

# Viabilidade de plantio de café na Zona da Mata mineira<sup>1</sup>

Isis de Castro Amaral<sup>2</sup>

**Resumo** – Até meados do século 20, o café foi o principal produto da economia brasileira e, graças ao capital acumulado com esse grão, foi possível financiar as primeiras iniciativas industriais. Atualmente, o Brasil é o maior produtor mundial de café. Nos anos de 2010 e 2011, verificou-se uma queda na oferta do grão, ocasionada pelo desestímulo à oferta (preços baixos) e por problemas em outros países produtores (Colômbia e alguns países da América Central). A queda acentuada da oferta e a valorização do grão propiciaram maior rentabilidade aos produtores. Consideradas as características do mercado de café, espera-se que a valorização estimule a oferta até que um novo preço de equilíbrio seja estabelecido. Além disso, como a produção nacional tem crescido, não em área, mas em produtividade, torna-se relevante analisar qual espaçamento de plantio proporciona maior retorno e suporta mais os riscos de variação de preços das principais variáveis de interesse. Para isso, foram utilizados indicadores de viabilidade econômica, além de análise de risco, por meio da “análise de sensibilidade” e da “simulação de Monte Carlo”. Os resultados apontaram para o espaçamento adensado, com 5 mil plantas por hectare, como o mais viável do ponto de vista econômico, por apresentar maior *TIR* nos vários cenários analisados.

**Palavras-chave:** café, simulação de Monte Carlo, viabilidade econômica.

## Viability of coffee plantations in the Zona da Mata of Minas Gerais

**Abstract** – Historically, coffee has been one of the main products of the Brazilian economy and the capital accumulated through the grain financed the first industrial initiatives in Brazil. Until recently, Brazil being the largest producer in the world. Recently, between 2010 and 2011, there was a decrease in the supply of the grain caused by low prices and problems in other producing countries like Colombia and Central America. The reduction in supply increased the value of the grain and generated opportunity of greater profits for producers. Once domestic production has grown, not in area, but in productivity, it is important to study different spacing for planting coffee in order to check the alternative that provides more feedback and support over the risks of price variation in the main variables of interest. Therefore, the studied used indicators of economic viability, and risk analysis, through sensitivity analysis and Monte Carlo Simulation. The results pointed to the narrow spacing, with 5000 plants per hectare, as the most feasible from an economic perspective, due to a higher IRR for the different scenarios analyzed.

**Keywords:** coffee, Monte Carlo simulation, economic viability.

<sup>1</sup> Original recebido em 18/8/2011 e aprovado em 28/8/2011.

<sup>2</sup> Mestranda em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa, e docente da Faculdade de Ciências Gerenciais de Manhuaçu. Av. São Luiz Gonzaga, 489, Centro. CEP 36923-000 Luisburgo, MG. E-mail: isisamaral@yahoo.com.br

## Introdução

No Brasil, a cultura do café iniciou-se em 1727, no Estado do Pará, graças às sementes e mudas trazidas da Guiana Francesa. Em 1830, o Brasil já era o principal produtor, respondendo por cerca de 70% da produção mundial. Na época, o café representava o principal produto da economia brasileira (RUFFINO; ARÊDES, 2009).

Entre o final do século 19 e o início do século 20, de acordo com Silva (1978), o café facultou ao Brasil não somente a formação de uma burguesia cafeeira, mas também a do capital cafeeiro, que veio a constituir um misto entre capital agrário, industrial, comercial e bancário. Assim, a indústria nascente estava subordinada ao café, e o desenvolvimento industrial do País na primeira metade do século 20 passou a se pautar pela economia cafeeira.

Segundo Delgado (1985), até a década de 1930, o Estado brasileiro atuava no mercado de café como formador de preço, o que lhe angariou significativos superávits no imediato pós-guerra. No entanto, no pós-guerra, com a regulamentação do setor e a consequente perda do poder de determinar preço no mercado, rapidamente foram queimadas, com as despesas de importação, todas as reservas acumuladas com o comércio do café. Além disso, outros países passaram à condição de produtor e, assim, conseguiram exercer forte concorrência com o café brasileiro. Diante disso, nesse período, o governo passou a fomentar agências de desenvolvimento rural para melhorar a qualidade e a produtividade, e também passou a inserir novas culturas no agronegócio brasileiro, a fim de reduzir a dependência da economia brasileira com relação ao café.

Segundo o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea) (2011a), atualmente o mercado de café possui muitos pequenos produtores e poucos grandes compradores mundiais, o que caracteriza o mercado como oligopsônico. Logo, o produtor se vê impossibili-

tado de entrar como formador do preço. Diante disso, o produtor fica a mercê da grande volatilidade desde mercado. Além de estar trelado a fatores específicos da configuração desse mercado, enfrenta outras dificuldades, como o surgimento de outras commodities, a concorrência no espaço geográfico nacional com outras culturas e as questões relacionadas à fronteira agrícola no País. Além disso, o café deixa de ser o grande gerador de renda da economia brasileira, levando o setor a perder muitos privilégios políticos, que acabaram se configurando em privilégios econômicos.

Especificamente no período de 2001 a 2009, os produtores enfrentaram sérios problemas com os preços recebidos pelo café. Havia, até então, estoques elevados em âmbito internacional, e a queda insistente do dólar, que além de prejudicar as exportações, impactava o preço pago aos produtores. O preço baixo ao longo desses anos contribuiu para que houvesse um desestímulo do lado da oferta (CEPEA, 2010a).

Já em 2010, segundo dados do Cepea (2011b), o café arábica alcançou o maior valor dos últimos 13 anos e meio. Segundo os consultores do Cepea, essa forte alta foi justificada pelos baixos estoques mundiais, pelo consumo crescente desse produto e por problemas climáticos em outros países produtores do grão. A safra brasileira não foi, porém, favorecida apenas pelos preços elevados. A produção também foi maior graças ao aumento da produtividade na safra 2010/2011 – que, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) foi cerca de 23% maior que a da temporada 2009/2010, e 9% acima da safra 2008/2009, que também foi de bialidade<sup>3</sup> positiva (CONAB, 2011). Assim, aliando a produtividade alta aos elevados patamares de preços, o ano de 2010 permitiu boa rentabilidade ao produtor brasileiro, especialmente ao café arábica de melhor qualidade.

Se, em 2011, o crescimento da demanda interna por café continuar no mesmo ritmo que em 2010, a produção nacional poderá ser insufi-

<sup>3</sup> A cultura do café possui ciclo produtivo de 2 anos, ou seja, um ano de produção alta (bialidade positiva) e o outro de produção baixa (bialidade negativa).

ciente para abastecer os mercados interno e externo. Diante disso, os produtores brasileiros já esperam, para o ano de 2011, valores superiores a R\$ 500,00 a saca de café arábica do tipo 6<sup>4</sup> (CEPEA, 2011b).

Até janeiro de 2011, a média do café arábica chegou a valorizar 42% (CEPEA, 2011b). Microeconomicamente, fazendo alusão à lei da demanda, se a procura aumenta mais que a oferta, os preços elevam-se. Por sua vez, se o preço se eleva, há estímulo para que se aumente a quantidade ofertada, até que um novo preço de equilíbrio seja determinado (SANTOS et al., 2009).

Com relação à safra brasileira 2011/2012, a primeira estimativa divulgada pela Conab (2011) projeta entre 41,89 milhões e 44,73 milhões de sacas, estimativa de produção ainda abaixo do verificado na temporada anterior (2010/2011), que foi de bialidade positiva, o que poderá impulsionar ainda mais a valorização do grão.

No entanto, é de esperar que nos próximos anos a oferta aumente, não só pelo aumento de produtividade, mas também pela recuperação da produção de países da América Central e também da Colômbia, que estão formando novas lavouras com uma nova variedade mais resistente a mudanças climáticas. Com isso, um novo preço de equilíbrio deve ser estabelecido.

Diante disso, o produtor que planeja investir em novas lavouras deve levar em conta as questões discutidas aqui, tornando-se relevante a realização de projetos de viabilidade. Como a safra brasileira tem crescido, não por expansão de área, mas por aumento de produtividade – fato que tem reduzido os custos médios e permitido que os produtores tirem vantagens econômicas da valorização do grão –, este estudo se propõe a analisar qual espaçamento de plantio é mais rentável do ponto de vista econômico: o espaçamento tradicional, o adensado ou o superadensado?

O café é uma cultura bastante estudada, tanto do ponto de vista agrônomo quanto do econômico, em estudos sobre irrigação, pragas, manejo e até mesmo de previsão de preços; na literatura, não foram encontrados, porém, trabalhos que analisem a viabilidade da produção cafeeira utilizando-se vários espaçamentos de plantio.

Para tanto, este artigo foi dividido em mais quatro seções, além desta introdução. A segunda seção apresenta o referencial teórico, enquanto a terceira trata da metodologia de análise. Posteriormente, tem-se a discussão dos resultados, e, por último, são descritas as considerações finais, ressaltando as principais conclusões.

## Revisão de literatura

Esta revisão de literatura consistirá, inicialmente, de uma exposição acerca dos espaçamentos no plantio de café e, posteriormente será apresentada uma teoria acerca da avaliação econômica de projetos de investimentos.

## Espaçamentos no plantio da lavoura de café

Segundo dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) (EMBRAPA CAFÉ, 2011), no Brasil, a densidade populacional dos cafezais aumentou graças à adoção de espaçamentos menores. Enquanto as lavouras tradicionais apresentam, em média, 2,8 mil plantas por hectare<sup>5</sup>, com espaçamento aproximado de 3,0 m × 1,0 m (por exemplo), as chamadas lavouras adensadas possuem em média 5 mil plantas por hectare, com espaçamento aproximado de 2,0 m × 1,0 m, e, por fim, as superadensadas, com média de 10 mil plantas por hectare, com espaçamento aproximado de 2,0 m × 0,5 m, ou 1,0 m × 1,0 m.

<sup>4</sup> Classificação: bebida dura, com 20% de catação. A catação representa a proporção de café verde.

<sup>5</sup> Um hectare equivale a 10 mil metros quadrados.

Uma possibilidade para aumentar a diversidade dos cultivos seria o adensamento dos cafeeiros nas linhas e o aumento do espaçamento nas entrelinhas, o que permite o plantio de culturas intercalares, como o milho e o feijão. A Embrapa recomenda que lavouras cafeeiras diversificadas, além de mais corretas do ponto de vista ambiental, são economicamente mais seguras, porque permitem a prática de culturas intercaladas, já que o preço do café está sempre sujeito a flutuação de mercado. O fato é que o sistema adensado e o superadensado proporcionam maior produção por área, especialmente nos primeiros anos. Favorecem também a operação da colheita quando ela é feita por derriças.

No entanto, uma pesquisa realizada por Carvalho e Chalfoun (2001) sobre o comportamento das doenças em plantios adensados nas fazendas experimentais da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig) concluiu que os sistemas de plantios adensado e superadensado favorecem a incidência da ferrugem<sup>6</sup>, ao mesmo tempo em que reduzem a incidência da cercosporiose.

Estudos da Embrapa apontam algumas vantagens e desvantagens do sistema de plantio adensado. As principais vantagens seriam: aumento da produção por área e menor produção por planta (menor esgotamento das plantas); sistema fotossintetizante mais eficaz, graças à possibilidade de manipulação do número de hastes por ramo; retorno mais rápido do capital investido; melhora das condições do solo, pois há maior queda de ramos e folhas, menor escoamento de água no solo e reciclagem de nutrientes, via mineralização do material orgânico; viabilidade para pequenos produtores; regiões de topografia acidentada e com disponibilidade de mão de obra barata; e diminuição da incidência do bicho-mineiro.

As maiores desvantagens do sistema adensado seriam: maior custo de implantação, por conta do maior número de plantas; maior dificuldade no manejo da cultura, porque exige podas

mais frequentes e os tratamentos fitossanitários e a colheita são dificultados (a mão de obra com colheita representa 40% do custo de produção de uma saca de café); atraso e não uniformidade na maturação dos frutos, especialmente em regiões de altitude elevada; necessidade de irrigação, se o plantio foi muito adensado (>10 mil plantas por hectare); redução da qualidade da bebida, pois o aumento do sombreamento e da umidade relativa do ar criam condições propícias para a proliferação de microrganismos, que atuam no fruto do café; e aumento da incidência de ferrugem e broca.

### **Análise econômica de projetos de investimentos**

De acordo com Arêdes (2006), um projeto de investimento consiste na análise da relação técnica e monetária entre os insumos necessários à produção e à própria produção em si, de tal forma que, para o projeto ser viável, é necessário que os benefícios gerados pela transformação dos insumos em produtos sejam maiores que os custos de transformação.

A análise de projetos, além de levar em conta a viabilidade financeira referente à expectativa de retorno monetário sobre os investimentos realizados, também precisa levar em consideração os efeitos do projeto sobre a economia, no sentido de desenvolvimento, ou seja, na ótica do bem coletivo. No atual projeto, focar-se-á a análise financeira.

Woiler e Mathias (1996) classificam os projetos em cinco tipos: projetos de implantação, de expansão, de modernização, de realocação e de diversificação. Este estudo trata de um projeto de implantação. Aqueles autores também classificam os projetos em independentes ou mutuamente exclusivos. O primeiro refere-se à possibilidade de ocorrência independentemente de qualquer outra alternativa, enquanto o segundo trata da possibilidade de haver mais de uma alternativa e apenas uma ser a alternativa

<sup>6</sup> Para mais informações sobre doenças do cafeeiro, consultar Embrapa Café (2011).

escolhida e implementada, como é o projeto em análise neste estudo.

A elaboração de um projeto é composta das seguintes etapas: a geração de propostas, a elaboração e a avaliação, a tomada de decisão, a implementação e o acompanhamento. Este estudo trata especificamente da etapa de elaboração e avaliação, que, segundo Woiler e Mathias (1996), consiste em um conjunto de informações internas e externas ao negócio, coletadas e processadas com o objetivo de analisar uma decisão de investimento. Por fim, as informações relevantes à análise referem-se ao mercado, à definição da escala de produção, à definição da localização, à engenharia, à determinação dos fluxos de caixa e, por fim, à avaliação.

A construção do fluxo de caixa destaca-se como a de maior relevância, uma vez que consiste na fonte de dados para os cálculos dos indicadores de rentabilidade e também de risco do projeto. Entre os indicadores de rentabilidade os mais utilizados são o período de payback descontado (*PP*), o valor presente líquido (*VPL*) e a taxa interna de retorno (*TIR*). Arêdes (2006) também sugere que, na avaliação, seja utilizado o custo total médio (*CTMe*) de produção, dado pelo custo total de produção por unidade produzida. Segundo esse autor, o *CTMe* serve como parâmetro para a análise de eficiência e competitividade entre processos produtivos. Dados os mesmos preços de venda, diz-se que o processo produtivo com menor *CTMe* é o mais competitivo no mercado.

A análise de projetos inclui também os riscos associados ao investimento, visto que todo projeto está sujeito a riscos e incertezas, de tal forma que as incertezas existem quando determinados eventos futuros não são conhecidos ou não podem ser mensurados. Por seu turno, riscos existem quando as probabilidades de realização de eventos futuros são conhecidas e podem de alguma forma ser mensuradas, sendo os riscos, então, quantificados (BUARQUE, 1991).

Métodos como value at risk (*VAR*), simulações de Monte Carlo e equivalente certeza, além

de medidas estatísticas – como desvio-padrão, variância, teorema do limite central e construção de intervalos de confiança – também são usados no intuito de quantificar o risco.

## Metodologia

O retorno financeiro de um projeto, entendido sob a ótica privada, que é a adotada por este trabalho, considera a geração dos benefícios financeiros gerados pelo projeto para a satisfação do empreendedor; neste caso, o produtor. Nesta análise, consideram-se os benefícios e os custos do projeto como valores em termos de mercado (BUARQUE, 1991).

Segundo Salles (2004), a análise financeira de projetos é baseada em estimativas para o fluxo de caixa futuro do projeto, obtidas com base em previsões para diversas variáveis. A análise inicial do fluxo de caixa é feita por meio de valores representativos para as variáveis consideradas, permitindo o cálculo de indicadores financeiros determinísticos. Entretanto, essas variáveis não podem ser previstas com 100% de precisão, indicando a importância da respectiva consideração, em grau maior ou menor, do risco associado ao retorno financeiro obtido para o projeto.

Como a análise de investimento é um processo que avalia diversas alternativas e decide qual é a melhor opção, para se conseguir financiamento para a elaboração de um projeto, é preciso provar a viabilidade econômico-financeira do empreendimento e sua capacidade de gerar resultados, propiciando não somente o retorno do capital investido como também uma margem de lucratividade. Além disso, esse retorno ainda precisa ser suficiente para compensar os riscos assumidos (SALLES, 2004).

### Etapas do processo de avaliação de investimento de um projeto

Os procedimentos necessários à formulação da análise da viabilidade de um projeto seguem a seguinte estrutura:

Etapa 1: estimativa dos fluxos de caixa esperados para o projeto.

Etapa 2: determinação da taxa de desconto (que representa o custo de oportunidade) para descontar os fluxos de caixa futuros esperados, estimados na etapa 1.

Etapa 3: cálculo dos indicadores financeiros de viabilidade econômica, com base nos fluxos de caixa futuros esperados.

Etapa 4: definição do custo do projeto e comparação com o valor presente líquido.

Etapa 5: decisão quanto à viabilidade de se investir no projeto, considerando a estrutura de custos e a expectativa de retorno que se deseja alcançar, dados os resultados da análise, baseados em fluxos de caixa futuros descontados.

### Indicadores de viabilidade econômica

Os indicadores de viabilidade econômica bem como as respectivas formas de cálculo seguem, neste trabalho, as mesmas formas utilizadas no trabalho de Arêdes (2006). Todos são calculados com base nos fluxos de caixa futuros, descontados para todas as alternativas de investimento.

- 1) Valor presente líquido (*VPL*): representa o retorno monetário do investimento, descontado o valor do dinheiro no tempo, a uma taxa de desconto pre-determinada. Sua principal vantagem é que, ao se considerar o efeito tempo, admite o reinvestimento dos fluxos líquidos intermediários à taxa que representa o custo de oportunidade do capital investido. Quando  $VPL > 0$ , o projeto é economicamente viável. O *VPL* é dado por:

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

em que *B* são os benefícios (ou receitas); *C*, os custos e os investimentos gerados pelo projeto; *t*, o período de tempo; *n*, o tempo-limite; e *r*, a taxa de desconto.

- 2) Taxa interna de retorno (*TIR*): é a taxa de desconto interna, gerada pelo projeto que torna o  $VPL = 0$ . Sua principal vantagem é permitir comparar a rentabilidade das alternativas apresentadas no projeto, ou até mesmo com a de outras atividades, quer sejam elas produtivas, quer ligadas ao mercado financeiro. A *TIR* é dada por:

$$VPL = \sum_{t=0}^n (B - C)t / (1 + r^*)^t = 0 \quad (2)$$

em que *B* são os benefícios; *C*, os custos e os investimentos gerados pelo projeto; *t*, o período de tempo; *n*, o tempo-limite; e  $r^*$ , a taxa de desconto interna (*TIR*). Quando a *TIR* é maior que a taxa de desconto utilizada no projeto, diz-se que o projeto é economicamente viável.

- 3) Período de *payback* (*PP*): é definido como o tempo de recuperação do capital investido.

$$PP = \sum_{t=0}^n (B - C)t = 0 \quad (3)$$

em que *B* são os benefícios; *C*, os custos e os investimentos gerados pelo projeto; *t*, o período de tempo; e *n*, o tempo-limite. Quanto menor o período de recuperação do investimento, maior a liquidez do projeto.

### Análise de risco

Não existe muita uniformidade no cálculo do risco de instituições financeiras. Em comum, as metodologias para a estimação do risco requerem conhecimentos sobre a mecânica dos mercados de interesse, alguma sofisticação matemática e sistemas computacionais e de informação confiáveis (DUARTE JÚNIOR, 2011).

De acordo com Woiler e Mathias (1996), há risco em uma atividade sempre que ocorrerem variações no estado futuro de variáveis relevantes, as quais afetarão o retorno esperado do investimento. Quando se conhecem os possíveis valores futuros e suas probabilidades de

ocorrência, há presença de risco, pois é possível mensurá-lo. Na ausência dessas informações, há apenas incerteza.

Em virtude de alterações futuras em variáveis relevantes do projeto, procedeu-se, neste trabalho, à utilização de dois métodos para mensurar a amplitude dos efeitos dessas alterações: primeiramente, uma análise de sensibilidade e, posteriormente, a simulação de Monte Carlo.

#### *Análise de sensibilidade*

A análise de sensibilidade é o procedimento que verifica qual o impacto sobre os indicadores financeiros, como *VPL* e *TIR*, quando varia um determinado parâmetro relevante do investimento. Sendo assim, essa análise permite detectar para qual das estimativas do projeto os indicadores financeiros são mais sensíveis e relevantes, e, conseqüentemente, quais deverão ser estimados com precisão (BUARQUE, 1991). É importante lembrar que a análise de sensibilidade trata cada variável isoladamente, quando, na prática, todas as variáveis envolvidas no projeto tendem a estar relacionadas, além do fato de que umas variáveis são mais fáceis de prever do que outras.

Como, na análise de sensibilidade, verificam-se os efeitos de apenas uma variável do projeto nos resultados dos indicadores financeiros, torna-se necessário realizar a análise de cenários, que consiste em variar simultaneamente mais de uma variável. Essa técnica de análise de risco examina diversos cenários sobre o empreendimento, em que cada um deles considera uma dada combinação de fatores.

#### *Simulação de Monte Carlo*

O retorno financeiro de um determinado projeto não pode ser conhecido exatamente, de antemão; pode-se chegar, no máximo, a um conjunto de possíveis resultados. A probabilidade de ocorrência de cada um dos possíveis resultados

determina o potencial de perda do projeto em questão. Logo, para se determinar exatamente o risco de perda do projeto, é necessário conhecer a distribuição de probabilidade dos possíveis retornos, ou seja, é necessário conhecer a função que liga os retornos possíveis com as respectivas possibilidades de ocorrência, expressas em uma medida de probabilidade. Essa função permite que se façam afirmações probabilísticas a respeito de variações adversas das variáveis envolvidas no projeto.

A simulação de Monte Carlo, como ressaltaram Moreira et al. (2007), tem por princípio gerar informações, pressupondo que os eventos ocorram de maneira aleatória. Com base nas variáveis relevantes identificadas na análise de sensibilidade, deve-se associar uma distribuição de probabilidade a cada uma delas e, então, simular valores dessas variáveis e examinar sua influência nos indicadores de viabilidade.

Para tanto, aplicou-se a análise de risco às variáveis “preço da saca de café tipo 6 (60 kg)”, “fonte de receita do produtor” e “preço do sacco de adubo (50 kg)”, insumo esse que apresenta grande volatilidade de preços. A simulação de Monte Carlo foi realizada com o uso do software @Risk 5.5<sup>7</sup>, com base no qual se utilizou a distribuição de probabilidade triangular para as variáveis citadas e conduziram-se mil simulações com 5 mil iterações.

### **Fonte de dados**

Os dados referentes aos custos de produção de cada etapa do processo produtivo foram obtidos da empresa de fertilizantes Heringer, situada em Manhuaçu, MG. O preço da saca de café de 60 kg (bebida dura – tipo 6) foi obtido no site do Cepea, enquanto os dados referentes à metragem dos espaçamentos e às teorias sobre os plantios tradicionais, adensados e superadensados, foram obtidos da Embrapa Café e do grupo de pesquisa Criar e Plantar (2011).

<sup>7</sup> Palisade Corporation.

## Resultados

Foram assumidas algumas suposições para a análise da viabilidade econômica do plantio de café com espaçamento tradicional, adensado e superadensado. A saber: a) as mudas foram compradas de terceiros (e não produzidas em viveiro próprio); b) o terreno foi adquirido em condições próprias e foi preparado para que fossem abertas as covas para o plantio; c) as covas foram feitas manualmente, com o uso de enxadas; d) as lavouras com espaçamento tradicional passaram por podas quando atingiam 15 anos; e) as lavouras de espaçamento adensado tinham 10 anos, enquanto as lavouras de espaçamento superadensado, 7 anos<sup>8</sup>; f) considerou-se a prática da capina manual, que é feita com o emprego de enxadas; g) não foi feito uso de herbicidas nas lavouras; h) considerou-se a colheita no pano, que consiste no emprego do pano de colheita, no qual é derriçado o café; i) a secagem natural foi feita em terreiros de cimento; e j) o produtor possuía recurso próprio para realizar o investimento; portanto, o custo de oportunidade desse capital precisava estar inserido na taxa de desconto a ser utilizada.

### Estimação dos fluxos de caixa

Para fins de elaboração dos fluxos de caixa, não foi considerado, nesta análise, a incidência de impostos sobre qualquer base. Foram levantados todos os investimentos que seriam necessários à implementação do projeto, para uma área de 1 ha, destinada ao plantio de café, utilizando-se três alternativas de espaçamento, em Manhuaçu, MG. Os investimentos iniciais para o plantio de café com espaçamento tradicional, adensado e superadensado foram, respectivamente, de R\$ 11.625,00, R\$ 13.850,00 e R\$ 19.575,00, realizados com recursos próprios. O investimento foi decomposto em custos com o terreno, as mudas, os adubos, a mão de obra e

a infraestrutura (terreiro e armazém). Todos os investimentos foram dimensionados com base em uma área de 1 ha e de acordo com a respectiva produção, considerando o número de plantas em cada alternativa de investimento.

A formação da receita, para cada alternativa de investimento, foi feita com base no preço médio da saca de café tipo 6, no período de julho de 2009 a abril de 2011 (R\$ 307,18), proveniente do Cepea (2011a). Os custos foram obtidos de técnicos das fazendas experimentais da empresa de fertilizantes Heringer, consistindo em custos com insumos (principalmente com adubos e calcário) e com mão de obra (com colheita e capinas manuais), ambos variáveis, conforme o nível de produção (mão de obra) e a análise do solo (insumos). Dadas essas características, todos os valores gastos com insumos e mão de obra, bem como o volume de receitas que formaram os fluxos de caixa, variaram ano a ano, conforme o ciclo esperado de produção do café. Na Tabela 1, é possível verificar os fluxos líquidos, por período (ano), para cada alternativa de espaçamento de plantio.

O horizonte de planejamento deste estudo foi de 15 anos, considerando que, nesse tempo, haveria desgaste das lavouras. Não foi considerada a depreciação dos bens imóveis (terreiro e armazém), já que, além de terem vida útil superior à duração do projeto, seus valores, considerando a produção apenas de 1 ha, não são tão significativos.

### Estimação dos indicadores de viabilidade econômica

Para calcular tais indicadores, foi utilizada uma taxa de desconto de 12% a. a. Esse valor foi adotado por representar um custo de oportunidade para o produtor, de 6% a.a., rentabilidade garantida em outras atividades sem riscos, como títulos públicos e poupança; acrescido de 4%, a

<sup>8</sup> Com relação às podas, como cada alternativa incorreria em fluxos diferentes de caixa, de 15, 10 e 7 anos, foram adotados 15 anos como horizonte de planejando, levando-se em conta que, no ano 7 e no ano 10, as lavouras com espaçamentos superadensado e adensado serão podadas, mas sem alterar a estrutura de custos com insumos requeridos por elas, alterando-se apenas o número de plantas produtivas. Em média, uma planta podada passa a ter produção a partir do segundo ano da poda, sendo que nas lavouras adensadas serão podadas, em média, 33,33% das plantas, e, nas lavouras superadensadas, serão podadas, em média, 50% das plantas.



**Tabela 1.** Resultados do fluxo de caixa, por ano, para cada alternativa de espaçamento analisada.

Tradicional – 2.800 plantas								
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7
Fluxo de caixa	R\$ -12.177	R\$ -1.149	R\$ 1.362	R\$ 6.354	R\$ 11.972	R\$ 11.972	R\$ 11.972	R\$ 11.972
Ano	8	9	10	11	12	13	14	15
Fluxo de caixa	R\$ 11.972	R\$ 11.972	R\$ 11.972	R\$ 11.972	R\$ 11.972	R\$ 11.972	R\$ 11.972	R\$ 11.972
Adensado – 5.000 plantas								
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7
Fluxo de caixa	R\$ -14.780	R\$ -1.603	R\$ 1.858	R\$ 18.174	R\$ 17.332	R\$ 17.332	R\$ 17.332	R\$ 17.332
Ano	8	9	10	11	12	13	14	15
Fluxo de caixa	R\$ 17.332	R\$ 17.332	R\$ 17.332	R\$ 10.095	R\$ 11.310	R\$ 13.592	R\$ 17.332	R\$ 17.332
Superadensado – 10.000 plantas								
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7
Fluxo de caixa	R\$ -21.323	R\$ -2.605	R\$ 4.042	R\$ 15.172	R\$ 26.007	R\$ 26.007	R\$ 26.007	R\$ 26.007
Ano	8	9	10	11	12	13	14	15
Fluxo de caixa	R\$ 13.610	R\$ 15.130	R\$ 18.169	R\$ 25.107	R\$ 25.107	R\$ 25.107	R\$ 21.167	R\$ 21.167

título de inflação (aproximadamente a meta do governo para 2011) e de mais 2%, como uma espécie de *premium* pelo risco da atividade. A seguir, na Tabela 2, são apresentados os resultados para os indicadores *PP*, *VPL* e *TIR*.

O “período de *payback*”, ao representar o tempo em que o investimento é recuperado, pode não ser um método criterioso para classificar as alternativas de investimento. Essa técnica

é considerada por muitos autores da área como não sofisticada por duas razões principais: porque desconsidera o valor do dinheiro ao longo do tempo e porque não leva em conta os fluxos futuros após o exato período em que o investimento é recuperado. Com relação à primeira argumentação, pode-se calcular o *PP* descontado, ou seja, calcular o *PP* sobre os fluxos de caixa descontados à taxa de desconto, ou à taxa míni-

**Tabela 2.** Indicadores de viabilidade econômica.

Horizonte: 15 anos	<i>PP</i> (anos)	<i>VPL</i> (12%)	<i>TIR</i> ( <i>VPL</i> = 0)(%)
Tradicional	3,99	R\$ 45.190,68	41,42
Adensado	3,16	R\$ 70.140,52	51,83
Superadensado	3,58	R\$ 91.013,68	46,56

ma de atratividade que o projeto deve retornar, como foi calculado nesta análise. Considerando o *PP* descontado, a alternativa mais viável seria os plantios adensados e superadensados, com vantagem para o sistema de plantio com espaçamento adensado. Com relação a investimentos em outros ramos de atividade, o período de recuperação do investimento inicial na lavoura de café justifica-se pelo tempo necessário para que ela comece a produzir.

Com relação ao “valor presente líquido”, técnica considerada sofisticada, por levar em conta o valor do dinheiro ao longo do tempo, o *VPL* deve ser positivo para que o projeto seja viável. Se o *VPL* for igual a zero, isso quer dizer que o projeto nos retorna a exata taxa mínima de atratividade. Já que a taxa de desconto caracteriza o ganho que se poderia ter em outra opção de investimento sem riscos, espera-se que um projeto viável tenha *VPL* maior que zero. Nesse caso, o retorno maior está justamente associado aos riscos inerentes à atividade e assumidos pelo investidor. A alternativa de plantio de café com espaçamento superadensado mostrou-se mais viável, se considerarmos que apresentou maior *VPL*. Nesse caso, analisar o *VPL* isoladamente, mesmo conhecendo as vantagens dessa técnica, pode não ser suficiente, já que as alternativas apresentam investimentos iniciais diferentes e, portanto, precisaríamos levar em conta o retorno em relação ao total investido. Assim sendo, a análise ficará completa quando analisarmos conjuntamente a taxa interna de retorno, que nos dará uma medida aproximada de quanto é a rentabilidade do projeto.

Por fim, a *TIR* é a taxa que iguala o *VPL* a zero, ou seja, traduz a exata taxa de retorno que o projeto oferece. Se a *TIR* for menos que a taxa mínima de atratividade, isso significa a inviabilidade do projeto, ou seja, que o retorno proporcionado pelo projeto é inferior ao que se poderia obter com outro ativo sem riscos. Diante disso, espera-se que a *TIR* seja maior que a taxa mínima de atratividade, e esse diferencial entre as duas taxas traduziria o ganho líquido proporcionado pelo projeto, ou seja, descontando o que

se poderia ter ganhado caso tivesse investido em algum ativo sem riscos. Com relação à *TIR*, a alternativa de plantio de café com espaçamento adensado apresentou a maior *TIR*, de 51,83%, e, conseqüentemente, é a alternativa que propicia o maior retorno.

Ainda assim, não é possível indicar com precisão qual a melhor alternativa de espaçamento para o plantio do café, mesmo que todos os indicadores apontem para a alternativa de plantio com espaçamento adensado. O que a análise nos permite inferir é que, com o aumento do número de plantas por área, há redução dos custos médios com insumos; entretanto, à medida que se aumenta o número de plantas por área, há um crescimento decrescente da produção, já que não há somente desgaste do solo, mas também diminuição de produção por planta, decorrente da alta umidade e da incidência desigual da luz solar pela planta. Tudo isso sem considerar a maior incidência de algumas pragas.

Também é necessário considerar os riscos da atividade, principalmente aqueles relacionados à variação de preços nas variáveis de interesse e de maior impacto sobre a estrutura de custo e sobre a receita do projeto, a fim de determinar a alternativa que possui maior mérito, ou seja, em que o risco de variação dessas variáveis não comprometa a rentabilidade do projeto.

### **Análise de sensibilidade**

As análises de sensibilidade apresentadas na Tabela 3 permitiram identificar as variáveis do projeto que mais influenciaram o *VPL* e a *TIR*. As que geraram maior instabilidade nos resultados e que foram empregadas na posterior análise de risco foram: preço de venda da saca de café tipo 6 (bebida dura) e preço do adubo (principal insumo).

O preço da saca do café, recebido pelo produtor, consistia em uma fonte de risco, uma vez que dependeria de fatores referentes ao mercado, como a demanda e a oferta total do café e de bens relacionados, além do câmbio. O preço do adubo também trazia riscos à atividade, visto

**Tabela 3.** Resultados da análise de sensibilidade para as variáveis “preço de venda” e “preço de insumo”.

Horizonte: 15 anos	Saca de café R\$ 307,18 e adubo R\$ 42,00		Saca de café R\$ 237,15 e adubo R\$ 42,00		Saca de café R\$ 495,98 e adubo R\$ 42,00	
	VPL (12%)	TIR (VPL = 0)	VPL (12%)	TIR (VPL = 0)	VPL (12%)	TIR (VPL = 0)
Tradicional	R\$ 45.191	41,42%	R\$ 29.948	33,76%	R\$ 86.286	57,79%
Adensado	R\$ 70.141	<b>51,83%</b>	R\$ 46.136	<b>40,70%</b>	R\$ 142.230	<b>74,24%</b>
Superadensado	R\$ 91.014	46,56%	R\$ 53.952	35,47%	R\$ 190.933	69,40%

  

Horizonte: 15 anos	Saca de café R\$ 307,18 e adubo R\$ 60,00		Saca de café R\$ 237,15 e adubo R\$ 60,00		Saca de café R\$ 495,98 e adubo R\$ 60,00	
	VPL (12%)	TIR (VPL = 0)	VPL (12%)	TIR (VPL = 0)	VPL (12%)	TIR (VPL = 0)
Tradicional	R\$ 43.962	40,69%	R\$ 28.719	32,95%	R\$ 85.057	57,16%
Adensado	R\$ 71.062	<b>50,86%</b>	R\$ 41.918	<b>38,48%</b>	R\$ 140.416	<b>73,47%</b>
Superadensado	R\$ 88.302	45,56%	R\$ 51.240	34,37%	R\$ 188.221	68,52%

que elementos que sofriam influências externas, como a taxa de câmbio, também o afetavam diretamente.

Por meio da análise de sensibilidade, é possível constatar que, mesmo com o cenário mais pessimista (saca de café a R\$ 237,15 e adubo a R\$ 60,00 o saco), as três alternativas apresentadas para o plantio de café são viáveis, já que os respectivos *VPLs* são maiores que 0 (zero) e a *TIR* é superior à taxa mínima de atratividade. Na melhor das hipóteses (saca de café a R\$ 495,98 e adubo a R\$ 42,00 o saco), temos um retorno extraordinário, considerando a relação risco/retorno.

Como as três alternativas de espaçamento de plantio de café são viáveis economicamente, é preciso classificá-las para descobrir qual delas é a mais viável, ou seja, a que apresentaria maior retorno. Conforme se infere da Tabela 3, a alternativa de plantio com espaçamento adensado não foi a alternativa que apresentou o maior *VPL*, mas foi a alternativa que apresentou a maior *TIR*. Como os valores dos investimentos iniciais são diferentes, segundo Woiler e Mathias (1996), é de se esperar que o investimento maior implique maior *VPL*, sendo a *TIR*, portanto, o melhor parâmetro para definir o mérito de um projeto, já que a ela revela a taxa de retorno do

investimento. Logo, tomando por base a *TIR*, o plantio com espaçamento adensado é o mais viável, considerando a volatilidade de preço nas principais variáveis de interesse, sem comprometimento da rentabilidade do projeto em relação a outros segmentos no mercado, ou seja, mesmo no cenário mais pessimista, a *TIR*, de 38,48%, é mais do que suficiente para cobrir o custo de oportunidade e os custos não considerados na análise, com impostos, transporte, entre outros custos.

### Análise de risco

As análises de sensibilidade conduzidas anteriormente apontaram as variáveis que mais influenciam o *VPL* e a *TIR* do projeto. O preço do café e o preço do adubo foram aquelas que geraram maior instabilidade nos resultados e, portanto, foram utilizadas na análise de risco por simulações de Monte Carlo.

Os resultados das simulações de Monte Carlo, considerando variações do *VPL*, são apresentados na Tabela 4. Utilizou-se a função de distribuição de probabilidade triangular, de forma que foi necessário atribuir, para as variáveis selecionadas, valores mínimos, médios e máximos. No caso do preço do café, considerou-se

**Tabela 4.** Resultados das simulações dos possíveis valores do Valor Presente Líquido pelo Método de Monte Carlo para três tipos de espaçamento de plantio de café.

Indicadores do <i>VPL</i>	Tradicional	Adensado	Superadensado
Resultado máximo	66.312,97	105.546,86	144.630,12
Resultado médio esperado	56.952,27	90.063,16	119.076,40
Resultado mínimo	45.507,73	73.057,72	99.603,60
Chance de resultado positivo	100,0%	100,0%	100,0%
Chance de resultado negativo	0,0%	0,0%	0,0%
Desvio-padrão	3.474,41	5.858,49	8.356,67

como preço mínimo o menor dos últimos anos (R\$ 237,15), e, como preço máximo utilizado, o mais elevado de período recente (R\$ 495,98). Em relação aos preços do adubo, o valor mínimo indicado foi R\$ 40,00, enquanto, para o máximo, foram atribuídos R\$ 60,00.

Da mesma forma que os indicadores de rentabilidade, as simulações indicam que os projetos são viáveis. O valor médio do *VPL* para as três alternativas de espaçamento no plantio de café foi, respectivamente, de R\$ 56.952,27, R\$ 90.063,16 e R\$ 119.076,40. Todos se mostraram superiores àqueles obtidos na análise que não considera a presença de risco, com desvios-padrão iguais, nesta ordem, a R\$ 3.474,41, R\$ 5.858,49 e R\$ 8.356,67. Por fim, as probabilidades de se obter um *VPL* positivo são bastante elevadas em todas as três alternativas, sendo todas iguais a 100%.

A Tabela 5 apresenta os resultados das simulações de Monte Carlo, tratando, agora, da *TIR*. Todos os três métodos de espaçamento de plantio de café resultaram em taxas médias superiores às próprias *TIR* obtidas anteriormente e, sobretudo, maiores que a taxa de desconto do projeto, confirmando, assim, a viabilidade do projeto, mesmo em um cenário de risco. Além disso, conforme os resultados, as chances de alcançar uma *TIR* superior à taxa de desconto é de 100,0% em todos os projetos.

Portanto, mesmo em um cenário em que se consideram riscos, principalmente relacionados a variações nos preços da saca de café e nos preços do adubo (importante insumo), as alternativas do projeto apresentaram-se totalmente viáveis. As chances de se obter sucesso, representado por um *VPL* positivo e por uma *TIR* superior à taxa de desconto, são muito elevadas,

**Tabela 5.** Resultados das simulações dos possíveis valores da Taxa Interna de Retorno (*TIR*) pelo Método de Monte Carlo, para vários espaçamentos de plantio de café.

Indicadores da <i>TIR</i>	Tradicional	Adensado	Superadensado
Resultado máximo	51,6	68,0	63,0
Resultado médio esperado	46,3	58,1	53,8
Resultado mínimo	41,3	50,4	45,0
Chance de resultado positivo	100,0%	100,0%	100,0%
Chance de resultado negativo	0,0%	0,0%	0,0%
Desvio-padrão	1,76	2,95	2,76

com uma probabilidade simulada de 100,0%. No entanto, deve-se ressaltar que isso não significa que a atividade em questão está isenta de riscos. Afinal, trata-se de uma atividade agrícola que, assim como outras, está sujeita a variações nas condições edafoclimáticas.

## Conclusões

Buscou-se, neste estudo, avaliar a viabilidade econômica de plantio de café na região da Zona da Mata mineira, considerando três alternativas de espaçamento de plantio: tradicional, com 2,8 mil plantas por hectare; adensado, com 5 mil plantas por hectare; e superadensado, com 10 mil plantas por hectare. Os resultados obtidos pelos critérios do *VPL* e da *TIR*, considerando-se uma taxa de desconto de 12%, apontaram a viabilidade do projeto. Dessa forma, para cada real investido, o produtor rural teria um retorno equivalente a R\$ 1,41 para o plantio tradicional, a R\$ 1,51 para o plantio adensado e a R\$ 1,46 para o plantio superadensado, e o tempo necessário para recuperar os investimentos não foi elevado, sendo inferior a 4 anos para todas as alternativas. Concluiu-se que o plantio adensado foi o que apresentou melhor rentabilidade e menor tempo para a recuperação do investimento.

Pela análise de risco, verificou-se que os retornos do projeto eram mais sensíveis a alterações no preço recebido pelo produtor pela saca de café tipo 6 e, em relação a custos, nos gastos com adubo. Constatou-se, com base nesses itens, que o risco de se obterem  $VPL > 0$  e  $TIR > TMA$  (*taxa mínima de atratividade*) era praticamente de 100% para todas as alternativas de espaçamentos de plantio, mesmo considerando o cenário mais pessimista.

Portanto, conclui-se que a dedicação ao cultivo do café na região da Zona da Mata mineira, especificamente em Manhuaçu, MG, é uma atividade economicamente viável para todas as alternativas de espaçamento de plantio, com destaque para o plantio adensado, que apresentou os melhores indicadores de retorno.

Este trabalho é uma importante fonte de informações para os produtores que pretendam investir em lavouras de café, por agregar questões técnicas (espaçamentos entre as plantas) a questões econômico-financeiras (técnicas que mensuram a viabilidade).

## Referências

- ARÊDES, A. F. **Avaliação econômica da irrigação do cafeeiro em uma região tradicionalmente produtora**. 2006. 89 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos**: uma apresentação didática. 8. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991. 266 p.
- CARVALHO, L.; CHALFOUN, S. M. **Comportamento de doenças em plantio adensado**. Trabalho apresentado no II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 24 a 27 de setembro 2001, Vitória, ES.
- CEPEA. **Informativo CEPEA Café Arábica**. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/cafe/arabica/2011/02fev.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2011a.
- CEPEA. **Série histórica do preço do café arábica**. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/cafe/>>. Acesso em: 27 fev. 2011b.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Levantamentos de safra**. Disponível em: <<http://conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=>>>. Acesso em: 21 mar. 2011.
- CRIAR E PLANTAR. **Café**. Disponível em: <<http://www.criareplantar.com.br/agricultura/textos.php?id=39>>. Acesso em: 27 fev. 2011.
- DELGADO, G. C. **Capital financeiro e agricultura no Brasil**. Campinas: Unicamp, 1985.
- DUARTE JÚNIOR, A. M. **Risco**: definições, tipos, medição e recomendações para seu gerenciamento. Disponível em: <<http://www.risktech.com.br/pdfs/risco.pdf>>. Acesso em: 27 fev. 2011.
- EMBRAPA CAFÉ. **Histórico**. Disponível em: <<http://www.sapc.embrapa.br/index.php/portal/historico>>. Acesso em: 27 fev. 2011.
- MOREIRA, R. C.; REIS, B. S.; SOUZA, V. F.; FIALHO, R.; RIGUEIRA, C. V. L. Viabilidade econômica da agroindústria familiar rural de frutas na zona da mata mineira. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, v. 5, n. 2, 2007.

RUFINO, J. L. S.; ARÊDES, A. F. **Mercados interno e externo do café brasileiro**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: Embrapa Café, 2009. 270 p.

SALLES, A. C. N. **Metodologias de análise de risco para avaliação financeira de projetos de geração eólica**. 2004. 93 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SANTOS, M. L.; LÍRIO, V. S.; VIEIRA, W. C. **Microeconomia aplicada**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2009.

SILVA, S. **Expansão cafeeira e origens da indústria no Brasil**. São Paulo: Alfa-Ômega, 1978. cap. 3 e 4.

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

---