custos menores, o cenário apresentou os níveis de produção ilustrados na Figura 6. 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.

Observa-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 de o 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 7). O menor índice de renda (R\$ 320 mil) e de lucro (R\$ 132.150,90) foi observado na safra 2014/2015, resultando em 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, no mesmo nível de renda.

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 8). 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 a R\$ 143.319,10. O menor índice de renda (R\$ 260 mil) e de lucro (R\$ 85.533,80) foi observado no 4º ano de conversão (safra 2015/2016), resultando em 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 em manejo orgânico (safra 2019/2020) em relação ao sistema convencional.

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.

### 5.3. Comparação do sistema convencional (SC) nos cenários C1 e C2

Analisando-se o lucro geral nos anos de alta produção, ilustrado na Figura 9, 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 11,41% para o C1 e 4,37% para o C2 em relação ao sistema convencional (com base na safra 2010/2011).

Comparando-se os cenários com o sistema convencional ao longo do período para as safras de alta produção (Figura 9), o lucro geral total foi de R\$ 554.675,42, R\$ 430.847,51 e R\$ 409.336,05, respectivamente, para o SC, 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 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\$ 617.978,65 e R\$ 578.919,85, respectivamente, para o C1 e C2, indicando a vantagem de se produzir em sistema orgânico em relação ao convencional.

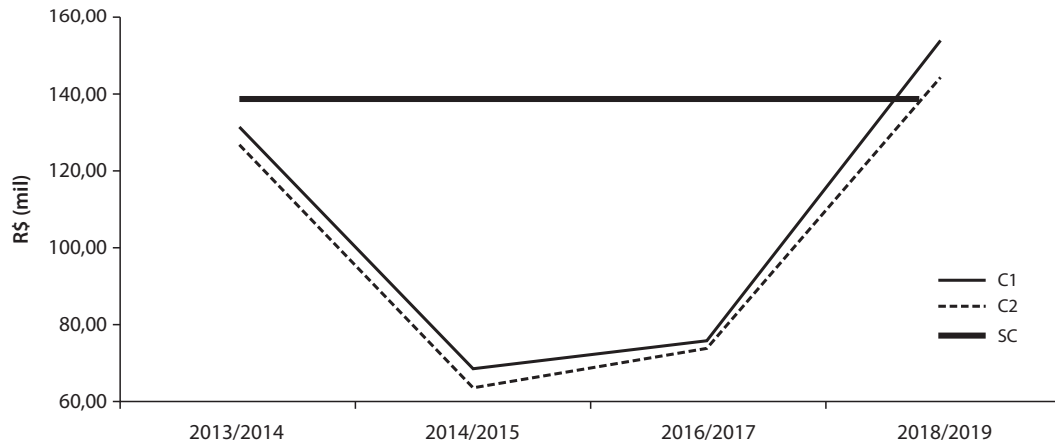
Em relação à Figura 10, percebe-se claramente que o 4º ano (safra 2015/2016) do plano de manejo foi um ano crítico, identificado pelos dois cenários. Apesar da grande variação negativa do lucro geral, com média de 71,76% entre os cenários, o lucro se encontra numa margem positiva média de R\$ 20.172,71. Essa situação, encontrada

**Figura 8.** Evolução da renda, do custo e do lucro, em R\$, no cenário de minimização de custo (C2), em anos de baixa produção



Fonte: Resultados do estudo.

**Figura 9.** Evolução do lucro geral para os cenários com maximização do lucro (C1) e com minimização de custo (C2) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de alta produção



Fonte: Resultados do estudo.

**Figura 10.** Evolução do lucro geral para os cenários com maximização do lucro (C1) e com minimização de custo (C2) em comparação ao sistema convencional (SC), em safras de baixa produção



Fonte: Resultados do estudo.

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 incidências maiores dos fatores de redução de produtividade e aumento de custos.

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) em relação ao sistema convencional (com base na safra 2011/2012). Observa-se, na safra 2019/2020, o aumento do lucro geral dos cenários

em relação ao sistema convencional, com variação de 25,29% para C1 e 18,34% para C2.

Comparando-se os cenários com o sistema convencional ao longo do período para as safras de baixa produção (Figura 10), o lucro geral total foi de R\$ 355.453,83, R\$ 290.352,26 e R\$ 275.815,24, respectivamente, para o SC, 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 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\$ 445.365,74 e R\$ 420.663,74, respectivamente, para o C1 e C2, indicando a vantagem de se produzir em sistema orgânico em relação ao convencional.

Contudo, diante da variação do lucro geral em relação aos cenários 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 orgânico e pela bonificação de 30% sobre o preço da saca em função da certificação a ser obtida.

Finalmente, por meio 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. Conclusão

A partir dos cenários com maximização do lucro (C1) e com minimização de custo (C2) 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. Diante dos fatores impostos ao modelo, 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 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 análise ilustrou um resultado importante: é possível produzir organicamente, com no máximo os mes-

mos 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. Esse resultado também implica que, caso o produtor queira aumentar seus lucros, deve realizar investimentos maiores, e consequentemente aumentar seus custos de produção orgânica. Mas a vantagem dessa mudança tecnológica ocorreria se a proporção das receitas fossem maiores do que a proporção dos custos.

Também é possível inferir, por meio deste estudo, que a viabilidade econômica em sistema orgânico de produção é extremamente dependente do adicional de preço em relação ao sistema convencional.

Portanto, os resultados desse estudo de caso indicaram que é economicamente viável a produção de café orgânico. Contudo, 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.

O modelo adotado nesta pesquisa pode ser utilizado para quaisquer sistemas de produção, contudo, seu resultado pode apresentar valores diferentes, pois depende das limitações impostas.

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-se como exemplo a própria cafeicultura, por meio de política de preços mínimos, como forma de se garantir ao produtor preços estáveis durante todo o ano.



## 7. Referências bibliográficas

- ASSIS, R. L. e ROMEIRO, A. R. 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.
- BRASIL. 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.
- 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.
- CUNHA, C. F. Disposição a pagar pelo café orgânico: um estudo no município de São Paulo. 2006, 166p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz e Queiroz”. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2006.
- ERMES SILVA, M., ELIO SILVA, M., GONÇALVES, V. e MUROLO, A.C. *Pesquisa operacional: programação linear*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1998. 184 p.
- 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.
- HENDERSON, J. M. e QUANDT, R. E. *Teoria microeconômica: uma abordagem matemática*. São Paulo: Pioneira, 1976. 417 p.
- JAFFE, A. B., NEWELL, R. G. e 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.
- MACEDO, G. R. e BINSZTOK, J. Associações dos agricultores familiares, cafeicultura orgânica e comércio justo na Amazônia: dilemas e perspectivas. *Revista NERA* (UNESP), n. 10, p. 37-56, 2007.
- 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.
- MCGUIGAN, J. M., MOYER, R. C. e HARRIS, F. H. B. *Economia de Empresas: aplicações, estratégias e táticas*. São Paulo: Cengage Learning, 2010. 500 p.
- 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.
- MOREIRA, D. A. *Pesquisa operacional: curso introdutório*. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010. 356 p.
- \_\_\_\_\_. *Estudos de economia agrícola*. Sobral: Edição UVA, 1998. 168 p.
- NICHOLSON, W. e SNYDER, C. *Microeconomic theory: basic principles and extensions*. 3. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008. 740 p.
- PAULO, S. J., BERNADES, S. D. e PEREIRA, B.L. Estudo da influência tecnológica no segmento processador da cadeia Agroindustrial de carnes bovina e suína. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 44., 2006, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: SOBER, 2006. 1 CD-ROM.
- PENSA- Centro de Conhecimento em Agronegócios. *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.
- PINDYCK, R. S. e RUBINFELD, D. L. *Microeconomia*. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 711 p.
- RICCI, M. S. F., ARAÚJO, M. C. F. e CASTRO, C. M. *Cultivo orgânico do café: recomendações técnicas*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 101 p.
- SAES, M. S. M., SOUZA, M. C. M. e OTANI, M. N. *Actions to promote sustainable development: the case of Baturité shaded coffe, state of Ceará, Brazil*. FAO-Food and Agriculture Organization of the United Nations. São Paulo, 2001. 36 p.
- SANTOS, G. C. e MONTEIRO, M. Sistema orgânico de produção de alimentos. *Alimentos e Nutrição*, Araraquara, v. 15, n. 1, p. 73-86, 2004.

## Anexos

**Tabela A1.** Informações técnicas-agronômicas da produção de café do Sítio Terra Verde, em Espírito Santo do Pinhal, estado de São Paulo

Talhão	Variedade café	Espaçamento (metros)	Nº de pés	Área (ha)	Safrá (sc/ha)	Calcário (kg/ha)	Adubos			Controle fitossanitário (kg ou l/ha)	
							Macro (kg/ha)		Micro (kg/ha)	fitossanitário	
							A1	A2	A3	C1	C2
Safrá 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	-	-	-	-	-	-	-
Safrá 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.

**Tabela A2.** Custo dos insumos (R\$) e aplicação (kg ou l), safrá 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.

**Tabela A3.** Custo dos insumos (R\$) e aplicação (kg ou l), safrá 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.

**Tabela A4.** 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
Total	42,3	-	110.450,00	-	1099,17

Fonte: Informações do Produtor - Sítio Terra Verde.

**Tabela A5.** 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
Total	42,3	-	105.375,00	-	705,69

Fonte: Informações do Produtor - Sítio Terra Verde.

**Tabela A6.** 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>1</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

1. A área está proporcionalmente dividida entre os quatro talhões. A área de cada talhão se encontra na Tabela 1.

Fonte: Delineamento utilizado no estudo.

**Tabela A7.** 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>	200.352,70	128.474,58	137.137,60	86.031,94	144.511,90	161.784,80	223.044,40	177.101,60
Adubação (R\$)	78.334,43	70.336,85	78738,79	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>	412.477,87	320.996,20	340.000,00	264.000,60	345.274,58	317.144,33	423.158,33	373.227,79
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 Adm. (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>	131.802,82	62.714,41	68.587,86	20.271,78	75.962,16	96.024,64	154.494,66	111.341,44

Fonte: Resultados do estudo.

**Tabela A8.** 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>	204.290,70	184.584,90	187.849,10	174.166,20	187.604,90	143.319,10	186.720,30	179.073,90
Adubação (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>	400.000,00	310.000,00	320.000,00	260.000,00	330.000,00	300.000,00	400.000,00	350.000,00
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 Adm. (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>	127.159,56	59.654,94	63.601,16	20.073,64	73.845,36	90.920,74	144.729,96	105.165,94

Fonte: Resultados do estudo.