

LUCAS OLIVEIRA DE SOUSA

**IMPACTOS DA CERTIFICAÇÃO SOBRE A EFICIÊNCIA TÉCNICA
DA CAFEICULTURA DE MONTANHA DE MINAS GERAIS**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2011

LUCAS OLIVEIRA DE SOUSA

**IMPACTOS DA CERTIFICAÇÃO SOBRE A EFICIÊNCIA TÉCNICA
DA CAFEICULTURA DE MONTANHA DE MINAS GERAIS**

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

APROVADA: 13 de setembro de 2011.

Ricardo Bruno Nascimento dos Santos

José Luis dos Santos Rufino
(Coorientador)

Prof. Marcelo José Braga
(Orientador)

A Deus e aos meus pais, José Carlos e Edleuza,
pelo amor incondicional.

Porque dele e por ele, e para ele,
são todas as coisas; glória, pois, a ele eternamente. Amém. (Rm 11.36)

AGRADECIMENTOS

A Deus Pai, Filho e Espírito Santo pelo dom da vida e por tanta graça a mim concedida. A Ele toda honra, toda glória e todo louvor!

A papai e mamãe, pelo amor, orações, confiança, apoio e presença constantes, mesmo com a longa distância que separa Viçosa de Ibicaráí. Aos meus irmãos, Társis e Jônatas, com quem sempre pude contar. Aos meus sobrinhos, Artur e Raul, com quem tantas vezes me diverti durante meus curtos períodos de folga. À minha vó Judite, exemplo de vida, força e sabedoria. A todos os meus familiares, cunhadas, tias, tios, primos, primas e Zega, que certamente torceram e continuam torcendo pelo meu bem.

À minha querida noiva, Isabela, pela companhia serena e tão agradável durante todo meu mestrado. Como foi bom, poder balancear os estudos com sua presença.

Aos amigos: Marcelão, presente desde os tempos de Coluni; Estevão, angolano muito gente boa, que tem sempre uma palavra de ânimo para oferecer; Samuel, o mestre dos modelos econométricos, sempre disposto a ajudar o próximo e exemplo de humildade. A todos os demais amigos e colegas aqui não citados, mas que foram imprescindíveis nessa jornada.

Ao professor Marcelo José Braga, pela orientação. Ao meu co-orientador José Luis dos Santos Rufino, figura indispensável à realização

dessa dissertação. Ao professor Carlos Antônio Moreira Leite, pela parceria em trabalhos durante o mestrado.

Aos demais professores do Departamento de Economia Rural, aos quais sou grato por minha formação.

À Carminha, Helena, Anízia, Brilhante, Tedinha, Leonir, Élide e demais funcionários do DER, sempre dispostos a ajudar em situações diversas. Vocês valorizam a instituição a qual pertencem.

À FAPEMIG, pelo auxílio financeiro durante todo o mestrado.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Economia Rural, pela oportunidade de realização do curso.

Mais uma vez a Deus, pois sem Ele nenhum desses agradecimentos seria possível.

BIOGRAFIA

LUCAS OLIVEIRA DE SOUSA, filho de José Carlos Teixeira de Sousa e Edleuza Sales de Oliveira Sousa, nasceu no dia 15 de agosto de 1985, em Itabuna – Bahia.

Em Ibicaraí – BA até os 15 anos, onde sempre estudou na Escola Professor Otávio Monteiro (EPOM), mudou-se para Viçosa – MG, em 2001, para cursar o ensino médio no Colégio de Aplicação Universitário, concluído em dezembro de 2003.

Em março de 2004 iniciou os estudos superiores na Universidade Federal de Viçosa (UFV) no curso de Gestão do Agronegócio, sendo graduado em janeiro de 2009.

Em agosto de 2009 ingressou no curso de Mestrado em Economia Aplicada, no Departamento de Economia Rural da UFV, concluindo os requisitos indispensáveis para obtenção do título de *Magister Scientiae* em setembro de 2011.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Considerações iniciais.....	1
1.2. O problema e sua importância.....	4
1.3. Hipóteses.....	8
1.4. Objetivos.....	9
1.4.1. Geral.....	9
1.4.2. Específicos.....	9
1.5. Estrutura do trabalho.....	9
2. CERTIFICAÇÃO NA CAFEICULTURA.....	10
2.1. Considerações iniciais.....	10
2.2. Certificação.....	13
2.3. Certificações presentes na cafeicultura de montanha de Minas Gerais	16
2.3.1. Orgânico.....	17
2.3.2. Fairtrade.....	19
2.3.3. Rainforest Alliance.....	22
2.3.4. Utz Certified.....	23
2.3.5. Certifica Minas Café.....	25
3. METODOLOGIA.....	27

3.1. Análise da eficiência técnica.....	27
3.2. Fatores associados à eficiência técnica	32
3.3. Impactos da certificação.....	36
3.4. Fonte e descrição de dados.....	41
3.4.1. Descrição das variáveis utilizadas nas análises.....	41
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
4.1. Caracterização da amostra	45
4.2. Análise da eficiência técnica relativa.....	48
4.3. Análise dos fatores associados à eficiência técnica	53
4.4. Análise do impacto da certificação	60
5. CONCLUSÕES	66
6. REFERÊNCIAS.....	69
APÊNDICE.....	76
APÊNDICE A	77
APÊNDICE B	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação dos mercados de café convencional e diferenciado..	11
Tabela 2 – Preços mínimos (US\$/libra) do café Fairtrade, prêmio e diferencial orgânico	20
Tabela 3 – Volume de vendas de café Fairtrade (sacas de 60 kg de café verde)	22
Tabela 4 – Importação mundial de café certificado Rainforest Alliance (sacas de 60 kg de café verde)	23
Tabela 5 – Importações mundiais de café Utz Certified (sacas de 60 kg de café verde)	24
Tabela 6 – Variáveis utilizadas nos modelos desenvolvidos neste trabalho ...	42
Tabela 7 – Estatística descritiva das variáveis utilizadas nas análises	46
Tabela 8 – Distribuição dos cafeicultores, por área plantada dos anos de 2007 e 2008 na região da cafeicultura de montanha de Minas Gerais	48
Tabela 9 – Resultado da aplicação do procedimento para aplicação do teste de Mann-Whitney	49
Tabela 10 – Resultados do teste de Mann-Whitney para os tipos de propriedades	49
Tabela 11 – Medidas de eficiência de acordo com a área plantada de café na Região de Montanha de Minas Gerais	50
Tabela 12 – Distribuição de propriedades de acordo com o tipo de retorno ...	52

Tabela 13 – Coeficientes das regressões quantílicas para os diferentes tipos de propriedades analisadas	54
Tabela 14 – Resultados dos testes de Wald nos modelos estimados.....	55
Tabela 15 – Efeitos da certificação sobre as variáveis de interesse	62
Tabela 16 – Análise de sensibilidade (limites de Rosenboum) para as variáveis de interesse.....	65
Tabela 1A – Raízes características da matriz de correlações simples das máquinas e equipamentos	78
Tabela 2A – Cargas fatoriais e comunalidades.....	79
Tabela 1B – Impactos da certificação no grupo das pequenas propriedades...80	
Tabela 2B – Impactos da certificação no grupo das médias propriedades.....80	
Tabela 3B – Impactos da certificação no grupo das grandes propriedades.....81	
Tabela 4B – Impactos da certificação na amostra composta por todas as propriedades.....81	
Tabela 5B – Resultados detalhados dos modelos de <i>propensity score matching</i> para o grupo das pequenas propriedades.....82	
Tabela 6B – Resultados detalhados dos modelos de <i>propensity score matching</i> para o grupo das médias propriedades.....83	
Tabela 7B – Resultados detalhados dos modelos de <i>propensity score matching</i> para o grupo das grandes propriedades.....84	
Tabela 8B – Resultados detalhados dos modelos de <i>propensity score matching</i> para o grupo de todas as propriedades.....85	
Tabela 9B – Viés entre os grupos de tratamento e controle antes e depois do pareamento no grupo das pequenas propriedades.....86	
Tabela 10B – Viés entre os grupos de tratamento e controle antes e depois do pareamento no grupo das médias propriedades.....87	
Tabela 11B – Viés entre os grupos de tratamento e controle antes e depois do pareamento no grupo das grandes propriedades.....88	
Tabela 12B – Viés entre os grupos de tratamento e controle antes e depois do pareamento na amostra contendo todas as propriedades.....89	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização geográfica das regiões produtoras de café em Minas Gerais.	2
Figura 2 – Ciclo da sustentabilidade.....	11
Figura 3 – O sistema de certificação.....	14
Figura 4 – Importações mundiais de café orgânico certificado (Sacas de 60 kg).	19
Figura 5 – Mercado do café arábica 1989-2010: comparação dos preços de Nova Iorque e Fairtrade.	21

RESUMO

SOUSA, Lucas Oliveira de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2011. **Impacto da certificação sobre a eficiência técnica da cafeicultura de montanha de Minas Gerais.** Orientador: Marcelo José Braga. Coorientador: José Luis dos Santos Rufino.

O objetivo desse estudo foi analisar a contribuição da certificação da propriedade cafeeira para a eficiência técnica da cafeicultura na Região de Montanha de Minas Gerais. Para isso, três abordagens metodológicas foram utilizadas: i) análise envoltória de dados; ii) regressão quantílica; e, iii) *propensity score matching*. Os resultados da análise da eficiência técnica apontaram para um baixo desempenho técnico da produção de café nessa região. A certificação mostrou ser um importante fator associado à eficiência técnica das grandes propriedades com maior nível de eficiência, mas a produtividade foi a variável que mais se destacou como fator associado à eficiência técnica das propriedades cafeeiras da Região de Montanha de Minas Gerais. As análises de impacto da certificação mostraram que a certificação apresentou impacto negativo sobre a eficiência técnica das médias propriedades certificadas da Região de Montanha de Minas Gerais. Porém, indicaram que os gastos com insumos de uma propriedade certificada são muito mais elevados, se comparados aos gastos de uma propriedade

semelhante, mas sem certificação. Esses gastos associados à certificação comprometem a eficiência técnica, mas colaboram positivamente para a produção de cafés, especialmente os de melhor qualidade, nas pequenas, médias e grandes propriedades da região. Dessa forma, como a maior parte da produção de café não é remunerada pela existência de selo de certificação e sim pela qualidade do café, pode-se concluir que a certificação contribui para a melhoria na renda da atividade cafeeira.

ABSTRACT

SOUSA, Lucas Oliveira de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, September of 2011. **Impacts of certification on the technical efficiency of coffee mountain of Minas Gerais.** Adviser: Marcelo José Braga. Co-adviser: José Luis dos Santos Rufino.

The objective of this study was to analyze the contribution of coffee certification for the technical efficiency of coffee in the mountains of Minas Gerais. To achieve this goal, three methods were used: i) data envelopment analysis (DEA); ii) quantile regression, and iii) propensity score matching. The results of the analysis of technical efficiency pointed to a low technical performance of the coffee production in this region. The certification has proved to be an important factor associated with technical efficiency of large farms with high levels of efficiency, but productivity was the most frequent variable associated with technical efficiency of the coffee farms of the mountain region of Minas Gerais. The analysis showed that the certification have a negative impact on the technical efficiency of the medium size certified farms of the mountain region of Minas Gerais. However, indicated that spending on inputs from a certified farm is much higher than in a similar farm without certification. These costs associated with certification undertake technical efficiency, but work together positively to the production of coffee,

especially those of better quality. Thus, as the most of the coffee is not paid by the existence of the certification label, but by its quality, we conclude that the certification contributes to improving the income of the coffee activity in the mountains region of Minas Gerais.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações iniciais

A cafeicultura é a atividade agrícola de maior importância econômica do Estado de Minas Gerais. O setor cafeeiro foi responsável por cerca de 54% (US\$ 4,1 bilhões) das exportações do agronegócio mineiro em 2009 (FAEMG, 2011). Em 2010, o setor primário da cafeicultura apresentou participação de 33,67% no PIB da agropecuária de Minas Gerais, enquanto a indústria de café participou com 9,53% do PIB do segmento agroindustrial mineiro (CEPEA, 2011).

Minas Gerais é o líder na produção cafeeira no Brasil. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2011), o estado produziu cerca de 1,2 milhão de toneladas de café em 2009, o que representou 49% da produção nacional daquele ano. Verifica-se produção de café em todas as mesorregiões do estado, mas três delas se destacam como principais polos de produção. Em primeiro lugar está a mesorregião Sul/Sudoeste de Minas, que em 2009 concentrou 39% da produção estadual de café. Em seguida estão Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e Zona da Mata, cada uma com cerca de 19% da quantidade de café produzida no estado em 2009. As outras regiões somaram 23% da produção estadual.

Segundo Rufino, Silveira e Ribeiro Júnior (2010), a produção de café em Minas Gerais é usualmente dividida em quatro grandes regiões produtoras, que diferem das mesorregiões definidas pelo IBGE. As áreas são: Matas de Minas, que compreende as mesorregiões da Zona da Mata e do Vale do Rio Doce; Sul de Minas, da qual faz parte a mesorregião Sul/Sudoeste de Minas; Cerrado, que compreende o Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba; e Chapada de Minas, composta pelo Vale do Mucuri e parte do Jequitinhonha (Figura 1).

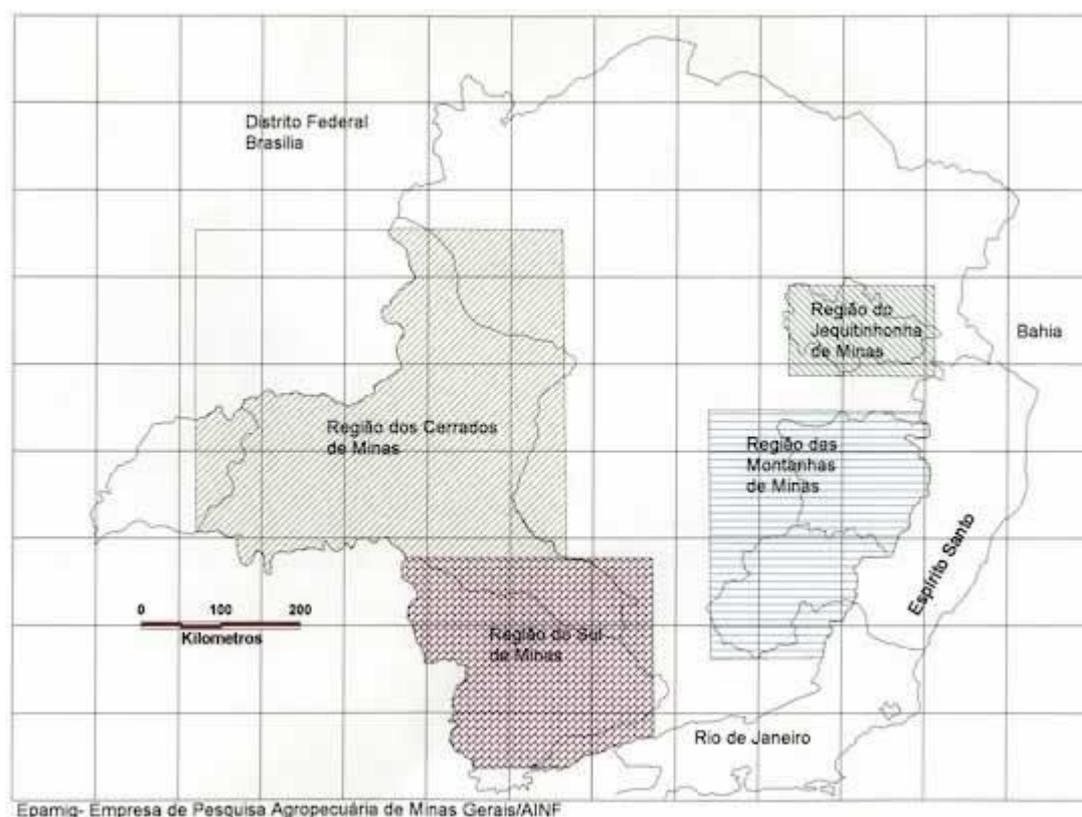


Figura 1 – Localização geográfica das regiões produtoras de café em Minas Gerais.

Fonte: Rufino, Silveira e Ribeiro Júnior (2010).

Segundo o estudo de caracterização da cafeicultura de montanha elaborado pelo Instituto Antônio Ernesto de Salvo – INAES (2010), a Zona da Mata e o Sul de Minas podem ser agrupadas numa área, que abrange em torno de 220 municípios, denominada como Região de Montanha de Minas Gerais, em função de características similares de relevo e de tecnologias de produção, sendo essa a região onde se concentram as análises do presente trabalho.

Em 2009, a cafeicultura de montanha de Minas Gerais respondeu por 65% da produção estadual de café, o que representou cerca de 32% da produção nacional daquele ano (IBGE, 2011). Conforme ressaltam Rufino, Silveira e Ribeiro Júnior (2010), a cafeicultura de montanha apresenta singularidades, em termos de trabalho, cultivo, dentre outras, que tornam ainda mais relevante seu estudo.

Matiello et al. (2005) destacam algumas das características típicas da cafeicultura de montanha, dentre as quais destacam-se: áreas pequenas, não mecanizáveis, exploração familiar, solos pobres e desgastados, além da grande dependência de tratamentos culturais. Segundo os autores, o cultivo do café nas regiões montanhosas tende a se manter, pela falta de boas alternativas agrícolas para substituí-lo.

A cafeicultura tem sido afetada por transformações ocorridas no setor agrícola, resultantes da crescente inserção internacional de produtos do agronegócio e da consequente adequação desse setor aos padrões de exigência do mercado externo. Sobretudo os países desenvolvidos têm adotado regras que privilegiam produtos de qualidade superior, advindos de processos atestados, que incluem atributos que vão além das características físicas do produto, abrangendo aspectos ambientais e sociais.

A desregulamentação do mercado brasileiro de café no início da década de 1990, marcada pela extinção do Instituto Brasileiro do Café (IBC) e não-assinatura do Acordo Internacional do Café (AIC), com relação às cláusulas econômicas (SAES, 1995), deu início a uma nova fase da cafeicultura brasileira. Segundo Ponciano, Souza e Ney (2009), com a desregulamentação, o mercado passou a dar mais atenção à melhoria da qualidade e à diversificação do produto, buscando atender às novas exigências do mercado.

Segundo Rezende, Rosado e Gomes (2007), desde o início da desregulamentação, o setor de produção de café vem passando por fortes mudanças, principalmente numa área fundamental que é a gestão da atividade. Além disso, avanços significativos têm sido observados em termos de produtividade e qualidade, especialmente entre os grandes produtores. Saes

(2006) destaca a questão da *descommoditização* do café, oriunda da criação de atributos de diferenciação como forma de evitar a concorrência via preço, que contribui para o aumento de renda da atividade agrícola. De acordo com Ponciano, Souza e Ney (2009), os produtores têm se organizado para produção de café de qualidade diferenciada visando nichos de mercados específicos.

O consumidor tem desempenhado um papel cada vez mais relevante no processo de transformações pelo qual passa a cafeicultura, portando-se como o agente direcionador de grande parte das mudanças que atingem esse setor. Como o café é exportado, basicamente, na forma de grãos verdes, cabe ao produtor trabalhar pela garantia da conformidade do produto e/ou processo aos padrões exigidos, que atenderão, em última instância, ao consumidor final.

A certificação se insere nesse contexto, visando conferir credibilidade ao consumidor acerca do produto certificado, ao mesmo tempo em que procura capacitar o cafeicultor a gerir melhor a atividade. Em linhas gerais, a certificação atesta que determinado produto, processo ou serviço está em conformidade com especificações pré-estabelecidas, muitas vezes, difíceis de serem verificadas pelo consumidor final.

Segundo Giovannucci, Liu e Byers (2008), em 2006, os cafés certificados tiveram participação de cerca de 4 % das exportações mundiais de café verde, o que significa algo em torno de 220.000 toneladas. Esse é um mercado em expansão mundial, principalmente nos países desenvolvidos, sendo que em 2009 mais de 8 % de toda exportação global de café verde possuía alguma certificação ou apelo confiável de sustentabilidade (PIERROT; GIOVANNUCCI, 2010).

1.2. O problema e sua importância

Segundo Giovannucci e Koekoek (2003), além da possibilidade de auferir benefício econômico direto (maior preço), o produtor de café certificado pode obter benefícios adicionais ou externalidades positivas que

vão além da vantagem de mercado. Estes benefícios incluem: i) melhora na gestão de recursos naturais e conservação da biodiversidade; ii) resistência das culturas a condições atmosféricas e riscos climáticos; iii) diversificação e menores custos externos que reduzem a exposição financeira; iv) desenvolvimento organizacional ou comunitário e aumento da utilização de mão de obra; v) menores riscos de saúde decorrentes do mau uso de agroquímicos. Além desses, outros benefícios adicionais em algumas certificações incluem a rastreabilidade e a gestão da propriedade, que podem preparar pequenos produtores para competir melhor no comércio agrícola moderno.

Para Monteiro e Caswell (2009), a adoção de sistemas de garantia de qualidade e processos, como é o caso da certificação, depende da diferença entre os benefícios internos da organização e os custos envolvidos na adoção. Ou seja, os agentes optarão pela certificação se acreditarem que os benefícios futuros superarão os custos do processo. Por isso, um dos principais incentivos para o produtor aderir a programas de certificação diz respeito à possibilidade de recebimento de prêmio (diferencial de preço) pelo café certificado.

De acordo com Nassar (2003), o produto certificado normalmente é idêntico ao não certificado do ponto de vista do processamento e alteração industrial. Assim, a certificação agrega valor sem transformar o produto, o que é, particularmente, valioso no mercado agropecuário, onde os produtores são tomadores de preços. Uma vez que a certificação diferencia a *commodity*, o produtor pode, ao menos por algum tempo, auferir maiores margens ao penetrar nichos de mercados com consumidores dispostos a pagar mais pelo produto certificado (SAES, 2006). Entretanto, o diferencial de preço pago pelo consumidor final nem sempre é repassado ao cafeicultor.

Enquanto algumas certificações garantem o pagamento do prêmio, outras não interferem na comercialização do produto, e o café, mesmo certificado, pode ser vendido pelo preço de café convencional. Soma-se a isso o fato de, segundo FAO (2009), o valor do prêmio ser de difícil indicação, já que depende da qualidade e da origem do café, da situação do mercado em dado

momento, da reputação do produtor, da existência de certificações adicionais, entre outros fatores. Além disso, Kilian et al. (2006) destacam que a possibilidade de obtenção de preços substancialmente mais elevados é uma percepção baseada, na maioria das vezes, em dados muito limitados, principalmente preços de varejo para o café certificado.

De acordo com Kilian et al. (2006), os requisitos para a certificação tendem a afetar a estrutura de custo de produção da fazenda. Esse fato foi verificado empiricamente por Philpott et al. (2007), que mostraram que, apesar de haver algumas diferenças do ponto de vista econômico entre os agricultores com e sem certificação, nem sempre os ganhos financeiros eram suficientes para compensar os custos.

Em contrapartida, apesar dos custos diretos (taxas de adesão) e indiretos (custos de adaptação) acarretados pela certificação, os programas de certificação geralmente incentivam ou exigem que os agricultores cumpram métodos básicos de boa gestão, tais como manutenção de registros, adoção de manejo integrado de pragas de baixo custo ou estratégias de conservação de águas e outros recursos. Segundo Giovannucci, Liu e Byers (2008), isso parece oferecer algumas vantagens em termos de eficiência técnica a nível da fazenda, resultantes do melhor uso dos recursos, da redução dos desperdícios e da consequente redução dos custos de produção, que podem servir para elevar a renda da atividade.

Segundo Bendisch (2010), com o passar do tempo e o consequente aumento da oferta de produtos certificados, a certificação se torna uma ferramenta de acesso a mercados e perde a vantagem financeira em termos de preço recebido. Os benefícios restantes são o aumento da produtividade e qualidade, acesso a mercados-alvo (aumento das vendas) e redução dos custos de produção.

Num estudo sobre os impactos da adesão à certificação Utz Certified, Martinez, Jesus e Cócaro (2008) verificaram que o principal benefício da certificação diz respeito à organização da fazenda, à melhoria e profissionalização da gestão e à elaboração de um sistema de informação

utilizado como ferramenta administrativa e de apoio à tomada de decisões. No que diz respeito ao preço recebido, não havia garantia de prêmio para o café, entretanto foi verificado que a organização que fazia parte de uma cooperativa conseguiu obter o prêmio pela certificação no preço do café. A qualidade do produto não melhorou diretamente com a certificação, por esta se tratar de uma certificação de processo.

Diante do exposto, percebe-se que os ganhos oriundos da certificação nem sempre são claros, havendo a possibilidade de ocorrência de perdas associadas à falta de remuneração diferenciada e aos custos da adequação da propriedade às normas das certificações, além de incertezas relacionadas aos benefícios em termos de qualidade, eficiência técnica e gestão. Assim, o problema de pesquisa do presente trabalho foi: a certificação contribui para o melhor desempenho, em termos de eficiência técnica, das propriedades certificadas da Região de Montanha de Minas Gerais?

Dentro desse contexto, sabe-se que existem diferenças entre propriedades de tamanhos distintos. Devido os custos associados à certificação, é mais fácil para uma propriedade de maior porte obter a certificação, se comparada a propriedades menores. Além disso, as características gerenciais de pequenos e grandes produtores rurais diferem substancialmente, na maioria das vezes, podendo refletir nas decisões a respeito da atividade, inclusive na eficiência técnica. Diante disso, o problema de pesquisa foi desdobrado em termos de pequenas, médias e grandes propriedades, buscando verificar peculiaridades de cada um dos grupos e evitar a generalização das análises.

As restrições à colheita mecanizada na cafeicultura de montanha, devido o relevo acidentado sobre o qual o café é cultivado, exige que a colheita seja, na maioria das vezes, manual, o que contribui sobremaneira para a elevação dos custos de produção. Ademais, a própria natureza da produção agrícola e a internacionalização na qual o setor cafeeiro está inserido o expõem a riscos resultantes de fatores que fogem ao controle do cafeicultor, tais como: intempéries ambientais, oscilações constantes de preços e de custos de produção, entre outros.

Esse contexto ressalta a importância da análise da eficiência técnica na produção de café, com vistas a extrair o máximo possível das áreas produtivas, sem o uso excessivo de insumos. Segundo Santos et al. (2009), a forte concorrência no setor cafeeiro e a constante oscilação dos preços, faz com que a eficiência produtiva seja considerada como um dos fatores primordiais para a permanência, economicamente sustentável, do cafeicultor na atividade. Desse modo, a análise da eficiência é uma ferramenta que auxilia o processo de planejamento e a tomada de decisões, visando melhorias na gestão da atividade.

Ao focar suas análises na cafeicultura de montanha de Minas Gerais, esse trabalho ganha em termos de relevância, tendo em vista a importância dessa região para a cafeicultura brasileira, uma vez que dela origina-se porção significativa da produção nacional de café. Além disso, nos últimos anos, tem sido crescente a inserção dos cafeicultores dessa região em programas de certificação, sem, contudo, haver estudos que analisem os fatores relacionados à certificação, bem com seu impacto sobre a eficiência técnica.

Com isso, o presente trabalho adiciona à literatura brasileira sobre certificação (CONCEIÇÃO; BARROS, 2005; LEME, 2007; MOREIRA, 2009; NASSAR, 2003; PALMIERI, 2008; PESSOA; SILVA; CAMARGO, 2002; SOUZA; DRIGO; PIKETTY, 2006) uma abordagem quantitativa e do ponto de vista econômico, presente em outros trabalhos (JANVRY; MCINTOSH; SADOULET, 2010; KILIAN et al., 2006; MONTEIRO; CASWELL, 2009).

1.3. Hipóteses

A certificação associa-se de forma positiva e exerce impacto positivo sobre a eficiência técnica das propriedades cafeeiras da cafeicultura de montanha de Minas Gerais, especialmente, as propriedades de maior porte.

1.4. Objetivos

1.4.1. Geral

Analisar a contribuição da certificação da propriedade cafeeira para a eficiência técnica da cafeicultura na região montanha de Minas Gerais.

1.4.2. Específicos

a) Mensurar a eficiência técnica das propriedades cafeeiras da Região de Montanha de Minas Gerais, subdivididas em grupos de pequenas, médias e grandes propriedades;

b) Identificar os fatores associados à eficiência técnica dos grupos de propriedades cafeeiras da Região de Montanha de Minas Gerais;

c) Determinar o impacto da certificação sobre a eficiência técnica, as despesas da atividade e os tipos de cafés produzidos nas propriedades analisadas.

1.5. Estrutura do trabalho

O trabalho está organizado em seis seções, a começar por esta introdução. A seção 2 apresenta uma revisão sobre a certificação na cafeicultura. Em seguida, na seção 3, é apresentada a metodologia utilizada no trabalho, seguida da seção 4, com os resultados e discussões e da seção 5, conclusões. As referências constam na seção 6, seguida do apêndice.

2. CERTIFICAÇÃO NA CAFEICULTURA

2.1. Considerações iniciais

As atuais demandas globais em torno de questões ambientais e da qualidade têm recaído cada vez mais sobre a agricultura. Atualmente, é crescente o número de iniciativas em prol do consumo consciente, que tem se consolidado como uma tendência abrangente a diversos mercados, incluindo a cafeicultura. Nesse contexto, a certificação desempenha um papel chave na promoção da confiabilidade das ações tanto do lado da demanda como da oferta.

A maioria das certificações presentes na cafeicultura está atrelada à sustentabilidade, decorrendo disso o fato de os cafés certificados serem muitas vezes denominados de cafés sustentáveis (GIOVANNUCCI; LIU; BYERS, 2008). Cafeicultura sustentável diz respeito à atividade cafeeira cuja condução se baseia, simultaneamente, nos três pilares da sustentabilidade: econômico, social e ambiental (Figura 2).

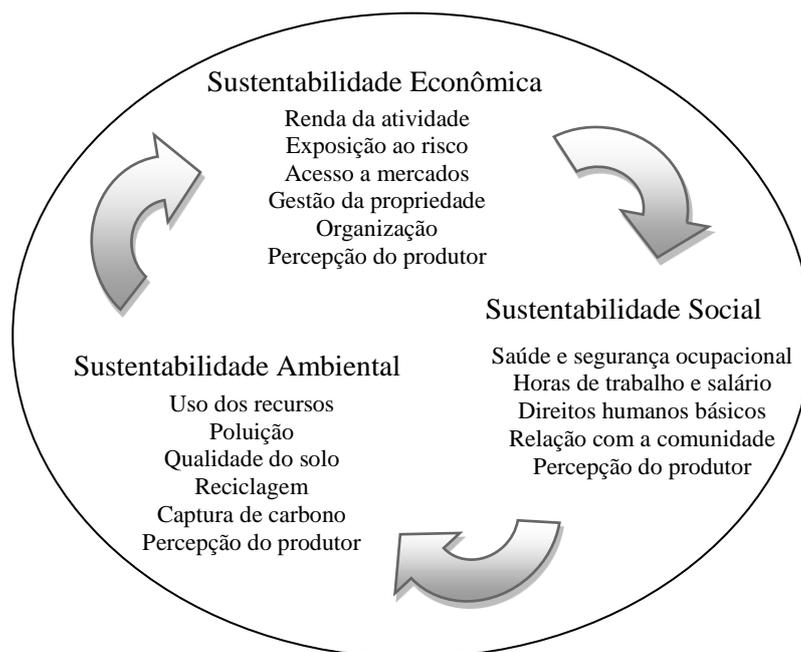


Figura 2 – Ciclo da sustentabilidade.
 Fonte: Giovannucci (2010).

Os cafés sustentáveis são mais do que uma resposta à demanda da sociedade por produtos e serviços econômico, social e ambientalmente justos. É também um mecanismo de diferenciação do café em busca de melhores preços e condições de comercialização, já que o mercado diferenciado difere substancialmente do convencional, conforme mostrado na **Tabela 1**. De acordo com Saes (2006), a diferenciação tem possibilitado a transformação do café *commodity* em produtos com especificidades e com nichos de mercado menos voláteis.

Tabela 1 – Comparação dos mercados de café convencional e diferenciado

Mercado	
Convencional	Diferenciado
Maior instabilidade de preços	Preços geralmente mais elevados
Recompensa por qualidade e preço	Recompensa por qualidade e processo
Fácil acesso ao mercado	Acesso restrito ao mercado
Competição intensa	Competição moderada
Apoio de governos	Apoio limitado de governos
Mercado amplo	Mercado muito limitado
Curva de aprendizagem curta	Curva de aprendizagem longa

Fonte: Giovannucci e Koekek (2003).

Segundo Giovannucci (2010), os cafés diferenciados contribuem expressivamente para a indústria de café, uma vez que atraem e estimulam o interesse do consumidor por novos produtos e por valores sociais e ambientais atrelados ao produto, além de serem eles os principais direcionadores do crescimento dos mercados mais consolidados de café.

Para Giovannucci e Koekoek (2003), a indústria de café é, possivelmente, dentro da agricultura, a que mais tem se esforçado para atender os requisitos básicos de sustentabilidade: proteção ao meio ambiente, justiça social e retornos econômicos razoáveis para todos os agentes da cadeia de suprimento. Segundo Pierrot e Giovannucci (2010), o mercado de cafés sustentáveis tem crescido, na média, a taxas anuais de 20% a 25% e, caso esse ritmo de crescimento se mantenha, os cafés sustentáveis poderão, dentro de poucos anos, representar até 25% do mercado mundial de café.

Atualmente, os cafeicultores têm à sua disposição diversas opções de sistemas de certificações. No âmbito internacional, as certificações de cafés sustentáveis de maior respaldo, presentes no Brasil, são: Orgânico¹, *Fair Trade* (comércio justo), Rainforest Alliance e Utz Certified. Internamente, mais especificamente, em Minas Gerais, o maior estado produtor de café do Brasil, destaca-se o Programa Certifica Minas Café.

Os certificados de orgânicos destinam-se ao café produzido sem a utilização de fertilizantes químicos e agrotóxicos. O selo *Fair Trade* tem um apelo ético, sendo conferido ao café produzido sob as normas da *Fair trade Labelling Organizations International* (FLO). As certificações Rainforest e Utz Certified baseiam-se num conjunto de critérios sociais e ambientais para práticas responsáveis de cultivo e gestão da cafeicultura. Por fim, o Programa Certifica Minas Café é um programa do Governo de Minas Gerais que confere certificados a propriedades cafeeiras, após ser atestada uma série de requisitos de boas práticas de produção.

¹ Várias marcas de certificação orgânica, de abrangência nacional e internacional, estão presentes na cafeicultura.

2.2. Certificação

Certificação é a definição de atributos de produto, processo ou serviço e a garantia de que eles estão em conformidade com requisitos preestabelecidos. Logo, a certificação compreende um ambiente institucional, no que se referem às normas, sejam elas privadas, públicas, nacionais ou internacionais, bem como um ambiente organizacional, caracterizado pelo órgão certificador com poder de monitoramento e exclusão (NASSAR, 2003).

A certificação atende tanto ao produtor como ao consumidor. Do lado da oferta, ela viabiliza o gerenciamento e a garantia do nível de qualidade do produto (NASSAR, 2003) e tende a melhorar a gestão da atividade certificada, dado o acompanhamento de cada etapa de produção e o rigor na aplicação das normas da certificação (GIOVANNUCCI; LIU; BYERS, 2008). Do lado da demanda, o certificado confere confiabilidade ao produto (MACHADO, 2000) ao reduzir a possibilidade de ações oportunistas por parte do ofertante (SPERS, 2003), além de amenizar a assimetria de informação, ampliando a eficiência dos mercados (SANS; FONTGUYON apud NASSAR, 2003).

FAO (2003) apresenta algumas definições importantes referentes à certificação. Primeiramente, o sistema de certificação é definido como um sistema de regras, procedimentos e gestão elaborados para a realização da certificação. O certificado demonstra para o consumidor que o fornecedor obedece a certos padrões, definidos a priori com base em preferências e necessidades da sociedade ou de grupos privados. A organização que executa a certificação, chamada de certificadora, efetua a inspeção ou contrata uma empresa para este fim. A decisão de certificação é baseada no relatório de inspeção, complementado de outras fontes de informação.

A Figura 3 apresenta o sistema de certificação, incluindo os principais agentes e as relações envolvidas. Segundo Nassar (2003), a certificação insere-se num ambiente institucional que a regulamenta e num ambiente organizacional que a coordena.



Figura 3 – O sistema de certificação.

Fonte: Adaptado de Nassar (2003).

Geralmente, os agentes regulamentadores são o governo ou instituições internacionais, no caso de certificados com aceitação internacional. Os agentes coordenadores são organizações às quais é outorgado o direito ou possuem a obrigação de monitorar a certificação. Geralmente são associações de interesse privado ou organizações não governamentais, mas também podem ser empresas privadas e estatais.

De acordo com Nassar (2003), os três principais atores dos sistemas de certificação são o estado, as empresas e as associações, cada um com funções que dependem das características e finalidades da certificação. O papel de agente regulamentador geralmente recai sobre o setor público, embora, nem sempre caiba a este as funções de executor e coordenador. O estado é o garantidor do ambiente institucional e sua atuação, em nível federal ou estadual, está ligada aos sinais do setor privado. Segundo Conceição e Barros (2005), o mercado dá sinais e incentivos para a certificação. Os incentivos para a certificação referem-se a estímulos aos agentes econômicos de forma que estes vislumbrem os benefícios na certificação. O estado, como defensor dos direitos dos cidadãos, deve, além de auxiliar o setor privado na

certificação, estar atento e monitorar os resultados aos consumidores. As empresas e associações assumem funções de coordenação e execução dentro do sistema de certificação, ou seja, definem normas, atuam na inspeção do processo, conferem os certificados e monitoram os resultados.

Normalmente, há uma tendência de associar a certificação com a qualidade do produto, mas isso nem sempre é verdadeiro, apesar de a certificação poder se configurar como um incentivo à qualidade. A certificação está relacionada mais a características não perceptíveis pelo uso do produto, os chamados atributos de crença, do que à qualidade intrínseca do produto (SOUZA; DRIGO; PIKETTY, 2006). Caswell (2006) afirma que a certificação transforma atributos de crença em atributos de procura, que o consumidor pode avaliar antes da compra pela leitura do rótulo ou usando informações relacionadas (panfletos, sites da internet, etc.). Nesse sentido, o rótulo ou símbolo da certificação indica que a conformidade com as normas específicas foi verificada (FAO, 2003).

De acordo com FAO (2003), a certificação é sempre executada por uma terceira parte sem interesse direto na relação econômica entre fornecedor e comprador. Segundo Conceição e Barros (2005), serviços de terceira parte bem planejados e executados, aumentam o valor do certificado, uma vez que aumentam a credibilidade do mesmo. Autores como Rosenberg (2000) consideram ainda a existência de certificações de primeira e de segunda parte. A primeira é efetuada pelo fornecedor quando este se responsabiliza pela conformidade do produto ou serviço a normas e padrões especificados. Por outro lado, a de segunda parte ocorre quando o fornecedor atesta que o produto adquirido está de acordo com o padrão normatizado. Entretanto, FAO (2003) utiliza o termo verificação de primeira e de segunda parte ao invés de certificação, por conta da maior probabilidade de ocorrência de atitudes pouco imparciais, quando os agentes envolvidos na negociação comercial atestam a conformidade dos produtos/serviços às normas. Este trabalho adota o conceito da FAO (2003) por julgá-lo mais condizente com a pressuposição de que os agentes econômicos agem de maneira oportunista.

A certificação pode ter caráter voluntário ou compulsório. Segundo Rosenberg (2000), a certificação voluntária é uma ferramenta de marketing e a decisão cabe exclusivamente à firma fabricante do produto ou prestadora do serviço. Essa certificação passa a ser um diferencial de mercado para as firmas que a adotam e pode ser vista como uma forma de agregação de valor, uma vez que coexistem no mercado produtos certificados e não certificados. Conceição e Barros (2005) ressaltam que o valor do certificado ou selo está diretamente ligado à credibilidade e à reputação da entidade certificadora. Logo, quanto mais reconhecido for o órgão certificador, maior a possibilidade de garantia de maior eficiência ao mercado.

A certificação compulsória dirige-se a produtos e serviços com possível impacto nas áreas de segurança e saúde, de interesse do país e do cidadão, abrangendo as questões relativas aos animais, vegetais, proteção da saúde, segurança (acidentes, desastres), meio ambiente e temas correlatos (CNI, 2011). Segundo Conceição e Barros (2005):

A maioria das demandas para certificação obrigatória surge em duas situações econômicas: quando o mercado não fornece informação suficiente para permitir aos consumidores uma escolha correta, de acordo com suas preferências (assimetria de informação), e quando as decisões individuais de consumo afetam o bem-estar social. Em ambos os casos, custos e benefícios sociais sugerem que seja adotado um certificado diferente daquele proveniente da decisão individual de uma firma (CONCEIÇÃO; BARROS, 2005, p. 19).

Para Nassar (2003), o sucesso da certificação está relacionado com a eficiência e os custos de monitoramento e com o poder de exclusão institucionalmente conferido e exercido pelas organizações responsáveis.

2.3. Certificações presentes na cafeicultura de montanha de Minas Gerais

Por se tratar do maior produtor e exportador mundial de café, as principais iniciativas internacionais de certificação de cafés estão disponíveis

para os cafeicultores brasileiros: Orgânico, Fairtrade, Rainforest Alliance e Utz Certified. Como este trabalho tem o foco de suas análises na cafeicultura de Montanha de Minas Gerais, analisa-se ainda o Certifica Minas Café, programa de certificação elaborado e gerido pelo Governo do Estado de Minas Gerais que tem atingido um número crescente de cafeicultores da região em estudo. A seguir é feita uma descrição individual das certificações acima citadas, abordando pontos relevantes de cada uma delas.

2.3.1. Orgânico

De acordo com a *Specialty Coffee Association of America – SCAA* (2010), a missão da certificação orgânica é promover um sistema de agricultura sustentável que produza alimento em harmonia com a natureza, favoreça a biodiversidade e melhore a atividade biológica do solo. Por isso a exigência da eliminação de agroquímicos e da incorporação de práticas de conservação ou recuperação do solo com enfoque na sustentabilidade socioeconômica ambiental (CAFÉS DO BRASIL, 2011; PALMIERI, 2008). Segundo KILIAN et al. (2006), a prática orgânica demanda que os produtores considerem suas propriedades como um ecossistema ativo.

A certificação orgânica foi formalmente instituída e passou a ser internacionalmente reconhecida na década de 1970 (SCAA, 2010). No Brasil, essa certificação foi a primeira a ocorrer na cafeicultura, que conta com registros de exportação de café orgânico desde 1990 (MOREIRA, 2009).

A *International Federation of Organic Agriculture Movements – IFOAM*, em português, Federação Internacional de Movimentos de Agricultura Orgânica, é a principal organização que direciona a normatização da produção agrícola orgânica global, cabendo a IFOAM a responsabilidade pelo credenciamento de certificadores em todo mundo. Segundo Moreira (2009), no Brasil, a única certificadora com credenciamento internacional é o Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural (IBD).

Segundo Pierrot e Giovannucci (2010), a certificação orgânica não é apenas a primeira certificação de sustentabilidade na agricultura, mas também o único padrão que tenha sido transformado em lei em muitos países, inclusive no Brasil. A legislação brasileira para produtos orgânicos é regida pela Lei Nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, regulamentada pelo decreto Nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007 e aprovada por meio da Instrução Normativa número 64, de 18 de dezembro de 2008, que oficializou o “Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal” (IBD, 2011).

O café orgânico apresenta um preço superior ao café convencional, correspondente ao prêmio pago pela prática orgânica atestada pela certificação. Contudo, Ponte (2004) ressalta que esse prêmio vem decrescendo ao longo do tempo. Segundo SCAA (2010), o diferencial médio de preço pago ao produtor foi de cerca de US\$ 0,566 por quilograma de café.

O café orgânico é a categoria mais importante de cafés sustentáveis, tanto em quantidade como em valor. Ao longo da primeira década do novo milênio, as vendas mundiais de café orgânico cresceram quase 250 %. Entretanto, esse ritmo de crescimento tem diminuído, ao passo que outras certificações têm crescido a taxas superiores. Essa preferência por outras certificações pode estar relacionada à exigência menos rigorosa em termos do uso de agrotóxicos, ao menor tempo de conversão para se qualificar para a certificação e ao pagamento de menores prêmios para os produtores (PIERROT; GIOVANNUCCI, 2010).

A Figura 4 apresenta estimativas do volume mundial de importação de café orgânico certificado, de 2004 a 2009. Entretanto, é preciso ressaltar, conforme FAO (2009) e Pierrot e Giovannucci (2010), que os dados sobre café orgânico são de difícil coleta e diferem de acordo com as fontes. Com base nos dados da Figura 3, a taxa de crescimento das importações globais de café orgânico certificado ficou em torno de 19 % a.a.

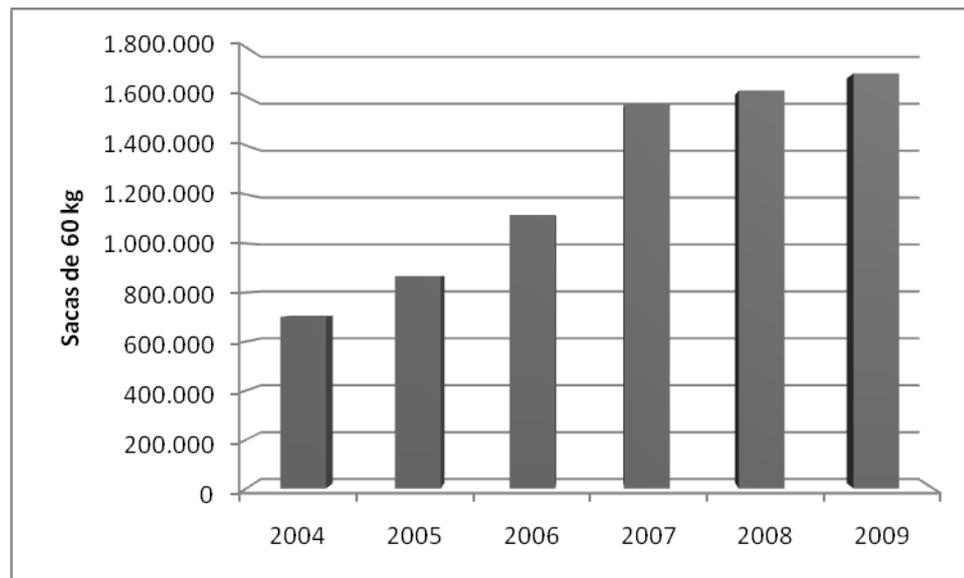


Figura 4 – Importações mundiais de café orgânico certificado (Sacas de 60 kg).
Fonte: Pierrot e Giovannucci (2010).

O mercado global de café orgânico é abastecido por mais de 40 países, mais do que qualquer outra certificação. Em 2009, foram certificados cerca de 42,5 mil toneladas, ou seja, cerca de 3,1 % do total de café verde importado pela América do Norte (SCAA, 2010).

2.3.2. Fairtrade

Apesar de não ser facilmente encontrada no Brasil, a certificação Fairtrade é uma das mais importantes certificações da cafeicultura, sendo, por isso, considerada no presente estudo. *Fair trade* (FT), comércio justo em português, é definido como uma abordagem alternativa ao comércio convencional, baseada na parceria entre produtor e consumidor, que tem o objetivo de melhorar as condições de vida e o bem-estar de pequenos produtores, por meio da melhoria do acesso ao mercado, do fortalecimento das organizações cooperativas, do pagamento de preços justos e do estabelecimento de relações comerciais duradouras (GIOVANNUCCI; KOEKOEK, 2003).

A iniciativa do *fair trade* teve origem na Holanda, na década de 1970, denominada Max Havelaar, mas, apenas em 1989, surgiu de fato o sistema de

certificação, sendo que o café foi o primeiro produto a ser certificado (KILIAN et al., 2006). Atualmente, o sistema de certificação Fair Trade é regulado pela *Fair Trade Labelling Organizations International* (FLO), organização fundada em 1997 com o objetivo de unificar as iniciativas de rotulagem sob um padrão harmonizado de normas para certificação em todo o mundo. Em 2002, a FLO foi dividida em duas organizações independentes: FLO, que estabelece os padrões Fair Trade e oferece apoio ao produtor, e FLO-CERT, que inspeciona e certifica organizações de produtores e realiza a auditoria dos *traders* (FAO, 2003; FLO, 2011a).

Esse sistema certificação é destinado a pequenos produtores organizados em associações ou cooperativas e busca inseri-los no mercado internacional em condições favoráveis. O café FT é comprado diretamente das cooperativas e tem um preço mínimo estabelecido, supostamente suficiente para cobrir os custos de uma produção sustentável. Além disso, a certificação garante o pagamento de um prêmio que deve ser aplicado em projetos comunitários de desenvolvimento, auxilia na obtenção de crédito e estimula relações comerciais transparentes e de longo prazo (FLO, 2011a; GIOVANNUCCI; KOEKOEK, 2003; MOREIRA, 2009; PALMIERI, 2008). A Tabela 2 apresenta os preços mínimos e os prêmios por tipo de café.

Tabela 2 – Preços mínimos (US\$/libra) do café Fairtrade, prêmio e diferencial orgânico

Tipo de café	Preço mínimo	Prêmio	Diferencial orgânico	Preço total	
				Convencional	Orgânico
Arábica lavado	1,40	0,20	0,30	1,60	1,90
Arábica não lavado	1,35	0,20	0,30	1,55	1,85
Robusta lavado	1,05	0,20	0,30	1,25	1,55
Robusta não lavado	1,01	0,20	0,30	1,21	1,51

Fonte: FLO (2011b).

A Figura 5 trás um gráfico comparativo dos preços do café convencional cotado em Nova Iorque e do café FT. É possível verificar que quanto menor o nível de preço do café *commodity*, mais vantajoso é o café FT. Por outro lado, quando os preços em Nova Iorque estão em alta, o café FT é

comercializado com um preço muito próximo do convencional. Isso sugere que dependendo dos custos envolvidos na produção de café FT, os prêmios nem sempre serão uma vantagem para o produtor.

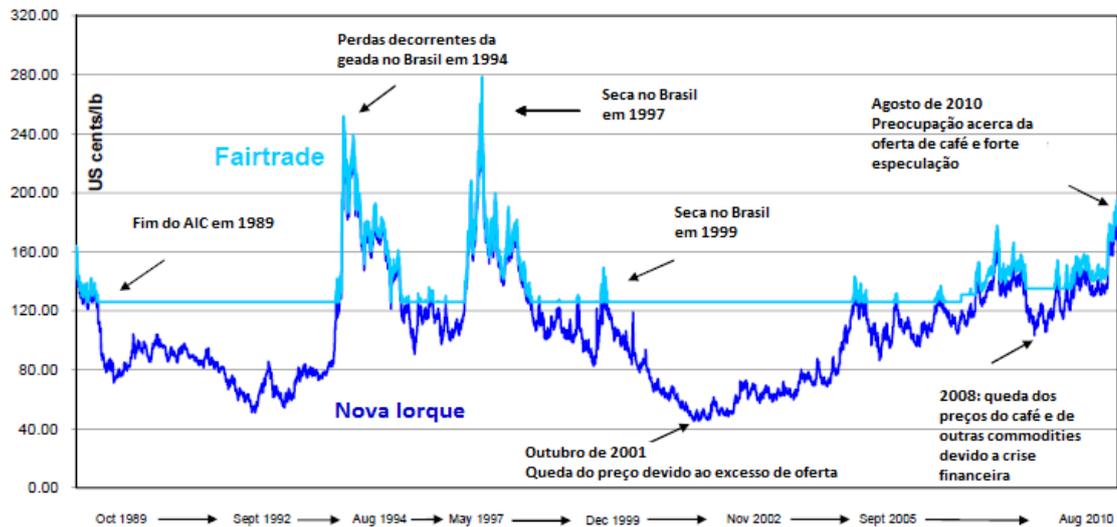


Figura 5 – Mercado do café arábica 1989-2010: comparação dos preços de Nova Iorque e Fairtrade.

Fonte: FLO (2011c).

O café Fair Trade pode ser produzido pelo sistema convencional ou pelo orgânico. Entretanto, quando convencional o uso de agroquímicos é controlado e exige-se o uso do manejo integrado da cultura (CAFÉ DO BRASIL, 2011; MOREIRA, 2009).

Até 2008, o café foi o produto Fairtrade com maior volume de vendas, sendo ultrapassado, apenas em 2009, pelo açúcar (FLO, 2011a). Ainda assim, o café FT tem participação restrita no volume total de café comercializado no mundo, cerca de 1 %, segundo Valkila e Nygren (2009). A Tabela 3 apresenta o volume de vendas de café FT, de 2004 a 2009, segmentado pelos principais destinos. Nesse período, o crescimento médio das vendas foi de cerca de 27 % a.a.

Tabela 3 – Volume de vendas de café Fairtrade (sacas de 60 kg de café verde)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Europa	279.400	352.065	429.915	521.065	730.000	826.651
América do Norte	123.385	210.685	430.600	504.565	615.967	664.940
Austrália/ Nova Zelândia		1.650	4.765	7.500	18.150	27.865
Japão	915	2.165	2.450	3.685	6.083	6.757
Total	403.700	566.565	867.730	1.036.815	1.370.200	1.526.213

Fonte: Pierrot e Giovannucci (2010).

Segundo Pierrot e Giovannucci (2010), a combinação de Fairtrade e orgânico tem sido a certificação múltipla mais popular no mercado de cafés sustentáveis. Em 2009, 42 % de todo café Fairtrade também possuía certificação de orgânico. De acordo com FAO (2009), estima-se que as vendas globais de café certificado geraram uma receita adicional de US\$ 30 milhões para cerca de 400 organizações de produtores em 2008. Apesar de parecer grande, se, para simplificar, for considerado que cada organização possui em média 75 cafeicultores, verifica-se que a renda extra agerada pela certificação em 2008 foi de, apenas, US\$ 1.000,00/produtor.

2.3.3. Rainforest Alliance

A missão da certificação Rainforest Alliance é integrar conservação da biodiversidade, desenvolvimento comunitário, direitos dos trabalhadores e práticas de produção agrícola visando promover a gestão sustentável da propriedade. O programa de certificação exige o cumprimento de padrões que englobam todos os aspectos da produção, a proteção do meio ambiente e os direitos e bem-estar das famílias dos trabalhadores e das comunidades locais (SCAA, 2010). Embora seja permitida a aplicação de agroquímicos, o uso é controlado, exigindo-se a redução do volume aplicado e a proibição de produtos muito tóxicos (MOREIRA, 2009).

O programa de certificação Rainforest Alliance Certified foi criado em 1992 pela coalizão da ONG estadunidense Rainforest Alliance e ONGs latino

americanas que formavam a Rede de Agricultura Sustentável – RAS. A primeira certificação de café foi conferida em 1996 (SCAA, 2010).

O volume consumido de café com o selo Rainforest Alliance tem crescido expressivamente nos últimos anos. A Tabela 4 apresenta a evolução das importações desse café, que cresceram a uma taxa de 55% a.a., de 2003 a 2009, considerando-se os principais destinos – Europa, América do Norte (EUA e Canadá) e Japão. O suprimento para esses mercados origina-se principalmente da América do Sul (69%), América Central e México (24%), Ásia (6%) e África (1%) (PIERROT; GIOVANNUCCI, 2010).

Tabela 4 – Importação mundial de café certificado Rainforest Alliance (sacas de 60 kg de café verde)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Europa	36.000	73.000	89.715	188.785	331.115	577.500	801.415
América do Norte	15.000	40.000	95.035	193.850	265.115	335.900	432.035
Japão	2.000	10.000	25.000	69.900	95.335	124.850	226.265
Total	53.000	123.000	209.750	452.535	691.565	1.038.250	1.459.715

Fonte: Pierrot e Giovannucci (2010).

Diferente das certificações de orgânico e Fairtrade, não há garantia de prêmio pela produção certificada Rainforest, entretanto, geralmente, verifica-se um diferencial de preço em relação ao café convencional, que é negociado entre comprador e vendedor.

2.3.4. Utz Certified

O programa de certificação Utz Certified visa responder a duas questões: i) qual da origem do café e ii) como ele foi produzido. Para atender a primeira, a Utz utiliza o sistema Rastrear-e-Relatar, baseado na internet, que rastreia o café certificado Utz Certified ao longo de toda a cadeia desde o produtor até o torrefador. O modo como o café foi produzido é regido pelo Código de Conduta, o qual o produtor deve seguir para alcançar a certificação.

Esse código incorpora o padrão GlobalGAP² para o café, correspondendo a um conjunto de critérios sociais e ambientais relativos a práticas de produção responsável de café e gestão eficiente de fazendas. Anualmente são realizadas inspeções por certificadores independentes que verificam o cumprimento do Código de Conduta (UTZ CERTIFIED, 2011).

A Utz Certified, inicialmente denominada Utz Kapeh, surgiu de uma iniciativa da indústria e cafeicultores da Guatemala em 1997. No ano 2000 tornou-se uma ONG independente e no ano seguinte foram concedidos os primeiros certificados. Em 2008, passou a se chamar Utz Certified – Good Inside visando o posicionamento em outros mercados além do café, tais como cacau, chá, soja e óleo de palmeira, já que utz kapeh significa bom café na língua maia (SCAA, 2010).

Segundo Pierrot e Giovannucci (2010), o principal destino do café certificado Utz Certified é a Europa, mais especificamente a Holanda, onde 30% do café consumido possui essa certificação. A Tabela 5 apresenta a evolução das importações mundiais de café Utz Certified, que cresceram a uma taxa de quase 30% a.a., de 2005 a 2009. Os principais fornecedores desse café são Brasil (38%), Vietnã (22%), Colômbia (12%) e Honduras (8%).

Tabela 5 – Importações mundiais de café Utz Certified (sacas de 60 kg de café verde)

	2005	2006	2007	2008	2009
Europa	437.650	505.800	676.135	1.027.985	1.155.000
América do Norte	9.700	14.685	53.570	79.335	85.000
Japão	2.835	25.000	38.670	72.985	75.000
Resto do mundo	28.815	54.515	73.625	110.695	115.000
Total	479.000	600.000	842.000	1.291.000	1.430.000

Fonte: Pierrot e Giovannucci (2010).

Existe um prêmio para o café Utz Certified, entretanto o valor é determinado exclusivamente mediante negociação entre o comprador e o vendedor do café, não havendo interferência da Utz Certified nesse processo

² GLOBALG.A.P é uma organização privada que estabelece normas voluntárias para a certificação de produtos agrícolas em todo o mundo.

(UTZ CERTIFIED, 2011). Segundo SCAA (2010), em 2009, em média, o prêmio foi de US\$ 0,11 por kg para café arábica e de US\$ 50,00 por tonelada de café robusta.

2.3.5. Certifica Minas Café

O Certifica Minas Café é um programa de certificação de propriedades cafeeiras que tem o objetivo de fazer a adequação das fazendas para a utilização das boas práticas agrícolas e de gestão de propriedade, preservação ambiental, viabilidade econômica das ações, segurança alimentar e respeito social.

O programa é executado pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER-MG) e pelo Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA), ambos vinculados à Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SEAPA-MG). A EMATER-MG encarrega-se das orientações para adequações das propriedades às normas do programa, enquanto o IMA fica responsável pelas auditorias preliminares para checar as adequações de acordo com os padrões internacionais. Finalizando esse processo, a certificadora suíça IMO (Instituto de Mercado Ecológico) responde pela auditoria final de acreditação das propriedades, concedendo a certificação às propriedades aprovadas (MINAS GERAIS, 2010).

O Certifica Minas Café foi criado pelo Governo de Minas Gerais em 2007 e os primeiros certificados foram entregues em janeiro de 2009. O programa não se responsabiliza pela comercialização do café certificado. Portanto, não garante prêmios aos produtores e o café certificado é vendido, na maioria dos casos, pelo preço do café convencional. Contudo, em julho de 2009, foi firmado um convênio entre a SEAPA-MG e a ABIC onde se estabeleceu o pagamento (da indústria ao produtor) entre 10% e 25% superior ao preço de mercado pela saca do café com o selo do Certifica Minas Café. Todavia, esses percentuais estão relacionados com a qualidade do café, sendo que muito pouco se refere ao pagamento pelas práticas sustentáveis. Além

disso, vale enfatizar que o programa não interfere nas negociações de preço, firmadas entre a indústria e os produtores, com o intermédio da ABIC.

Até 2010, 1.294 propriedades foram certificadas pelo Certifica Minas Café, sendo que a meta é certificar 1.500 propriedades até 2011. Além de ser o único programa público de certificação disponível para os cafeicultores da Região de Montanha de Minas Gerais, o Certifica Minas Café diferencia-se dos demais pelo custo acessível da certificação, que varia de R\$ 70,00 (para pequenas propriedades) até R\$ 700,00.

3. METODOLOGIA

Três métodos foram utilizados no presente trabalho com vistas a obter os resultados: i) análise envoltória de dados; ii) regressão quantílica; e, iii) *propensity score matching*.

3.1. Análise da eficiência técnica

A análise envoltória de dados (DEA) é uma técnica não-paramétrica que envolve programação matemática, mais especificamente programação linear, utilizada para avaliar eficiências relativas de um conjunto de unidades produtivas (DMU³) semelhantes, a partir da fronteira de produção construída com base nos dados de insumos e produtos dessas DMUs.

Segundo Marinho (2001), as principais características da DEA são: i) uma única medida de eficiência caracteriza cada unidade como eficiente ou ineficiente; ii) não julga em princípio os valores das ponderações de insumos e produtos que conduziriam as unidades ao melhor nível de eficiência possível; iii) não exige, necessariamente, a existência de sistemas de preços; iv)

³Decision making unit (unidade tomadora de decisão) – termo comumente utilizado na DEA para denominar a firma ou unidade de produção.

dispensa pré-especificações de funções de produção subjacentes; v) considera sistemas de preferências de avaliadores e de gestores; vi) baseia-se em observações individuais e não em valores médios; vii) permite a incorporação de insumos e de produtos avaliados em diferentes unidades de medidas; viii) possibilita a verificação de valores ótimos de produção e de consumo respeitando restrições de factibilidade; ix) permite a observação de unidades eficientes de referência para aquelas que forem assinaladas como ineficientes; x) produz resultados alocativos eficientes no sentido de Pareto.

Nos modelos DEA, o escore de eficiência é dado pela distância de cada DMU até a fronteira de produção estimada, sendo considerada eficiente a firma que se encontra sobre a fronteira e ineficiente aquela localizada abaixo da mesma.

No presente trabalho foram utilizadas medidas de eficiência técnica sob pressuposição de retornos constantes (modelo CCR)⁴ e de retornos variáveis à escala (modelo BCC)⁵ com orientação insumo, cujo resultado indica a proporção de insumo a ser reduzida, sem que haja redução no produto.

Segundo Coelli, Rao e Battese (1998), o modelo de programação linear considerando pressuposição de retornos constantes à escala e orientação insumo é o seguinte, considerando que haja k insumos x e m produtos y para cada uma das n DMUs:

$$\begin{aligned}
 & \text{MIN}_{\theta, \lambda} \theta, \\
 & \text{sujeito a} \\
 & \quad - y_i + Y\lambda \geq 0, \\
 & \quad \theta x_i - X\lambda \geq 0, \\
 & \quad \lambda \geq 0,
 \end{aligned} \tag{1}$$

em que θ é um escalar que mede a eficiência da i -ésima DMU; λ é um vetor ($n \times 1$) de pesos; y_i é um vetor ($m \times 1$) de produto da i -ésima DMU; x_i é um vetor

⁴ Conhecido na literatura como modelo CCR, em razão das iniciais dos nomes dos autores: Charnes, Cooper e Rhodes – Charnes, Cooper e Rhodes (1978).

⁵ Conhecido na literatura como modelo BCC, devido às iniciais dos nomes dos autores: Banker, Charnes e Cooper – Banker, Charnes e Cooper (1984).

$(K \times 1)$ de insumo da i -ésima DMU; Y é uma matriz de produto $(n \times m)$ para n DMUs; X é uma matriz de insumo $(n \times k)$ para n DMUs.

O escore de eficiência θ varia de zero a um. Quando θ é um, a DMU é eficiente. Com base nesse parâmetro λ , uma unidade será eficiente quando todos os valores de λ forem zero. Para uma DMU ineficiente, os valores de λ serão os pesos utilizados na combinação linear das DMUs *benchmarks*. Ou seja, para cada unidade ineficiente existe ao menos uma eficiente, que fornecerá os pesos a serem utilizados na DMU virtual da unidade ineficiente.

A pressuposição de retornos constantes é apropriada apenas quando todas as DMUs operam em escala ótima de produção. Caso isso não ocorra, os escores de eficiência técnica obtidos podem ser confundidos com eficiência de escala. O modelo de retornos variáveis à escala (BCC) permite o cálculo de eficiência técnica livre dos efeitos de escala, sendo, por isso, chamada de eficiência técnica pura.

O modelo BCC é obtido pela introdução de uma restrição de convexidade ao modelo CCR de modo a formar uma superfície convexa de planos em interseção, que envolve os dados de forma mais compacta do que a superfície formada pelo modelo com retornos constantes (COELLI; RAO; BATTESE, 1998). Matematicamente, o modelo BCC é representado por:

$$\begin{aligned} \text{MIN}_{\theta, \lambda} \quad & \theta, \\ \text{sujeito a:} \quad & \\ & -y_i + Y\lambda \geq 0, \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0, \\ & N_1' \lambda = 1, \\ & \lambda \geq 0, \end{aligned} \tag{2}$$

em que N_1 é um vetor $(n \times 1)$ de algarismos unitários $(1, \dots, 1)$.

Devido à superfície convexa gerada, os valores obtidos para eficiência técnica, com a pressuposição de retornos variáveis, são maiores do que os obtidos com retornos constantes. A DMU eficiente no modelo CCR,

necessariamente também será no modelo BCC, já que a medida de eficiência técnica, obtida no modelo com retornos constantes, é composta pela medida de eficiência técnica no modelo com retornos variáveis e pela medida de eficiência de escala.

A diferença entre os valores de θ encontrados pelos modelos CCR e BBC confirmam a existência de ineficiência de escala, indicando que o retorno à escala é variável – crescente ou decrescente (FÄRE; GROSSKOPF, 1994). A eficiência de escala pode ser obtida pela razão dos escores das eficiências com retornos constantes e variáveis:

$$\theta_S = \frac{\theta_{RC}(X_K, Y_K)}{\theta_{RV}(X_K, Y_K)} \quad (3)$$

em que θ_S é a eficiência de escala; $\theta_{RC}(X_K, Y_K)$, a eficiência técnica no modelo CCR; $\theta_{RV}(X_K, Y_K)$, a eficiência técnica no modelo BCC.

Entretanto, conforme apontado por Coelli, Rao e Battese (1998), esse modelo não é capaz de identificar se a DMU está operando na região de retornos crescentes ou decrescentes. Por meio dele é possível apenas afirmar que a firma opera com retornos constantes à escala, quando a eficiência de escala for igual a um. A solução desse problema vem pela reformulação do modelo (2), com a substituição da restrição de convexidade desse modelo ($N_1 \cdot \lambda = 1$), pela restrição de retornos não-crescentes ($N_1 \cdot \lambda \leq 1$) ou não-decrescentes ($N_1 \cdot \lambda \geq 1$). Assim, neste estudo, os seguintes modelos também foram utilizados:

Retornos não-crescentes

$\text{MIN}_{\theta, \lambda} \theta,$

sujeito a:

$$- y_i + Y\lambda \geq 0,$$

$$\theta x_i - X\lambda \geq 0, \quad (4)$$

$$N_1 \cdot \lambda \leq 1,$$

$$\lambda \geq 0,$$

Retornos não-decrescentes

$\text{MIN}_{\theta, \lambda} \theta,$

sujeito a:

$$- y_i + Y\lambda \geq 0,$$

$$\theta x_i - X\lambda \geq 0, \quad (5)$$

$$N_1 \cdot \lambda \geq 1,$$

$$\lambda \geq 0,$$

Andersen e Petersen (1993) propuseram o modelo de supereficiência, que possibilita que os escores das DMUs eficientes assumam valores de 1 a infinito, ao mesmo tempo em que mantém os escores das firmas ineficientes inalterados em relação ao modelo de eficiência “padrão”. A estimação do modelo de supereficiência se dá por meio da remoção da DMU em análise da restrição do modelo. Desta forma, os escores de eficiência para a DMU i , aplicado ao modelo BCC de orientação insumo, são dados por:

$$\begin{aligned}
 & \text{MIN}_{\theta, \lambda} \theta, \\
 & \text{sujeito a:} \\
 & \quad -y_i + Y\lambda \geq 0, \text{ exceto para } \lambda_i \\
 & \quad \theta x_i - X\lambda \geq 0, \text{ exceto para } \lambda_i \\
 & \quad N_1 \lambda = 1, \\
 & \quad \lambda \geq 0,
 \end{aligned} \tag{6}$$

O modelo DEA de supereficiência é preferível ao modelo de eficiência para a análise dos fatores associados à eficiência técnica das propriedades cafeeiras, pois, no último, a variável dependente (θ) não varia ($\theta = 1$), quando classificada como eficiente, mesmo diante de variáveis explicativas com valores distintos. Ao permitir que θ varie quando para propriedades eficientes, o modelo DEA de supereficiência contribui para o melhor ajustamento do modelo de análise dos fatores associados à eficiência.

Em função da heterogeneidade da amostra de propriedades utilizada para a análise de eficiência técnica neste trabalho, especialmente no que se refere à área plantada com café, torna-se importante verificar se todas as propriedades (pequenas, médias e grandes) podem ser consideradas conjuntamente numa mesma fronteira de produção. Para isso, utiliza-se o teste de Mann-Whitney, que testa a hipótese nula de igualdade entre as fronteiras de produção dos diferentes tipos de propriedades, utilizado por Marinho e Façanha (2001).

Segundo Marinho (1996), são quatro os procedimentos necessários para a operacionalização do teste:

P1 – dividir a amostra total em dois subconjuntos, de acordo com o interesse da pesquisa. Executa-se a DEA nos dois grupos separadamente. Neste trabalho, o critério para divisão dos grupos foi a área plantada de café;

P2 – corrigir as ineficiências em cada um dos grupos isoladamente;

P3 – executar a DEA para o conjunto formado pela união dos dois grupos “corrigidos”; e

P4 – aplicar o teste estatístico não-paramétrico aos escores de eficiência obtidos em P3, para testar a hipótese nula de igualdade estatística entre os grupos definidos em P1.

3.2. Fatores associados à eficiência técnica

A regressão quantílica, desenvolvida por Koenker e Bassett (1978), foi o método utilizado neste trabalho para analisar a associação existente entre a eficiência técnica das propriedades cafeeiras da Região de Montanha de Minas Gerais com um grupo de variáveis explicativas, dentre elas a certificação, nos diferentes pontos da função de distribuição condicional.

Esse é um método estatístico que gera regressões para cada um dos quantis da distribuição condicional associada ao modelo, permitindo, assim, uma visualização mais completa dos efeitos das variáveis explicativas sobre a dependente. Para isso, a técnica parte de uma generalização do conceito de regressão por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) (KOENKER; HALLOCK, 2001).

O método de regressão quantílica apresenta uma série de vantagens frente aos modelos usuais de MQO. Segundo Deaton (1995), uma das vantagens é que ela permite captar alterações nos coeficientes das variáveis explicativas ao longo dos diversos quantis, enquanto os métodos baseados em MQO estimam apenas o valor médio da distribuição condicional da variável

dependente. Isso faz com que a regressão quantílica seja mais informativa a respeito da relação existente entre as variáveis explicativas e a variável dependente do modelo (MISSIO; JAYME JÚNIOR; OLIVEIRA, 2009).

Segundo Koenker e Bassett (1978), Missio, Jayme Júnior e Oliveira (2009) e Silva e Porto Junior (2006), entre as vantagens intrínsecas à regressão quantílica sobre os MOQ estão:

- i) O método permite a caracterização completa da distribuição condicional da variável dependente, a partir de um conjunto de variáveis explicativas;
- ii) Resultados diferentes de determinada variável explicativa em quantis distintos podem ser interpretados como diferenças na resposta da variável dependente a mudanças nos regressores em vários pontos na distribuição condicional da variável dependente;
- iii) A regressão quantílica não requer a pressuposição de erros homocedásticos, o que permite a estimação de parâmetros mais robustos quando a distribuição do termo de erro for heterocedástica e, ou não-Gaussiana;
- iv) A regressão quantílica é um estimador mais robusto, pois não sofre grande influência de valores extremos (*outliers*) da variável dependente;
- v) A regressão quantílica possui uma representação de programação linear, que facilita a estimação dos parâmetros.

Segundo Silva e Porto Junior (2006), a regressão quantílica pode ser vista como uma extensão natural dos quantis amostrais para o caso de um modelo linear, dado por:

$$y_i^* = x_i' \beta + \varepsilon_i, \quad (7)$$

em que, no presente trabalho, y_i^* , representa o nível de supereficiência da i -ésima propriedade cafeeira; x_i , a matriz de variáveis explicativas para cada i -ésima propriedade; β , a matriz dos coeficientes desconhecidos da regressão quantílica; e ε_i o termo de erro aleatório.

De acordo com Santos e Ribeiro (2006), o método de regressão quantílica consiste numa generalização do modelo de regressão de Mínimos Desvios Absolutos (MDA), no qual é possível estimar a mediana da distribuição da variável dependente condicionada ao valor de suas covariáveis. Por isso, a variável dependente aleatória pode ser caracterizada por uma função de distribuição, dada por:

$$F(y) = P(Y \leq y) \quad (8)$$

Para qualquer quantil τ , entre zero e um, tem-se a função quantil condicional, representada por:

$$Q_\tau(Y_i: X_i) = X_i' \beta_\tau, \quad (9)$$

em que $Q_\tau(y_i: X_i)$ representa o τ -ésimo quantil da supereficiência condicionada ao vetor de regressores, cujos parâmetros são obtidos pela solução do seguinte problema de minimização (SILVA; PORTO JUNIOR, 2006):

$$\begin{aligned} \min_{\beta \in \mathbb{R}} n^{-1} \left\{ \sum_{i \in \{i: y_i \geq x_i \beta\}} \tau |y_i - x_i \beta| + \sum_{i \in \{i: y_i < x_i \beta\}} (1 - \tau) |y_i - x_i \beta| \right\} = \\ \min n^{-1} \sum_{i=1}^n \rho_\tau(y_i - x_i \beta) \end{aligned} \quad (10)$$

em que ρ é a função de erro, denominada função “check”, definida por:

$$\rho_\tau(u) = \begin{cases} \tau u, & u \geq 0 \\ (\tau - 1)u & u < 0 \end{cases} \quad (11)$$

A função ρ_τ multiplica os resíduos por $(\tau - 1)$, se eles forem negativos e por τ , caso contrário, fazendo com que sejam tratados assimetricamente.

A interpretação dos coeficientes da regressão quantílica se dá mediante o cálculo de derivadas parciais do quantil condicional para cada variável explicativa obtida pela forma usual (CAMERON; TRIVEDI, 2009; HAO; NAIMAN, 2007):

$$\frac{dQ_\tau(y|x)}{dx_j} = \beta_{\tau j}, \quad (12)$$

A regressão quantílica considera que as variáveis explicativas apresentam efeitos distintos entre os quantis da variável dependente. Entretanto, é necessário verificar se essa pressuposição é estatisticamente significativa para as variáveis consideradas no modelo. O teste de Wald tem a finalidade de testar a hipótese de igualdade entre pares de coeficientes em cada quantil, p e q , $(\hat{\beta}_j^{(p)}$ e $\hat{\beta}_j^{(q)})$ por meio da estatística de Wald (HAO; NAIMAN, 2007):

$$Wald = \frac{(\hat{\beta}_j^{(p)} - \hat{\beta}_j^{(q)})^2}{\hat{\sigma}_{\hat{\beta}_j^{(p)} - \hat{\beta}_j^{(q)}}^2} \quad (13)$$

em que, $\hat{\sigma}_{\hat{\beta}_j^{(p)} - \hat{\beta}_j^{(q)}}^2$ é a variância estimada para a diferença $\hat{\beta}_j^{(p)} - \hat{\beta}_j^{(q)}$, dada por:

$$Var(\hat{\beta}_j^{(p)} - \hat{\beta}_j^{(q)}) = Var(\hat{\beta}_j^{(p)}) + Var(\hat{\beta}_j^{(q)}) - 2Cov(\hat{\beta}_j^{(p)}, \hat{\beta}_j^{(q)}) \quad (14)$$

A estatística de Wald segue distribuição χ^2 com q graus de liberdade, sendo q o número de hipóteses testadas conjuntamente, ou distribuição F, com q graus de liberdade no numerador e d graus de liberdade no denominador, dada por (CAMERON; TRIVEDI, 2009):

$$F = \frac{1}{q} W \quad (15)$$

3.3. Impactos da certificação

O método de *matching* ou pareamento é uma técnica aplicável em todas as situações onde exista um grupo de indivíduos tratados e outro de não tratados (também denominado grupo de controle). O primeiro compreende indivíduos que dispõem de determinado tratamento, neste caso a certificação. Já o grupo de controle é aquele no qual os indivíduos possuem características semelhantes aos tratados, mas não recebem o tratamento em questão.

No presente estudo tem-se a seguinte situação: uma propriedade cafeeira i e determinada variável de interesse Y (eficiência, despesas ou quantidade/tipo de café produzido). Para isso, faz-se uso de uma *dummy* D cujos valores serão $D=1$, para as propriedades que forem certificadas e $D=0$, caso contrário. Y_{1i}^{cert} e Y_{0i}^{ncert} são os valores da variável de interesse das propriedades certificadas e não certificadas, respectivamente. O impacto da certificação sobre a variável de interesse é dado por:

$$\Delta_i = Y_{1i}^{cert} - Y_{0i}^{ncert} \quad (16)$$

O impacto médio da certificação sobre toda a amostra seria dado por:

$$\Delta_i = E(Y_{1i}^{cert} - Y_{0i}^{ncert} | D = 1) \quad (17)$$

A equação anterior é conhecida como ATT (*Average Treatment Effect on the Treated*) ou efeito médio do tratamento sobre o tratado. Ou seja:

$$\Delta_{ATT} = E(\Delta | D = 1) = E(Y_{1i}^{cert} | D = 1) - E(Y_{0i}^{ncert} | D = 1) \quad (18)$$

Entretanto, o termo $E(Y_{0i}^{ncert}|D = 1)$ não é observável, uma vez que, num período de tempo determinado, a propriedade será certificada ou não certificada, jamais estará simultaneamente nas duas situações. Assim, é preciso obter um termo substituto a este. Contudo, Tavares (2010) ressalta que, o fato de existirem características que determinam a participação no tratamento, em questão, e que afetam as decisões acerca da variável de interesse analisada, torna inviável supor que $E(Y_{0i}^{ncert}|D = 1) = E(Y_{0i}^{ncert}|D = 0)$. Ou seja, não é correto simplesmente comparar propriedades certificadas com outras não certificadas.

Diante disso, a fim de evitar viés de seleção, decorrente de diferenças entre características observáveis e não observáveis entre as propriedades certificadas e as não-certificadas, supõe-se a existência de um vetor de características observáveis X , aplicável a ambas, mediante o qual as propriedades terão a mesma probabilidade de integrar o grupo de tratamento ou o grupo controle (FRANÇA; GONÇALVES, 2010). Essa é a hipótese de independência condicional:

$$(Y_{1i}^{cert}, Y_{0i}^{ncert} \perp D|X) \tag{19}$$

em que \perp indica independência.

Essa hipótese implica que a seleção das propriedades baseia-se apenas em características observáveis, ou seja, que a única diferença potencial entre os dois grupos de propriedades é a participação em determinado programa de certificação e que os resultados potenciais são observados simultaneamente pelo pesquisador. Apesar de ser uma hipótese forte, este trabalho a assume como verdadeira.

Há uma limitação para a seleção do grupo de tratamento e de controle baseada no vetor de características observáveis X , denominada problema de multidimensionalidade. Segundo França e Gonçalves (2010), esse problema é caracterizado pela diminuição da probabilidade de encontrar, no grupo de

controle, indivíduos que sejam extremamente similares aos do grupo de tratamento, à medida que o número de variáveis aumenta.

Rosenbaum e Rubin (1983) desenvolveram um método de pareamento que contorna o problema da multidimensionalidade, por se basear, não no vetor de características observáveis (X) para efetuar o pareamento, mas na probabilidade de participação no tratamento, em questão, determinada pelas variáveis X_i ($P(X)$). Daí decorre o nome da técnica: Propensity Score Matching (PSM), por se tratar de um método de pareamento baseado no escore de propensão.

Segundo Tavares (2010), o PSM permite encontrar amostras de não tratados (propriedades cafeeiras não certificadas), semelhantes em termos de características observáveis (X) do grupo de tratados (propriedades certificadas), a partir de grupos de controle selecionados.

Rosenbaum e Rubin (1983) mostraram que as propriedades estatísticas do resultado para a variável de interesse, Y , em relação a D e X , continuam válidas quando, ao invés de X , considera-se $P(X)$. Ou seja, a hipótese de independência condicional passa a ser relacionada ao escore de propensão $P(X)$:

$$(Y_{1i}^{cert}, Y_{0i}^{ncert} \perp D | X, \text{então } (Y_{1i}^{cert}, Y_{0i}^{ncert} \perp D) | P(X), \text{ onde } P(X) = P(D = 1 | X) \quad (20)$$

Além dessa hipótese, o PSM requer a chamada suposição de suporte comum. Segundo França e Gonçalves (2010) e Nunes e Fernandes (2008) essa suposição serve para garantir o conteúdo empírico do efeito médio do tratamento, já que assegura que ambos os grupos, tratamento e controle, possuirão toda característica X_i que se deseja comparar:

$$0 < P(X) = P(D = 1 | X) < 1 \quad (21)$$

O PSM soluciona dois componentes de viés. O primeiro, devido à falta de suporte comum, é eliminado por meio da imposição da região de suporte comum para o pareamento. O segundo, devido o viés das características observáveis, é resolvido através do pareamento cuidadoso baseado nas características observáveis. Entretanto, o método apenas ameniza o viés decorrente das diferenças nas características não-observáveis. A redução desse viés depende da qualidade do controle das variáveis mediante as quais o escore de propensão é calculado e o pareamento é realizado (BECKER; ICHINO, 2002; HECKMAN; ICHIMURA; TODD, 1997; RESENDE; OLIVEIRA, 2008).

O efeito médio do tratamento sobre o tratado (ATT), que neste caso indica o efeito da certificação sobre as variáveis de interesse, é dado pela seguinte equação:

$$ATT = E\{E[Y_{1i}^{cert}|D = 1, P(X)] - E[Y_{0i}^{ncert}|D = 0, P(X)]|D = 1\} \quad (22)$$

O primeiro termo da igualdade é obtido por meio das propriedades certificadas e o segundo por intermédio do resultado médio do grupo de comparação pareado, dado pelo escore de propensão ($P(X)$). Contudo, segundo Becker e Ichino (2002), a estimativa de $P(X)$ não é suficiente para calcular o ATT pela equação anterior, pois a probabilidade de encontrar duas propriedades com o mesmo valor do escore de propensão é zero, a princípio, já que $P(X)$ é uma variável contínua. Para superar esse problema, a literatura conta com diversos métodos de pareamento, sendo que este trabalho optou pelo Kernel Matching.

Segundo Nunes e Fernandes (2008), cada método compreende a definição de um critério de proximidade e a seleção de uma função de ponderação adequada, utilizada para associar os indivíduos do grupo de comparação a cada um dos indivíduos do grupo de tratados.

A escolha pelo método de Kernel Matching foi baseada no fato dele superar o problema, inerente a outros métodos, do viés resultante da estimação

que desconsidera a diferença entre o valor do escore de propensão das unidades de tratamento e de controle. No Kernel Matching, todos os tratados são pareados com a média ponderada de todos os indivíduos do grupo controle, com pesos inversamente proporcionais à distância entre o escore de propensão dos indivíduos de tratamento e de controle. O ATT pelo Kernel Matching (T^K) é dado por:

$$T^K = \frac{1}{N^{cert}} \sum_{i \in cert} \left[Y_i^{cert} - \frac{\sum_{j \in C(i)} Y_j^{ncert} G\left(\frac{p_j - p_i}{h_n}\right)}{\sum_{k \in C(i)} G\left(\frac{p_k - p_i}{h_n}\right)} \right] \quad (23)$$

em que i refere-se aos indivíduos do grupo de tratamento e j aos do grupo controle; N^{cert} é o número de propriedades do grupo de tratamento; Y_i^{cert} e Y_j^{ncert} são as variáveis de interesse observadas para as propriedades do grupo de tratamento e de controle, respectivamente; p é o escore de propensão; $C(i) = \min \| p_i - p_j \|$ refere-se ao conjunto de indivíduos de controle pareados com os indivíduos tratados; $G(\cdot)$ é a função kernel; e h_n é o parâmetro de *bandwidth*.

Bryson, Dorset e Purdon (2002) ressalta que, devido às complexidades do PSM, o cálculo das estimativas dos erros padrão requer métodos computacionais intensivos de replicação, como o *bootstrapping*.

O método de limites de Rosenbaum (ROSENBAUM, 2002) é utilizado para medir a magnitude do viés de seleção devido a influência de variáveis não-observáveis no modelo. Esse método é uma espécie de teste de robustez dos resultados à presença de viés devido a uma co-variável omitida (RESENDE; OLIVEIRA, 2008).

A metodologia do limite de Rosenbaum parte da estimativa do ATT obtida, baseada na hipótese de independência condicional. Em seguida, supõe-se a existência de uma variável omitida Z , que influencia a probabilidade de participação no tratamento, ou seja, a probabilidade de $D=1$, condicional em X . Conforme o impacto potencial de Z sobre D eleva-se, o intervalo de confiança dos efeitos estimados é ampliado e o nível de significância do teste

da hipótese nula, de que não há efeito de D sobre Z, aumenta, ou seja, eleva-se o p-valor (DIPRETE; GANGL, 2004 *apud* RESENDE; OLIVEIRA, 2008).

3.4. Fonte e descrição de dados

Os dados utilizados neste estudo provieram dos questionários levantados entre cafeicultores de Minas Gerais, que deram origem ao estudo “Caracterização da cafeicultura de montanha de Minas Gerais” (INAES, 2010). Técnicos da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER-MG) aplicaram questionários em 1026 propriedades cafeeiras de tamanhos diferentes, selecionadas de maneira aleatória e distribuídas proporcionalmente em 161 municípios, do Sul/Sudoeste de Minas, Zona da Mata e Vale do Rio Doce, cobrindo assim toda a Região de Cafeicultura de Montanha de Minas Gerais. Após a adequação dos dados aos objetivos do estudo, obteve-se uma amostra composta por 660 propriedades cafeeiras, utilizada nas análises aqui desenvolvidas.

3.4.1. Descrição das variáveis utilizadas nas análises

A Tabela 6 descreve as variáveis utilizadas nos modelos elaborados no presente estudo, por meio de três métodos: DEA – análise envoltória de dados; RQ – regressão quantílica; e PSM – *propensity score matching*.

Tabela 6 – Variáveis utilizadas nos modelos desenvolvidos neste trabalho

Variável	Descrição	Unidade de medida	Método
Area	Área média plantada com café dos anos de 2007 e 2008. Representa o fator terra.	Hectare (ha)	DEA e PSM
Prod	Produção média de café dos anos de 2007 e 2008 em sacas de 60 kg. Optou-se pela média, de forma a evitar o viés oriundo da bialidade típica da cafeicultura.	Sacas (60 kg)	DEA e PSM
P_rio	Produção média de café bebida rio (pior qualidade) das safras de 2007 e 2008.	Sacas (60 kg)	PSM
P_drio	Produção média de café bebida dura riada das safras de 2007 e 2008.	Sacas (60 kg)	PSM
P_dura	Produção média de café bebida dura das safras de 2007 e 2008.	Sacas (60 kg)	PSM
P_mole	Produção média de café bebida mole das safras de 2007 e 2008.	Sacas (60 kg)	PSM
Insumos	Gastos, em R\$, com insumos – mão-de-obra (serviços gerais, colheita e pós-colheita), defensivos e fertilizantes.	R\$	DEA e PSM
Mdo	Despesa, em R\$, com mão-de-obra (serviços gerais, excetuando-se colheita e pós-colheita) na última safra.	R\$	PSM
Ins	Despesa, em R\$, com fertilizantes e defensivos na última safra.	R\$	PSM
Col	Despesa, em R\$, com colheita e pós-colheita na última safra.	R\$	PSM
Maq ⁶	Refere-se a um índice de máquinas construído pela técnica de análise fatorial a partir do tipo e quantidade de máquinas e equipamentos existentes nas propriedades.	0 a 100	DEA
Efic ⁷	Escore da eficiência técnica de cada propriedade da amostra, calculado pelo modelo DEA, com orientação insumo e pressuposição de retornos variáveis.	%	RQ e PSM
Cert	<i>Dummy</i> representativa da presença (1) ou não (0) de certificação na propriedade.	0 ou 1	RQ e PSM
Reg	Região onde está localizada a propriedade. Recebe valor igual a 1 se está no Sul de Minas e 0, caso esteja na Zona da Mata ou no Vale do Rio Doce.	0 ou 1	RQ e PSM
Altit	Dada pela altitude, em metros, da área onde se localiza a propriedade. É utilizada como uma proxy da qualidade do café produzido (FIGUEROA et al., 2000; WOLLNI; ZELLER, 2007).	Metro (m)	RQ e PSM

⁶ A descrição detalhada a respeito da construção dessa variável consta no Apêndice A.

⁷ Fez-se uso do escore de supereficiência ($\theta > 0$) nos modelos de RQ e do escore de eficiência ($0 > \theta > 1$) nos modelos de PSM.

Tabela 6, continuação

Variável	Descrição	Unidade de medida	Método
Prodv	Produtividade da terra, obtida pela razão da produção média das safras de 2007 e 2008 e a média das áreas plantadas nesses anos.	Sacas/Ha	RQ e PSM
Id40-60	<i>Dummy</i> que representa os cafeicultores com idade de 40 a 60 anos. Recebe valor 1, no caso de o produtor ter idade de 40 a 60 anos e 0, caso contrário.	0 ou 1	RQ e PSM
Id60	<i>Dummy</i> que representa os cafeicultores com idade superior a 60 anos. Recebe valor 1, no caso de o produtor ter idade superior a 60 anos e 0, caso contrário.	0 ou 1	RQ e PSM
Coop	<i>Dummy</i> que representa a participação dos produtores em cooperativas de cafeicultores. Assume valor 1, se o produtor participa de cooperativa e 0, caso contrário.	0 ou 1	RQ e PSM
Atext	<i>Proxy</i> da dependência do produtor à cafeicultura. Recebe valor 1 se o produtor possui outra atividade econômica além da cafeicultura e 0, caso contrário.	0 ou 1	RQ e PSM
Fund	<i>Dummy</i> representativa da escolaridade dos cafeicultores que cursaram no máximo o ensino fundamental. Recebe valor 1, caso o cafeicultor esteja nessa categoria e 0, caso contrário.	0 ou 1	PSM
Med	<i>Dummy</i> representativa da escolaridade dos cafeicultores que cursaram até o ensino médio. Recebe valor 1, caso o cafeicultor esteja nessa categoria e 0, caso contrário.	0 ou 1	RQ e PSM
Super	<i>Dummy</i> representativa da escolaridade dos cafeicultores que cursaram até o ensino superior. Recebe valor 1, caso o cafeicultor esteja nessa categoria e 0, caso contrário.	0 ou 1	RQ
Mbcaf	Variável binária que assume valor igual a 1, se a margem bruta da cafeicultura era superior a cinco salários mínimos na época em que o levantamento foi feito e 0, caso contrário.	0 ou 1	RQ
Astec	Variável binária que recebe valor 1, em caso de o produtor receber assistência técnica e 0, caso contrário.	0 ou 1	RQ
Inter	Representada pela exportação de parte da produção. Recebe valor 1, no caso de o produtor comercializar pelo menos uma parte da produção no mercado internacional e 0, caso contrário.	0 ou 1	RQ e PSM
Mata	Dada pela relação entre matas protegidas e a área da propriedade.	%	RQ e PSM
Legamb	Variável binária que assume valor 1 se o produtor tem conhecimento de pelo menos parte da legislação ambiental no que se refere à cafeicultura e 0, caso contrário.	0 ou 1	RQ

Tabela 6, continuação

Variável	Descrição	Unidade de medida	Método
Ctrl	<i>Dummie</i> que representa o controle de custos da atividade cafeeira. Recebe valor igual a 1 se o produtor realiza controle de custo e 0, caso contrário.	0 ou 1	RQ e PSM
Expec	Variável binária referente à expectativa do cafeicultor em relação à atividade cafeeira. Recebe valor 1, caso o produtor tenha declarado que pretende manter ou aumentar o cultivo e 0, caso contrário.	0 ou 1	PSM
Licamb	Variável binária que assume valor 1 se o produtor possui licenciamento ambiental e 0, caso contrário.	0 ou 1	PSM
Comp	<i>Dummie</i> que assume valor 1 se o produtor utiliza o computador como ferramenta de gestão da propriedade e 0, caso contrário.	0 ou 1	PSM

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em INAES (2010).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção está subdividida em quatro subseções. A primeira apresenta a estatística descritiva das variáveis utilizadas nas análises desenvolvidas. Na segunda, são apresentados os resultados da análise de eficiência técnica das propriedades cafeeiras da Região de Montanha de Minas Gerais. Em seguida, é feita uma análise dos fatores associados à eficiência técnica encontrada, com destaque para a certificação. Na última subseção são apresentados os resultados da análise de impacto da certificação sobre a eficiência técnica, os gastos com insumos e a quantidade e qualidade do café produzido.

4.1. Caracterização da amostra

Dos produtores considerados na amostra, aproximadamente, 91% não dispunham de nenhum tipo de certificação, ao passo que cerca de 9% possuíam pelo menos uma, sendo que, do total de propriedades, 71,7% estavam localizadas no Sul de Minas. A altitude média das propriedades foi de 877,46 metros, com amplitude de 325 a 1442 metros. A área média dedicada à cafeicultura nos anos de 2007 e 2008 foi de 34,62 hectares (ha), variando de 1 a 500 ha. Em média, a produtividade das lavouras era de 29,7 sacas de 60 kg

por hectare (sc/ha), indo de quatro a 99 sc/ha, no caso de sistemas superdensados.

Tabela 7 – Estatística descritiva das variáveis utilizadas nas análises

Variável	Unidade de medida	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Cert	0 ou 1	0,0894	0,2855	0	1
Reg	0 ou 1	0,7167	0,4510	0	1
Altit	Metros	877,4576	148,8779	325	1442
Área	Hectare	34,6153	47,2697	1	500
Prodv	sacas/hectare	29,6682	12,5043	4	99
Expec	0 ou 1	0,6045	0,4893	0	1
Id40	0 ou 1	0,1727	0,3783	0	1
Id4060	0 ou 1	0,6273	0,4839	0	1
Id60	0 ou 1	0,2000	0,4003	0	1
Fund	0 ou 1	0,5303	0,4995	0	1
Médio	0 ou 1	0,2212	0,4154	0	1
Sup	0 ou 1	0,2485	0,4325	0	1
Coop	0 ou 1	0,5439	0,4984	0	1
Atext	0 ou 1	0,5409	0,4987	0	1
Mbcafe	0 ou 1	0,4712	0,4995	0	1
Astec	0 ou 1	0,9106	0,2855	0	1
Inter	0 ou 1	0,0773	0,2672	0	1
Licamb	0 ou 1	0,3212	0,4673	0	1
Legamb	0 ou 1	0,7000	0,4586	0	1
Matare	%	12,16	12,41	0	91,02
ctrl_cust	0 ou 1	0,7818	0,4133	0	1
Comp	0 ou 1	0,3879	0,4876	0	1
Prod	Sacas	1.033,2330	1.593,0340	11	17.200
p_rio	Sacas	48,5909	129,1592	0	1.150
p_drrio	Sacas	74,1167	245,3403	0	3.500
p_dura	Sacas	775,8758	1.167,6340	0	12.900
p_mole	Sacas	134,7333	632,9594	0	7.680
Insumos	R\$/ano	187.572,10	309.270,70	0	4.116.000
Mdo	R\$/ano	40.293,32	80.157,51	0	1.116.000
Ins	R\$/ano	72.111,23	130.985,10	0	2.000.000
Colheita	R\$/ano	75.167,60	131.148,90	0	1.300.000
Maq	0 a 100	7,3962	6,7501	0,4257	70,3802

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em INAES (2010).

Entre os produtores da amostra 60,45% afirmaram ter expectativa de manter ou ampliar a área plantada de café nos próximos anos. No que diz respeito à idade média dos cafeicultores, a maioria deles (62,73%) está na faixa de 40 a 60 anos. Já com relação à escolaridade, a maior parte da amostra

é compreendida de cafeicultores que possuem, no máximo, o ensino fundamental completo (53,03%). Em seguida estão os produtores que frequentaram até o ensino superior (24,85%) e até o ensino médio (22,12%).

Em torno de 54,4% dos cafeicultores diziam-se filiados a alguma cooperativa. Um percentual bem próximo (54,09%) possuía outra atividade econômica, além da cafeicultura. A margem bruta da cafeicultura era superior a cinco salários mínimos em 47,12% das propriedades. Por volta de 91% dos produtores declararam ter acesso à assistência técnica e 7,7% ao mercado externo.

Entre as variáveis que buscaram captar efeitos relacionais ao meio ambiente, viu-se que 32,12% das propriedades cafeeiras dispunham de licenciamento ambiental, 70% dos cafeicultores alegavam conhecer a legislação ambiental relacionada à cafeicultura e a proporção média de mata reservada por área da propriedade foi de 12,16%.

O controle de custo era efetuado, em média, em 78,18% das propriedades e quase 39% utilizavam o computador como ferramenta de auxílio à gestão da atividade cafeeira.

A produção média de café foi de 1.033 sacas de 60 kg, variando fortemente de 11 a 17.200 sacas. A produção de café segmentada por qualidade apontou a maior média para o café tipo bebida dura, com média de 775 sacas. O café bebida rio, o de pior qualidade, apresentou média de produção de 48 sacas, enquanto a média de produção de café bebida mole foi de 134 sacas.

O gasto anual médio com insumos foi de R\$ 187.572,10, indo de nenhum gasto (zero) até R\$ 4.116.000, resultado daí o elevado valor médio. A média dos gastos com colheita foi a maior dentre as categorias de insumos, apresentando valor de R\$ 75.167,60, seguido dos gastos com fertilizantes e defensivos, R\$ 72.111,23, e de mão-de-obra, excetuando-se a colheita, que apresentou média de R\$ 40.293,32. A variável *Maq*, *proxy* do estoque de capital das propriedades, apresentou média de 7,40, variando de 0,43 a 70,38,

numa escala até 100. O baixo valor da média é um indício do baixo nível de mecanização, típico da cafeicultura de montanha.

4.2. Análise da eficiência técnica relativa

As propriedades consideradas no presente estudo foram segmentadas em três categorias, segundo a área média plantada de café nos anos de 2007 e 2008, conforme apresentado na Tabela 8. As propriedades com área até 20 ha foram denominadas de pequenas propriedades, as com área acima de 20 até 50 ha, médias propriedades, e as com área acima de 50 ha, grandes propriedades. Apesar de representarem pouco mais de 50% das propriedades, as pequenas respondiam apenas por cerca de 12% da produção total da amostra, enquanto as médias e as grandes eram responsáveis por 26% e 62% desse total, respectivamente.

Tabela 8 – Distribuição dos cafeicultores, por área plantada dos anos de 2007 e 2008 na região da cafeicultura de montanha de Minas Gerais

Propriedades	Número de cafeicultores	Participação (%)	Produção (%)
Pequenas (até 20 ha)	335	50.76%	12
Médias (de 20,5 a 50 ha)	187	28.33%	26
Grandes (acima de 50 ha)	138	20.91%	62
Total	660	100.00%	100

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em INAES (2010).

A decisão a respeito do número de fronteiras de produção que seria calculado, se uma, contendo todas as propriedades, ou uma para cada grupo de propriedades, pautou-se no teste de Mann-Whitney, com base nos dados resumidos na Tabela 9. Por ela, percebe-se que há uma discrepância entre os três grupos de propriedades, favorável às pequenas e desfavorável às grandes e, principalmente, às médias propriedades. Enquanto 68% das pequenas

propriedades foram eficientes, nos grupos das grandes e das médias, esse percentual foi de apenas 30% e 1%, respectivamente.

Tabela 9 – Resultado da aplicação do procedimento para aplicação do teste de Mann-Whitney

Propriedades	Número de propriedades	Eficiência média (%)	Desvio- Padrão	Eficiência Mínima	Eficiência Máxima (Número de casos)	Eficiência Máxima (% de casos)
Pequenas	335	0.94	0.11	0.53	228	68
Médias	187	0.58	0.22	0.16	2	1
Grandes	138	0.77	0.24	0.25	41	30

Fonte: Resultados da pesquisa.

O teste de Mann-Whitney rejeitou a hipótese nula de igualdade entre as fronteiras de produção dos diferentes tipos de propriedades (Tabela 10), indicando que a utilização de apenas uma fronteira de produção contendo todas as propriedades é desapropriada, já que a associação entre (in)eficiência e tamanho das propriedades não foi rejeitada pelo teste.

Tabela 10 – Resultados do teste de Mann-Whitney para os tipos de propriedades

Amostras	Prob(z)
Pequenas e Médias	0.0000
Pequenas e Grandes	0.0000
Médias e Grandes	0.0000

Fonte: Resultados da pesquisa. Nota: Ho refere-se à igualdade entre as fronteiras de produção das amostras.

O resultado do teste de Mann-Whitney apontou para a necessidade de se calcular três fronteiras de produção, uma para cada grupo de propriedade, para a realização da análise de eficiência técnica da cafeicultura de montanha de Minas Gerais. Os níveis de eficiência técnica das propriedades foram calculados a partir de modelos de DEA com orientação insumo, sob as pressuposições de retornos constantes, variáveis e não crescentes. Com as duas primeiras medidas foi possível calcular a eficiência de escala para cada

propriedade, dada pela razão da eficiência técnica com retornos constantes e a com retornos variáveis. A eficiência com retornos não crescentes foi utilizada para identificar o tipo de retorno no qual a propriedade opera, que varia entre crescente, constante e decrescente.

A Tabela 11 apresenta as estatísticas descritivas das fronteiras de produção calculadas para os três grupos de propriedades (pequenas, médias, grandes). Considerou-se eficiente, a propriedade que apresentou escore de eficiência maior ou igual a 0,90, seguindo orientação de Ferreira (2005). Segundo o autor, essa flexibilidade visa evitar o comprometimento da análise devido à presença de DMU's que se portam como *outliers*. Vale ressaltar que, por se tratar de fronteiras de produção distintas, não é apropriado efetuar comparações dos valores dos escores entre os diferentes tipos de propriedades.

Tabela 11 – Medidas de eficiência de acordo com a área plantada de café na Região de Montanha de Minas Gerais

Propriedades	Propriedades eficientes ($\theta \geq 0.90$)	Participação (%)	Medidas de eficiência			
			Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Pequenas						
Eficiência técnica (Retornos constantes)	11	3,28	0,36	0,20	0,04	1
Eficiência técnica (Retornos variáveis)	33	9,85	0,49	0,23	0,10	1
Eficiência de Escala	112	33,43	0,76	0,21	0,09	1
Médias						
Eficiência técnica (Retornos constantes)	11	5,88	0,52	0,20	0,10	1
Eficiência técnica (Retornos variáveis)	48	25,67	0,76	0,16	0,43	1
Eficiência de Escala	54	28,88	0,70	0,24	0,14	1
Grandes						
Eficiência técnica (Retornos constantes)	9	6,52	0,55	0,20	0,17	1
Eficiência técnica (Retornos variáveis)	32	23,19	0,74	0,18	0,36	1
Eficiência de Escala	63	45,65	0,76	0,24	0,23	1

Fonte: Resultados da pesquisa.

No grupo das pequenas propriedades, a eficiência técnica média com pressuposição de retornos constantes foi de 0,36, sendo que apenas 11 propriedades (2,58%) foram classificadas como eficientes ($\theta \geq 0,90$). Assim, é possível reduzir o uso de insumos nas demais propriedades em 64%, em média, sem que o nível de produção seja alterado.

Ao se considerar retornos variáveis, a eficiência técnica média das pequenas propriedades aumentou para 0,49, já que parte da ineficiência calculada no modelo de retornos constantes devia-se a ineficiências de escala e não à pura ineficiência técnica. Ainda assim, percebe-se que o nível de ineficiência continuou elevado, tendo apenas 9,85% das propriedades classificadas como tecnicamente eficientes. Por esse modelo, as demais propriedades podem reduzir a utilização de insumos em 51% e manter o mesmo nível de produção.

No que tange à eficiência de escala, o modelo apontou que 112 propriedades, 33,43% do total das pequenas, operavam em escala ótima de produção ou próximas a ela ($\theta \geq 0,90$). O escore médio da eficiência de escala nesse grupo foi de 0,76.

As médias propriedades apresentaram escores médios de eficiência de 0,52 e 0,76, com pressuposição de retornos constantes e variáveis, respectivamente. Logo, segundo os modelos, pode-se reduzir em 48% e 24% a utilização de insumos, a depender do tipo de retorno, sem que o nível de produção seja alterado. A eficiência de escala média desse grupo foi de 0,70, sendo que, cerca de 29% das propriedades do grupo operavam com eficiência de escala acima de 0,90.

Entre as grandes propriedades, o modelo indicou que é possível reduzir a utilização de insumos em 45% e 26%, com pressuposição de retornos constantes e variáveis, respectivamente. A eficiência de escala média das grandes propriedades foi de 0,76, sendo que dos 138 grandes produtores, 63 ou 45,65% operavam em escala ótima de produção ou próximos a esta.

Os resultados em todas as três fronteiras apresentaram níveis consideráveis de ineficiência técnica, especialmente, entre as propriedades de pequeno porte.

Outra importante análise dentro do contexto da eficiência técnica, diz respeito à identificação de qual a região da fronteira de produção em que a propriedade opera, cujos resultados estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 – Distribuição de propriedades de acordo com o tipo de retorno

Propriedades	Número de Produtores	Participação (%)
Pequenas		
Retornos crescentes	231	68,96
Retornos constantes	6	1,79
Retornos decrescentes	98	29,25
Médias		
Retornos crescentes	156	83,42
Retornos constantes	9	4,81
Retornos decrescentes	22	11,76
Grandes		
Retornos crescentes	101	73,19
Retornos constantes	5	3,62
Retornos decrescentes	32	23,19

Fonte: Resultados da pesquisa.

Cerca de 69% das pequenas propriedades operavam na região de retornos crescentes à escala. Entre as médias e grandes propriedades, esse percentual foi de 83,42% e 73,19%, respectivamente. Essa região é também chamada de escala “sub-ótima” de produção, pois o aumento da produção implica em ganhos de eficiência técnica.

Por outro lado, as propriedades localizadas na região de retornos decrescentes ampliam o nível de eficiência técnica por meio da redução da escala de produção e, por isso, essa região é chamada escala “supra-ótima” de produção. Foi no grupo das pequenas propriedades que se verificou a maior proporção de propriedades com esse tipo de retorno à escala – 29,25%. Nas médias e grandes propriedades o percentual foi de 11,76% e 23,19%, respectivamente.

Poucas propriedades foram identificadas na região de retornos constantes à escala, ou seja, em escala ótima de produção. As médias propriedades foram as que apresentaram maior participação nessa região – 4,81%.

Os resultados apresentados sugerem certa similaridade entre os três grupos de propriedades, no que diz respeito à posição das propriedades nas fronteiras de produção – predominância na região de retornos crescentes, seguida pela região de retornos decrescentes, além da baixa constatação de retornos constantes à escala.

4.3. Análise dos fatores associados à eficiência técnica

A análise dos fatores associados à eficiência técnica das propriedades cafeeiras da Região de Montanha de Minas Gerais foi efetuada por meio de regressões quantílicas, para os quantis 0,10; 0,50; e 0,90, a partir dos escores de supereficiência⁸ das propriedades, utilizando as variáveis explicativas descritas na seção de fonte e tratamento de dados. Os resultados dos fatores associados são apresentados para os três grupos de propriedades, segmentados de acordo com a área cultivada com café. Calculou-se uma regressão quantílica para cada grupo analisado e os resultados estão apresentados na Tabela 13.

⁸Conforme consta na metodologia, a opção por esse método se deu devido à maior variabilidade do escore de eficiência técnica, mais apropriada à análise da regressão quantílica.

Tabela 13 – Coeficientes das regressões quantílicas para os diferentes tipos de propriedades analisadas

Variáveis Explicativas	Coeficientes por quantil e tipo de propriedade								
	0,1			0,5			0,9		
	Peq	Med	Gra	Peq	Med	Gra	Peq	Med	Gra
Cert	5,080	1,733	-8,171	-2,785	-2,780	-11,309	-5,679	-10,716	51,814***
Reg	-0,705	-10,103***	-10,594	-3,386	-12,844*	-12,594	6,458	-7,991	-17,540**
Altit	-0,018**	-0,007	0,005	-0,008	0,010	0,008	-0,075***	-0,046***	0,010
Prodv	0,648***	0,563***	0,778***	0,930***	0,145	0,442*	1,480***	0,637***	0,181
Id40-60	-0,191	0,080	5,477	0,973	0,595	2,223	13,680***	-0,441	2,929
Id60	-1,697	1,468	-0,103	-1,594	-1,671	-5,319	-3,119	-1,571	-1,294
Coop	-0,163	3,537	-2,964	-1,278	2,653	-7,484	-11,604***	1,510	-33,442***
Atext	-1,396	1,192	-4,981	-2,896**	-0,579	-1,015	-12,014***	0,931	-10,433*
Medio	-3,849*	-5,600**	0,392	-3,564*	-5,647	-2,105	-12,648***	3,753	-1,262
Super	-4,448*	0,781	0,999	-1,563	-3,196	1,939	-2,509	4,135	-0,951
Mbcac	-0,786	-6,570***	2,553	-2,391	-10,732***	-5,726	-8,630**	-9,695**	10,161*
Astec	0,123	7,056**	3,162	0,839	-1,594	-5,346	-8,489	8,598	11,875
Inter	-2,751	-2,123	-2,435	3,981	-6,013	2,655	10,282	-8,655	-0,675
Mata	-4,812	10,808	8,835	9,543*	-3,162	13,870	3,160	4,494	88,644***
Legamb	0,479	3,177	2,180	-4,261***	-3,463	1,513	-9,392**	-0,512	10,474
Ctrl	-4,454**	-8,705***	-15,737	-5,838***	-0,587	-16,737	-3,655	-14,979***	2,209
Constante	31,821***	51,848***	44,375**	34,956***	85,616***	93,393***	119,291***	137,466***	94,793***

Fonte: Resultados da pesquisa. Nota: *** Significativo a 1%; ** Significativo a 5%; e * Significativo a 10%. Peq: Pequenas propriedades; Med: Médias propriedades; Gra: Grandes propriedades.

A hipótese nula de igualdade entre os quantis foi testada nas três regressões quantílicas pelo teste de Wald, apresentado na Tabela 14. Verificou-se que apenas seis variáveis no grupo das pequenas propriedades e duas, nos grupos das médias e das grandes, rejeitaram a hipótese nula de igualdade entre os quantis a, pelo menos, 10% de significância.

Tabela 14 – Resultados dos testes de Wald nos modelos estimados

Variável Explicativa	Prob(F)		
	Pequena	Média	Grande
Cert	0,0250**	0,2960	0,0001***
Reg	0,2597	0,9666	0,9663
Altit	0,0949*	0,1022	0,8067
Prodv	0,0000***	0,0018***	0,1582
Id40-60	0,0516*	0,8059	0,2443
Id60	0,9498	0,6209	0,9249
Coop	0,1415	0,9658	0,4555
Atext	0,4396	0,9844	0,6623
Médio	0,3701	0,7679	0,9742
Super	0,4219	0,4006	0,8346
Mbcac	0,5834	0,5848	0,0406**
Astec	0,1706	0,5503	0,5258
Inter	0,7215	0,6420	0,9048
Mata	0,2202	0,5989	0,2602
Legamb	0,0199**	0,4619	0,6297
Ctrl	0,0487**	0,0769*	0,3150

Fonte: Resultados da pesquisa. Nota: *** Significativo a 1%; ** Significativo a 5%; e *Significativo a 10%. Ho: Igualdade da variável considerada entre todos os quantis estimados

Apesar desse resultado, como o principal interesse do presente trabalho nessa análise foi comparar o comportamento das variáveis explicativas dentro de cada quantil por tipo de propriedade, os resultados do teste de Wald não invalidam os resultados das regressões quantílicas apresentados na Tabela 13 e, por isso, todos os coeficientes significativos foram interpretados. Tal análise constituiu-se na apresentação de hipóteses explicativas das relações/associações encontradas entre as variáveis.

No primeiro quantil, que reúne as propriedades cafeeiras menos eficientes, a variável Reg, que representa a região onde se localiza a

propriedade, foi apontada pelo modelo como um fator negativamente associado à eficiência técnica das médias propriedades. O modelo indicou que uma média propriedade desse quantil localizada na Região Sul de Minas tem sua eficiência técnica reduzida em 10,1 pontos percentuais. Uma provável explicação para esse resultado está relacionada ao maior uso de insumos nas propriedades do Sul de Minas, em comparação às da Zona da Mata, o que desfavorece a relação insumo/produto nas propriedades cafeeiras do Sul de Minas, fazendo com que ela seja negativamente associada à eficiência técnica da cafeicultura de montanha de Minas Gerais.

A altitude (*Altit*), *proxy* da qualidade do café, apresentou relação negativa significativa com a eficiência técnica das pequenas propriedades do quantil 0,1. Ou seja, quanto maior a altitude da lavoura, menos tecnicamente eficiente é a sua produção. O efeito marginal indica que cada metro a mais de altitude da lavoura, reduz o nível de eficiência em 0,018 pontos percentuais. Uma explicação para esse fato é que a produção de cafés de melhor qualidade exige tratamentos diferenciados, nem sempre tecnicamente eficientes. Além disso, a partir de certa altitude, sua elevação reduz a produtividade do café.

A produtividade da lavoura (*Prodv*) mostrou-se significativa e positiva em todos os grupos de propriedades do quantil 0,1. O efeito marginal médio dessa variável foi 0,648 pontos percentuais, nas pequenas propriedades, 0,563 nas médias e 0,778 nas grandes.

As próximas variáveis associadas à eficiência técnica do quantil 0,1 de forma significativa foram as referentes à escolaridade do produtor/dirigente da propriedade – *Medio* e *Super*. Ambas apresentaram relação negativa com a eficiência técnica, indicando que, possivelmente, o maior grau de instrução educacional pode implicar na existência de outras atividades profissionais, que podem prejudicar a condução da cafeicultura e, conseqüentemente, reduzir a eficiência técnica. Os efeitos marginais da variável *Medio*, que representa os produtores que frequentaram até o ensino médio, sobre a eficiência foram -3,849 e -5,6 pontos percentuais nos grupos das pequenas e médias propriedades desse quantil. Já a variável *Super*, que representa os produtores

com ensino superior, foi estatisticamente significativo apenas entre as pequenas propriedades, com efeito marginal de -4,448.

A variável representativa da margem bruta da cafeicultura acima de cinco salários mínimos por mês (Mbcaf) apresentou coeficiente negativo, significativo a 1%, no grupo das médias propriedades do quantil 0,1. O efeito marginal dessa variável no referido quantil indica que o cafeicultor com esse nível de renda tem sua eficiência reduzida em 6,57 pontos percentuais, em relação ao produtor desse mesmo quantil que possui renda abaixo de cinco salários mínimos por mês. A relação negativa encontrada dá a entender que o maior nível de renda dessas propriedades vem do uso excessivo de insumos, que apesar de gerar aumento da produção, desequilibra a relação insumo/produto, resultando em ineficiência.

Outra variável estatisticamente significativa nas médias propriedades do quantil de menor eficiência foi a que representa os serviços de assistência técnica (Astec). Os médios cafeicultores desse quantil que dispunham de assistência técnica tiveram, em média, a eficiência aumentada em 7,056 pontos percentuais, indicando que a assistência técnica tem obtido êxito no provimento de eficiência técnica nas médias propriedades cafeeiras desse quantil.

Por fim, contrariando a expectativa, verificou-se que o controle de custos (Ctrl) exerceu influência negativa sobre a eficiência técnica das pequenas e médias propriedades do quantil 0,1, com efeitos marginais de -4,454, -8,705, respectivamente. Ao que parece, o controle de custos pode levar a uma reorganização dos gastos com insumos, que altera a relação insumo/produto de forma inadequada, levando à redução da eficiência.

Os resultados do quantil intermediário de eficiência técnica apresentaram algumas semelhanças com o quantil 0,1, em termos de significância estatística e sinais dos coeficientes das variáveis explicativas.

Assim como no quantil anterior, a variável Reg (região onde a propriedade está localizada) foi significativa nas médias propriedades, porém com efeito marginal um pouco mais expressivo de -12,844. Já a produtividade

da lavoura (Prodv) manteve o sinal positivo, entretanto não foi estatisticamente significativa no grupo das médias propriedades. Entre as pequenas propriedades, o efeito marginal foi maior do que no quantil passado (0,93), porém reduziu no grupo das grandes propriedades (0,442).

Os resultados, negativos e significativos, da variável representativa da escolaridade (Medio) e da existência de outra fonte de renda além da cafeicultura (Atext) nas pequenas propriedades desse quantil, corroboram a hipótese de que o maior nível de escolaridade, em relação aos produtores que possuem no máximo o ensino fundamental, está atrelado à existência de outras atividades, que influenciam negativamente a eficiência técnica da cafeicultura.

A variável Mbcaf apresentou comportamento semelhante ao verificado no quantil anterior, porém com valor mais expressivo (-10,732), que pode ser atribuído ao nível mais elevado de eficiência.

Outra variável significativa do quantil 0,5 foi a que representa a proporção de matas preservadas (Mata) no grupo das pequenas propriedades. O efeito marginal de 9,543 pontos percentuais indica que quanto maior a proporção da área da propriedade com mata nativa, maior a eficiência técnica da produção de café. Esse resultado pode estar relacionado à necessidade de otimização do uso dos fatores na área disponível.

O conhecimento da legislação ambiental, representado pela variável Legamb, apresentou coeficiente estatisticamente significativo nas pequenas propriedades do quantil analisado. O valor encontrado indica que os pequenos cafeicultores desse quantil que têm conhecimento da legislação ambiental, reduzem a eficiência técnica em -4,261 pontos percentuais. Uma provável explicação para essa constatação é que conhecer a legislação pode levar o cafeicultor a cumpri-la, o que, comparativamente aos demais produtores, implica em restrições relacionadas à alocação dos fatores, como por exemplo, o uso de áreas mais produtivas localizadas próximas a cursos d'água, levando a uma redução da eficiência técnica.

O controle dos custos da atividade cafeeira (Ctrl) manteve a associação negativa com a eficiência técnica verificada anteriormente, porém foi

estatisticamente significativo apenas no grupo das pequenas propriedades, com efeito marginal de -5,838.

O último quantil a ser analisado compreende as propriedades com maior nível eficiência. Nele, verificou-se um maior número de variáveis explicativas estatisticamente significativas nos três grupos de propriedades.

A certificação (Cert) destacou-se entre as variáveis explicativas desse quantil, pelo elevado efeito marginal de 51,814 pontos percentuais no grupo das grandes propriedades. Esse resultado é um forte indicativo da importância que a certificação desempenha na eficiência técnica das grandes propriedades com nível de eficiência mais elevado.

A variável Reg (região) apresentou significância estatística e sinal negativo nas grandes propriedades desse quantil. Já as variáveis Altit (altitude) e Prodv (produtividade) foram estatisticamente significativas nas pequenas e médias propriedades. Ressalta-se que, no grupo das pequenas propriedades, a produtividade apresentou efeitos marginais crescentes em relação ao nível de eficiência – 0,648 (quantil 0,1), 0,93 (quantil 0,5) e 1,48 (quantil 0,9), indicando que, o maior o grau de eficiência amplia os ganhos de eficiência provenientes da produtividade.

O nível intermediário de idade (Id40-60) favoreceu o grupo dos pequenos produtores do quantil 0,9, sendo estatisticamente significativo a 1%. O efeito marginal dessa variável indicou que as pequenas propriedades cafeeiras, cujos produtores possuem de 40 a 60 anos de idade, têm a eficiência técnica elevada em 13,680 pontos percentuais, em relação às propriedades de produtores com até 40 anos.

A variável Coop, que representa a participação em cooperativa, foi apontada como um determinante negativo da eficiência para os grupos das pequenas e grandes propriedades. Os efeitos marginais dessa variável foram de -11,604 e -33,442 pontos percentuais, para as pequenas e grandes propriedades, respectivamente. Isso pode estar relacionado ao fato de os cooperados terem algumas obrigações junto às cooperativas que limitam a

tomada de decisão individual, além de estarem mais expostos a compra de insumos, que podem resultar em redução da eficiência técnica.

O nível médio de escolaridade (Medio) e a existência de outra atividade além da cafeicultura (Atext) mantiveram o comportamento observado nos quantis anteriores, com sinais negativos, especialmente, no grupo das pequenas propriedades, onde ambos foram estatisticamente significativos.

A variável representativa da margem bruta da cafeicultura acima de cinco salários mínimos por mês (Mbcaf) foi estatisticamente significativa nos três grupos de propriedades. Contudo, nas pequenas e médias o sinal do coeficiente foi negativo (-8,63 e -9,695), enquanto nas grandes propriedades foi positivo (10,161). Uma possível explicação é que para as pequenas e médias propriedades desse quantil manterem esse nível de renda, pode estar havendo uma utilização excessiva de determinados insumos, visando extrair o máximo da área, diferentemente das grandes propriedades, que dispõem de área menos limitada para a produção.

A variável Mata apresentou associação positiva com a eficiência técnica das grandes propriedades do quantil 0,9, o que indica que, quanto maior a proporção de matas nativas na propriedade, maior é o aproveitamento da área cultivada com café. Por outro lado, o conhecimento da legislação ambiental (Legamb) e o controle de custos da cafeicultura (Ctrl) foram apontados como redutores da eficiência das pequenas e médias propriedades desse quantil, respectivamente.

4.4. Análise do impacto da certificação

Nessa seção buscou-se verificar se e como a certificação das propriedades cafeeiras da Região de Montanha de Minas Gerais impacta as seguintes variáveis: eficiência técnica, gastos com insumo e quantidade e qualidade do café produzido.

Essa seção apresenta a análise de impacto da certificação para os três grupos de propriedades (pequenas, médias e grandes) e para as todas as propriedades agrupadas⁹, conforme resumido na Tabela 15. Os detalhamentos dos resultados para cada um dos grupos constam nas Tabelas 1B, 2B, 3B, 4B, 5B, 6B, 7B e 8B do Apêndice B.

A qualidade dos pareamentos efetuados pelos modelos de *propensity score matching* (PSM) desenvolvidos no presente trabalho foi testada pela intensidade com que a diferença entre os grupos de tratamento e de controle foram reduzidas, e estão apresentados nas Tabelas 9B, 10B e 11B e 12B do Apêndice B. Percebeu-se a boa qualidade dos pareamentos realizados, pois das treze variáveis utilizadas para o cálculo dos escores de propensão nos três grupos, apenas uma (Medio) no grupo das pequenas, uma (Atext) no grupo das médias, duas (Id60 e Atext) no grupo das grandes propriedades e uma (Id60) no conjunto de todas as propriedades não tiveram seus vieses reduzidos da amostra não-pareada para a amostra pareada.

Antes de dar início às análises dos resultados dos modelos de PSM apresentados na Tabela 15, vale ressaltar que, ao atribuir esses resultados à certificação das propriedades, é necessário ter em mente que existem fatores intangíveis incorporados nessa variável de tratamento. Ou seja, é preciso ficar claro que o selo da certificação, em si, não causa nenhum efeito sobre qualquer variável analisada. O efeito vem de uma série de fatores inerentes às propriedades certificadas.

⁹ A análise de impacto para o grupo formado por todas as propriedades não considerou o impacto da certificação sobre a eficiência técnica, uma vez que esta não pode ser calculada para o conjunto de todas as propriedades, conforme, apontado pelo teste de Mann-Whitney, na seção 4.2.

Tabela 15 – Efeitos da certificação sobre as variáveis de interesse

Propriedades	Efeitos da certificação (ATT)									
	Eficiência Técnica (%)	Gastos com Insumos (R\$)	Mão-de-obra (R\$)	Fertilizantes (R\$)	Colheita e pós-colheita (R\$)	Produção (sacas)	Rio (sacas)	Dura riada (sacas)	Dura (sacas)	Mole (sacas)
Pequenas	-3,60	-5.748,97	324,16	-4.290,13	-1.782,99	10,91	-6,33	-10,07*	11,81	15,57
Médias	-10,93***	2.136,45	-7.673,54	7.935,74	1.874,26	206,95*	-36,91***	-6,62	133,47	117,01*
Grandes	-6,04	624.573,40***	118.765,50**	293.622,80***	212.185,10***	3.004,57***	-13,33	107,29	1.085,27*	1.825,38***
Todas	-	253.385,80***	48.013,19**	115.502,00***	89.870,57**	1.349,00***	-3,74	51,73	639,70**	661,35***

Fonte: Resultados da pesquisa. Nota: *** Significativo a 1%; ** Significativo a 5%; e *Significativo a 10%.

A Tabela 15 mostra que o resultado do impacto da certificação sobre a eficiência técnica das propriedades foi estatisticamente significativo apenas para o grupo das médias propriedades. O sinal negativo indica que uma média propriedade do grupo de tratamento, ou seja, que possui certificação, tem, em média, 10,93 pontos percentuais a menos de eficiência técnica, numa escala de 0 a 100, em relação a uma média propriedade semelhante, mas que não possui certificação. Esperava-se que a certificação impactasse positivamente a eficiência técnica das propriedades, já que entre os principais benefícios propostos pelos programas de certificação estão a redução dos desperdícios, a melhoria na organização e na gestão da atividade cafeeira. Entretanto, como se verá adiante, esse resultado está relacionado ao maior uso de insumos por parte das propriedades certificadas.

Isso ficou evidenciado no grupo das grandes propriedades, onde os impactos da certificação sobre os gastos com insumos da atividade cafeeira foram todos positivos e estatisticamente significativos. Os resultados mostram que o valor médio dos gastos anuais com insumos nas grandes propriedades certificadas da Região de Montanha de Minas Gerais foi R\$ 624.573,40 superior à média dos gastos totais com insumo nas grandes propriedades não-certificadas com características semelhantes.

Ao analisar a composição desses gastos, percebe-se que a principal diferença entre as grandes propriedades dos grupos de tratamento e controle está relacionada aos gastos anuais com fertilizantes e defensivos utilizados no trato cultural do cafezal. Em média, uma grande propriedade certificada gastou por ano R\$ 293.622,80 a mais do que uma propriedade semelhante, porém sem certificação. O mesmo ocorre com os gastos com mão-de-obra e com colheita e pós-colheita, R\$ 118.765,50 e R\$ 212.185,10 superiores que os de uma propriedade não-certificada.

No que tange à produção de café, verificou-se que o impacto da certificação sobre a quantidade produzida foi significativo nos modelos das médias e das grandes propriedades. Enquanto entre as médias propriedades do grupo de tratamento, a produção média dos anos de 2007 e 2008 foi, em

média, 207 sacas de 60 kg superior à média da produção do grupo de controle, entre as grandes propriedades esse valor foi de 3.004,57 sacas. Uma vez que os grupos de tratamento e controle são semelhantes em termos de uma série de variáveis, essa diferença na quantidade produzida é atribuída à certificação.

Ao desagregar a produção pelos tipos de café produzidos, verificaram-se efeitos estatisticamente significativos em todos os três modelos. Nas pequenas propriedades, a certificação impactou negativamente a produção de café tipo dura-riada (-10,07 sacas), que é um café de qualidade regular. Já nas médias propriedades, o impacto da certificação se deu de forma negativa sobre a produção do café de pior qualidade (tipo rio) (-36,91 sacas) e positivamente sobre a produção do café tipo bebida mole (117,01 sacas), cuja qualidade é a melhor dentre os quatro tipos. Por fim, no modelo das grandes propriedades, dois dos quatro coeficientes calculados foram estatisticamente significativos e apresentaram sinais positivos, justamente os resultados relacionados aos cafés de melhor qualidade – bebida dura (1.085,27 sacas) e bebida mole (1.825,38).

Os resultados dos impactos da certificação no grupo formado por todas as propriedades foram semelhantes ao observado para o grupo das grandes propriedades, em termos de significância estatística. Logo, confirma-se a hipótese levantada, a partir dos resultados dos demais grupos, de que a certificação exerce impacto sobre a quantidade e a qualidade do café produzido na Região de Montanha de Minas Gerais, devido o maior uso de insumos.

Com vistas a testar a robustez dos modelos ao viés de seleção devido a influência de variáveis não-observáveis, foram efetuadas análises de sensibilidade (Tabela 16), mediante o método de limites de Rosenbaum, para as variáveis de interesse dos modelos de *propensity score matching* desenvolvidos.

Tabela 16 – Análise de sensibilidade (limites de Rosenbom) para as variáveis de interesse

Variável de interesse	Nível crítico	p-crítico			
		Pequenas	Médias	Grandes	Todas
Eficiência Técnica	1,00 a 2,00	0	0	$<10^{-12}$	-
Gastos com Insumos	1,00 a 2,00	0	0	$<10^{-12}$	0
Mão de obra	1,00 a 2,00	0	0	$<10^{-12}$	0
Fertilizantes	1,00 a 2,00	0	0	$<10^{-12}$	0
Colheita e pós colheita	1,00 a 2,00	0	0	$<10^{-12}$	0
Produção	1,00 a 2,00	0	0	$<10^{-12}$	0
Rio	1,00 a 2,00	$<10^{-12}$	$<10^{-8}$	$<10^{-6}$	0
Dura riada	1,00 a 2,00	$<10^{-12}$	$<10^{-9}$	$<10^{-7}$	0
Dura	1,00 a 2,00	0	0	$<10^{-12}$	0
Mole	1,00 a 2,00	$<10^{-4}$	$<10^{-4}$	$<10^{-6}$	$<10^{-13}$

Fonte: Resultados da pesquisa.

Usualmente, analisa-se o intervalo de nível crítico de 1,00 a 1,50, com intervalos de 0,05, sendo que, a partir do ponto em que o p-valor ultrapassa o limite de 0,10 de nível de significância, os resultados do ATT para aquela variável tornam-se menos robustos, sugerindo que pode haver variável omitida que afeta a probabilidade da propriedade ser certificada. Optou-se neste trabalho por analisar o intervalo de nível de crítico de 1,00 a 2,00 e, conforme mostrados na Tabela 16, os resultados indicaram forte robustez de todos os modelos.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho teve o objetivo de analisar a contribuição da certificação da propriedade cafeeira para a eficiência técnica da cafeicultura na Região de Montanha de Minas Gerais. Adicionalmente, buscou-se verificar como a certificação exerce impacto sobre as despesas da atividade cafeeira e a quantidade e qualidade do café produzido nessa região.

Os resultados da análise da eficiência técnica apontaram para um baixo desempenho técnico da produção de café nessa região, independente do tamanho da propriedade, se pequena, média ou grande. No que se refere à localização das propriedades nas fronteiras de produção, percebeu-se certa similaridade no comportamento das propriedades, sendo que a maioria operava em escala “sub-ótima” de produção (retornos crescentes) e uma percentagem ínfima operava na escala ótima de produção, ou seja, apresentava retornos constantes à escala.

A certificação mostrou ser um importante fator associado à eficiência técnica das grandes propriedades com maior nível de eficiência. Assim, uma importante conclusão desse trabalho é que os programas de certificação acabam sendo mais eficazes para a elevação da eficiência técnica nas propriedades de maior porte, que já contam com uma estrutura que facilita a adesão a programas de certificação.

A produtividade foi a variável que mais vezes esteve associada à eficiência técnica das pequenas, médias e grandes propriedades cafeeiras da Região de Montanha de Minas Gerais. No caso das pequenas propriedades, constatou-se que, quanto maior o nível de eficiência dessas propriedades, maior foi o efeito da produtividade sobre a eficiência técnica. Com isso, conclui-se que, quanto menos ineficiente é a propriedade, maior é o ganho resultante da produtividade, ou seja, maior é a capacidade que a propriedade tem de transformar os ganhos da produtividade em melhoria da eficiência técnica.

Ficou evidenciada a relação do maior nível de escolaridade com a existência de outra atividade econômica, que, conjuntamente, contribuíram negativamente para a eficiência técnica das propriedades da região em estudo. Com isso, percebe-se que os produtores menos escolarizados, mas que se dedicam mais especificamente à atividade cafeeira, desfrutam de melhor posição em termos de eficiência técnica.

Os resultados referentes à relação entre margem bruta da atividade cafeeira e eficiência técnica, do quantil de maior eficiência, evidenciaram que a área da propriedade pode se constituir num limitante da eficiência técnica, uma vez que, nas pequenas e médias propriedades, a margem bruta acima de cinco salários mínimos esteve negativamente associada à eficiência técnica, enquanto nas grandes propriedades, a mesma variável apresentou relação positiva com a eficiência.

Os resultados da análise de impacto da certificação sobre a eficiência técnica, os gastos com insumos e a quantidade e qualidade do café produzido permitiram chegar a uma conclusão conjunta. Ao contrário do esperado, a certificação exerceu impacto negativo sobre a eficiência técnica, conforme evidenciado no resultado para as médias propriedades certificadas da Região de Montanha de Minas Gerais. Esse resultado pode ser explicado pela análise do impacto da certificação sobre os gastos com insumos, que mostrou que uma propriedade certificada apresenta gastos muito mais elevados com insumos, do que uma propriedade semelhante, mas sem certificação. Isso foi atestado nos

resultados para as grandes e para todas as propriedades agrupadas. Esses gastos em excesso associados à certificação comprometem a eficiência técnica, mas colaboram positivamente para a produção de cafés, especialmente os de melhor qualidade, em todos os grupos de propriedades analisados.

Assim, apesar de a certificação impactar negativamente a eficiência técnica nas médias propriedades cafeeiras de Minas Gerais, pode-se afirmar que ela tem contribuído para a melhoria da qualidade do café produzido nas propriedades de todos os tamanhos, devido maiores investimentos em insumos produtivos. Ao se levar em conta, que a maior parte da produção de café não é remunerada pela existência de selo de certificação e sim pela qualidade do café, pode-se concluir que a certificação contribui para a melhoria na renda da atividade cafeeira.

6. REFERÊNCIAS

ANDERSEN, P.; PETERSEN, N. C. A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. **Management Science**. Hanover, MD, v. 39, n. 10, p. 1261-1264, 1993.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**. Hanover, MD, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.

BECKER, S. O.; ICHINO, A. Estimation of average treatment effects based on propensity score. **Stata Journal**. College Station, TX, v. 2, n. 4, p. 358-377, 2002.

BENDISCH, F. **Costs and benefits related to crop certification**: cases of coffee and soybean in Brazil. Disponível em: <<http://ezinearticles.com/?Costs-and-Benefits-Related-to-Crop-Certification---Cases-of-Coffee-and-Soybean-in-Brazil&id=4458620>>. Acesso em: 09 ago. 2010.

BRYSON, A.; DORSET, R.; PURDON, S. **The use of propensity score matching in the evaluation of active labour market policies**. Working Paper N° 4. Department of Work and Pensions, London, 2002.

CAFÉS DO BRASIL. **Certificações**. Disponível em: <<http://www.cafesdobrasil.com.br/ocafebrasileiro/certificacoes.aspx>>. Acesso em: 09 fev. 2011.

CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. **Microeconomics using stata**. College Station, TX: Stata Press Publications, 2009. 692 p.

CASWELL, J. Quality assurance, information tracking, and consumer labeling. **Marine Pollution Bulletin**. Coventry, v. 53, p. 650-656, 2006.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA. **Agronegócio mineiro cresce 16,2% em 2010**. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/pibmg/files/2010/01jan_dez.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2011.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision-making units. **European Journal of Operational Research**. Fribourg, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.

COELLI, T.; RAO, D. S. P.; BATTESE, G. E. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998. 271 p.

CONCEIÇÃO, J. C. P. R.; BARROS, A. L. M. **Certificação e rastreabilidade no agronegócio: instrumentos cada vez mais necessários**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2005. 47p. (Texto para Discussão, 1122).

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. **Certificação**. Disponível em: <http://www.normalizacao.cni.org.br/aval_conformidade_certificacao.htm>. Acesso em: 12 fev. 2011.

DEATON, A. Data and econometric tools for development analysis. In: BERHMAN, J.; SRINIVASAN, T. N. (Ed.) **Handbook of development economics**. Amsterdam: Elsevier, 1995.

DIPRETE, T.; GANGL, M. Assessing bias in the estimation of causal effects: Rosenbaum bounds on matching estimators and instrumental variables estimation with imperfect instruments. **Sociological Methodology**. Washington, DC, v. 34, n. 1, p. 271-310, 2004.

FAIRTRADE LABELLING ORGANIZATION INTERNATIONAL – FLO. **Annual Report 2009-10**. (2011a). Disponível em: <http://www.fairtrade.net/fileadmin/user_upload/content/2009/resources/FLO_Annual-Report-2009_komplett_double_web.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2011.

_____. **Fairtrade minimum price and Fairtrade premium table**. (2011b). Disponível em: <http://www.fairtrade.net/fileadmin/user_upload/content/2009/standards/documents/2011-09-19_EN_Fairtrade_Minimum_Price_and_Premium_table.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2011.

_____. **The arabica coffee market 1989-2010: comparison of Fairtrade and New York prices**. (2011c). Disponível em: <http://www.fairtrade.org.uk/includes/documents/cm_docs/2010/a/arabica_pricchart_89_10_aug10.pdf>. Acesso em: 15 set. 2011.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S. Estimation of returns to scale using data envelopment analysis: a comment. **European Journal of Operational Research**. Fribourg, v. 79, p. 379-382, 1994.

FÁVERO, L. P. et al. **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DE MINAS GERAIS – FAEMG. **Balança comercial (fechamento 2009/2010)**. (2011). Disponível em:

<<http://www.faemg.org.br/Content.aspx?Code=1284&ParentCode=9&ParentPath=None;9&ContentVersion=C>> . Acesso em: 18 jul. 2011.

FERREIRA, M. A. M. **Eficiência técnica e de escala de cooperativas e sociedades de capital na indústria de laticínios do Brasil**. 2005. 158 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.

FIGUEROA, P. et al. Influencia de la variedad y la altitud en las características organolépticas y físicas del café. In: XIX Simposio Latinoamericano de Caficultura, 19, 2000, San José, Costa Rica. **Anais...** San José, Costa Rica, ICAFE-PROMECAFE, 2000. p. 493-497.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Environmental and social standards, certification and labelling for cash crops**. Roma. 2003. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/006/y5136e/y5136e00.htm>>. Acesso em: 13 out. 2010.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **The market for organic and fair-trade coffee**. Roma. 2009. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/templates/organicexports/docs/Market_Organic_FT_Coffee.pdf>. Acesso em: 17 set. 2010.

FRANÇA, M. T. A.; GONÇALVES, F. O. Provisão pública e privada de educação fundamental: diferenças de qualidade medidas por meio de propensity score. **Economia Aplicada**. Ribeirão Preto, v. 14, n. 4, p. 373-390, 2010.

GIOVANNUCCI, D. **Differentiated coffee**. World Coffee Conference, 2010. Guatemala. Disponível em: <http://dev.ico.org/event_pdfs/wcc2010/presentations/wcc2010-giovannucci-e.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2011.

GIOVANNUCCI, D.; KOEKOEK, F. J. **The state of sustainable coffee: a study of twelve major markets**. Cali, Colômbia: Feriva S.A., 2003.

GIOVANNUCCI, D.; LIU, P.; BYERS, A. Adding Value: Certified Coffee Trade in North America. In: LIU, P. (Ed.) **Value-adding Standards in the North American Food Market** – Trade Opportunities in Certified Products for Developing Countries. Roma: FAO, 2008. 77 p.

HÄRDLE, W.; SIMAR, L. **Applied multivariate statistical analysis**. Berlin-Heidelberg-New York: Springer Verlag, 2003. 486 p.

- HAIR JR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- HAO, L.; NAIMAN, D.Q. **Quantile Regression**. Thousand Oaks, CA: Sage Publications Inc., 2007, 125p.
- HECKMAN, J.; ICHIMURA, H.; TODD, P. Matching as an econometric evaluation estimator: evidence from evaluating a job training program. **Review of Economic Studies**. Oxford, v. 64, n. 4, p. 605-654, out. 1997.
- INSTITUTO ANTÔNIO ERNESTO DE SALVO – INAES. **Caracterização da cafeicultura de montanha de Minas Gerais**. Belo Horizonte: INAES, 2010. 300 p.
- INSTITUTO BIODINÂMICO – IBD. **Diretrizes e legislação**. Disponível em: <http://www.ibd.com.br/Info_Default.aspx?codigo=dirleg>. Acesso em: 16 fev. 2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa agrícola municipal – 2009**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp?o=18&i=P>>. Acesso em: 11 fev. 2011.
- JANVRY, A.; MCINTOSH, C.; SADOULET, E. **Fair trade and free entry: generating benefits in a disequilibrium market**. Fev. 2010. Disponível em: <<http://www.agecon.ucdavis.edu/research/seminars/files/fairtradeFeb7c-10.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2010.
- KILIAN, B.; JONES, C.; PRATT, L.; VILLALOBOS, A. Is sustainable agriculture a viable strategy to improve farm income in Central America? A case study on coffee. **Journal of Business Research**. Nova Iorque, v. 59, n. 3, p. 322-330, 2006.
- KOENKER, R.; BASSETT JÚNIOR, G. Regression Quantile. **Econometrica**. Evanston, IL, v. 46, n. 1, p. 33-50, 1978.
- KOENKER, R.; HALLOCK, K. Quantile regression. **Journal of Economic Perspectives**. Nashville, TN, v. 15, n. 4, p. 143–156, 2001.
- LEME, P. H. M. V. **Os pilares da qualidade: o processo de implementação do programa de qualidade do café (PQC) no mercado de café torrado e moído do Brasil**. 2007. 110 p. Dissertação. (Mestrado em Administração). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- MACHADO, R. T. M. **Rastreabilidade, tecnologia da informação e coordenação de sistemas agroindustriais**. 2000. 224 p. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2000.
- MARINHO, A. **Avaliação organizacional de uma universidade pública: uma abordagem não-paramétrica da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ**. 1996. 244 p. Tese (Doutorado em Economia) – EPGE/FGV, Rio de Janeiro, RJ, 1996.

- MARINHO, A. **Estudo de eficiência em alguns hospitais públicos e privados com a geração de rankings**. Rio de Janeiro: IPEA, 2001. 17 p. (Texto para discussão, 794).
- MARINHO, A.; FAÇANHA, L. O. **Hospitais universitários: avaliação comparativa de eficiência técnica**. Rio de Janeiro: IPEA, 2001. 29 p. (Texto para discussão, 805).
- MARTINEZ, J. R. L. T.; JESUS, J. C. S.; CÓCARO, H. Casos sobre a certificação utz kapeh em empresas cafeeiras informatizadas: impactos nas pessoas, gestão e competitividade. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 46., 2008. Rio Branco. **Anais**. Brasília: SOBER, 2008.
- MATIELLO, J. B. et al. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2005. 438 p.
- MINAS GERAIS. **Programa Certifica Minas Café**. Disponível em: <<http://www.agricultura.mg.gov.br/programas-e-acoes/certifica-minas-cafe>>. Acesso em: 07 ago. 2010.
- MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.
- MISSIO, F. J.; JAYME JR, F. G.; OLIVEIRA, A. M. H. C. **Desenvolvimento financeiro e crescimento econômico: teoria e evidência empírica para os estados brasileiros (1995-2004)**. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2009. 33 p. (Texto para discussão, 379).
- MONTEIRO, D. M. S.; CASWELL, J. A. Traceability adoption at the farm level: An empirical analysis of the Portuguese pear industry. **Food Policy**. Oxford, v. 34, n. 1, p. 94-101, 2009.
- MOREIRA, C. F. **Sustentabilidade de sistemas de produção de café sombreado orgânico e convencional**. 2009. 145 p. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.
- NASSAR, A. M. Certificação no Agribusiness. In: ZYLBERSZTAJN, D.; SCARE, R. F. (Org). **Gestão da qualidade no Agribusiness**. Atlas, 2003.
- NUNES, A. M. A. R.; FERNANDES, P. O. Pode uma nova metodologia de ensino melhorar resultados? Avaliação microeconômica do sucesso escolar. **Revista Egítania Scientia**. Guarda, v. 2, n. 1, 2008.
- PALMIERI, R. H. **Impactos socioambientais da certificação Rainforest Alliance em fazendas produtoras de café no Brasil**. 2008. 195 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

- PESSOA, M. C. P. Y.; SILVA, A. S.; CAMARGO, C. P. **Qualidade e certificação de produtos agropecuários**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 188 p.
- PHILPOTT, S. M. et al. Field-testing ecological and economic benefits of coffee certification programs. **Conservation Biology**. Washington, DC, v. 21, n. 4, p. 975-985, 2007.
- PIERROT, J.; GIOVANNUCCI, D. **Sustainable Coffee Report**: Statistics on the main coffee certifications. Genebra: International Trade Centre, 2010. Disponível em: <http://issuu.com/progresonetwork/docs/pierrot-giovannucci_sustainable_coffee_report_july>. Acesso em: 12 fev. 2011.
- PONCIANO, N. J.; SOUZA, P. M.; NEY, M. G. Ajustamentos na cadeia agroindustrial do café brasileiro após a desregulamentação. **Revista IDeAS**. Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 256-287, jul./dez. 2009.
- PONTE, S. **Standards and sustainability in the coffee sector**: a global value chain approach. International Institute for Sustainable Development, Winnipeg, Canadá, 2004. Disponível em: <http://www.iisd.org/pdf/2004/sci_coffee_standards.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2010.
- RESENDE, A. C. C.; OLIVEIRA, A. M. H. C. Avaliando resultados de um programa de transferência de renda: o impacto do Bolsa-Escola sobre os gastos das famílias brasileiras. **Est. Econ.** São Paulo, v. 38, n. 2, p. 235-265, 2008.
- REZENDE, A. M.; ROSADO, P. L.; GOMES, M. F. M. **Café para todos**: a informação na construção de um comércio mais justo. Belo Horizonte: SEGRAC, 2007. 143 p.
- ROSENBAUM, P. **Observational Studies**. Nova Iorque: Springer, 2002.
- ROSENBAUM, P.; RUBIN, D. B. The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. **Biometrika**. Oxford, v. 70, n. 1, p. 41-55, 1983.
- ROSENBERG, G. **A ISO 9001 na Indústria Farmacêutica**: uma abordagem das Boas Práticas de Fabricação. Rio de Janeiro: E- Papers, 2000.
- RUFINO, J. L. S.; SILVEIRA, V. S.; RIBEIRO JUNIOR, A. C. Introdução e metodologia de estudo. In: VILELA, P. S.; RUFINO, J. L. S. (Org.). **Caracterização da cafeicultura de montanha de Minas Gerais**. Belo Horizonte: INAES, 2010. cap. 1, p. 7-31.
- SAES, A. M. Do vinho ao café: aspectos sobre a política de diferenciação. **Informações Econômicas**. São Paulo, v. 36, n. 2, fev. 2006.
- SAES, M. S. M. **A racionalidade econômica da regulamentação no mercado brasileiro de café**. 1995. 163. Tese (Doutorado em Economia) –

Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANTOS, V. F. et al. Análise da eficiência técnica de talhões de café irrigados e não-irrigados em Minas Gerais: 2004-2006. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Piracicaba, v. 47, p. 677-698, 2009.

SANTOS, R. V.; RIBEIRO, E. P. **Diferenciais de rendimento entre homens e mulheres no Brasil revisitado**: explorando o "Teto de Vidro". Rio de Janeiro: UFRJ, 2006. (Texto para discussão).

SILVA, E. N.; PORTO JÚNIOR, S. S. Sistema Financeiro e Crescimento Econômico: Uma Aplicação de Regressão Quantílica. **Economia Aplicada**. Ribeirão Preto, v. 10, n. 3, p. 425-442, 2006.

SOUZA, M. C. M.; DRIGO, I. G.; PIKETTY, M. G. Certificação do café orgânico e da madeira no Brasil: um caminho para a sustentabilidade? **Informações Econômicas**, São Paulo, v.36, n.11, nov. 2006.

SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA – SCAA.

Sustainable coffee certifications: a comparison matrix. 2010. Disponível em: <<http://www.scaa.org/PDF/Sustainable%20Coffee%20Certifications%20Comparison%20Matrix%202010.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2011.

SPERS, E. E. Segurança do Alimento. In: ZYLBERSTAJN, D.; SCARE, R. F. (Org.) **Gestão da Qualidade no Agribusiness**: estudos e casos. São Paulo: Atlas, 2003.

TAVARES, P. A. Efeito do Programa Bolsa Família sobre a oferta de trabalho das mães. **Economia e Sociedade**. Campinas, v. 19, n. 3(40), p. 613-635, dez. 2010.

UTZ CERTIFIED. **Coffee**. Disponível em: <<http://www.utzcertified.org/en/products/coffee>>. Acesso em: 12 fev. 2011.

VALKILA, J.; NYGREN, A. Impacts of Fair Trade certification on coffee farmers, cooperatives, and laborers in Nicaragua. **Agriculture and Human Values**. Gainesville, FL, v. 27, n. 3, p. 321-333, 2009.

WOLLNI, M.; ZELLER, M. Do farmers benefit from participating in specialty markets and cooperatives? The case of coffee marketing in Costa Rica. **Agricultural Economics**. Milwaukee, WI, v. 37, n. 2-3, p. 243-248, 2007.

APÊNDICE

APÊNDICE A

A partir dos dados primários referentes às máquinas e equipamentos disponíveis nas propriedades cafeeiras analisadas, construiu-se a variável Maq, buscando representar o nível de capital das propriedades, a fim de ser utilizada como insumo na análise envoltória de dados (DEA).

A análise fatorial foi a metodologia utilizada para a elaboração dessa variável. Essa técnica consiste em descrever a variabilidade original do vetor aleatório X , em termos de um número menor (m) de variáveis aleatórias que sumerizem as informações das variáveis originais (MINGOTI, 2007). Como nesse caso, havia um número diverso de máquinas e equipamentos, seria difícil selecionar uma dessas variáveis ou utilizar todas separadamente. Assim, a utilização de técnicas de análise estatística multivariada, como a análise fatorial, mostra-se de grande utilidade.

O modelo de análise fatorial pode ser assim escrito (HÄRDLE; SIMAR, 2003):

$$x_j = \sum_{l=1}^k q_{jl}f_l + u_j, \quad j = 1, \dots, p. \quad (1A)$$

em que f_l para $l = 1, \dots, k$ denota os fatores ou variáveis latente, em que o número de fatores k deve ser menor que o número p de variáveis; x_j são as variáveis aleatórias do vetor X ; q_{jl} é a carga fatorial ou *loading* da j -ésima variável e l -ésimo fator; e u_j é o erro referente à j -ésima variável.

Em seguida, procede-se a estimação do escore fatorial, sendo a expressão geral para estimação do fator, f_l :

$$f_l = w_{l1}x_1 + w_{l2}x_2 + w_{l3}x_3 + \dots + w_{lp}x_p \quad (2A)$$

em que os w_{lp} são os coeficientes dos escores fatoriais e p é o número de variáveis.

A adequabilidade do modelo de análise fatorial foi testada por meio da estatística de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e do teste de Bartlett. O KMO compara a magnitude do coeficiente de correlação observado com a magnitude

do coeficiente de correlação parcial, assumindo valores entre 0 e 1. Valores de KMO (abaixo de 0,50) indicam a não adequabilidade do modelo. O teste de esfericidade de Bartlett, por sua vez, testa a hipótese nula de que a matriz de correlação populacional seja uma matriz identidade. Se essa hipótese nula for rejeitada, o modelo de análise fatorial é considerado bem ajustado. (FÁVERO et al., 2009).

O número de fatores foi determinado pelo critério de manter apenas os fatores com raiz característica maior que um (MINGOTI, 2007).

As seguintes máquinas e equipamentos foram considerados para construção da variável: roçadeira manual, roçadeira acoplada, derriçadeira, pulverizador costal manual, pulverizador costal motorizado, pulverizador costal pressurizado, pulverizador tratorizado, motosserra, caminhonete, caminhão, trator, carreta, carroça, outros.

A adequabilidade do modelo de análise fatorial foi comprovada pelos testes de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e de esfericidade de Bartlett. Com relação ao primeiro, o valor obtido de 0,778, confirma a boa adequação aos dados de acordo com Hair et al. (2005). Do mesmo modo, o teste estatístico de esfericidade de Bartlett rejeitou a 0% a hipótese nula de que matriz de correlação seja diagonal, ou seja, esse resultado permite aceitar a hipótese alternativa de que as variáveis são correlacionadas.

Com base no critério de manter apenas os fatores cujas raízes características fossem maior do que um, apenas um fator foi selecionado. Ou seja, esse fator sintetiza as 14 variáveis consideradas na análise fatorial, explicando 77% da variância total dos dados (Tabela 1A).

Tabela 1A – Raízes características da matriz de correlações simples das máquinas e equipamentos

Fatores	Raiz Característica	Variância explicada pelo fator	Variância acumulada
1	3,2660	0,7700	0,7700

Fonte: Resultados da pesquisa.

A Tabela 2A apresenta as cargas fatoriais e as comunalidades para o fator considerado. As cargas fatoriais indicam o grau de associação do fator com as variáveis e a comunalidade informa que todas as variáveis têm sua variabilidade captada e representada pelo fator. Pela tabela, percebe-se que o fator apresentou correlação positiva com todas as variáveis. Além disso, a análise da comunalidade indica que, no geral, as variáveis foram bem explicadas pelo fator em questão.

Tabela 2A – Cargas fatoriais e comunalidades

Variáveis	Cargas fatoriais	Comunalidades
	F1	
maq1	0,4388	0,8075
maq2	0,7026	0,5064
maq3	0,3329	0,8892
maq4	0,5004	0,7496
maq5	0,1419	0,9799
maq6	0,2873	0,9175
maq7	0,6773	0,5413
maq8	0,5522	0,6951
maq9	0,1973	0,9611
maq10	0,5535	0,6937
maq11	0,4768	0,7726
maq12	0,8650	0,2517
maq13	0,0233	0,9995
maq14	0,1758	0,9691

Fonte: Resultados da pesquisa.

A variável “Maq” foi obtida pelo cálculo do escore fatorial, dado pela multiplicação da matriz de variáveis pelo vetor de cargas fatoriais do único fator considerado.

APÊNDICE B

Tabela 1B – Impactos da certificação no grupo das pequenas propriedades

Variável dependente	ATT	Erro-padrão (bootstrap)	Prob(z)	Intervalo de confiança (95%)	
Eficiência Técnica (%)	-3,60	4,06	0,375	-11,56	4,36
Gastos com Insumos (R\$)	-5.748,97	10.987,49	0,60	-27.284,05	15.786,12
Mão de obra (R\$)	324,16	2.944,07	0,91	-5.446,12	6.094,44
Fertilizantes (R\$)	-4.290,13	3.806,64	0,26	-11.751,01	3.170,74
Colheita e pós-colheita (R\$)	-1.782,99	4.960,56	0,72	-11.505,51	7.939,53
Produção (sacas – 60 kg)	10,91	34,66	0,753	-57,03	78,85
Rio (sacas – 60 kg)	-6,33	6,48	0,329	-19,02	6,37
Dura-riada (sacas – 60 kg)	-10,07	5,27	0,056	-20,39	0,25
Dura (sacas – 60 kg)	11,81	30,68	0,7	-48,32	71,94
Mole (sacas – 60 kg)	15,57	17,73	0,38	-19,17	50,31

Fonte: Resultado da pesquisa.

Tabela 2B – Impactos da certificação no grupo das médias propriedades

Variável dependente	ATT	Erro-padrão (bootstrap)	Prob(z)	Intervalo de confiança (95%)	
Eficiência Técnica (%)	-10,93	3,84	0,004	-18,45	-3,41
Gastos com Insumos (R\$)	2.136,45	20.493,38	0,917	-38.029,84	42.302,74
Mão de obra (R\$)	-7.673,54	5.224,03	0,142	-17.912,45	2.565,36
Fertilizantes (R\$)	7.935,74	9.653,45	0,411	-10.984,67	26.856,15
Colheita e pós-colheita (R\$)	1.874,26	10.256,89	0,855	-18.228,87	21.977,39
Produção (sacas – 60 kg)	206,95	108,73	0,057	-6,17	420,06
Rio (sacas – 60 kg)	-36,91	8,74	0,000	-54,05	-19,77
Dura-riada (sacas – 60 kg)	-6,62	23,30	0,776	-52,28	39,04
Dura (sacas – 60 kg)	133,47	96,58	0,167	-55,83	322,77
Mole (sacas – 60 kg)	117,01	63,46	0,065	-7,38	241,39

Fonte: Resultado da pesquisa.

Tabela 3B – Impactos da certificação no grupo das grandes propriedades

Variável dependente	ATT	Erro-padrão (bootstrap)	Prob(z)	Intervalo de confiança (95%)	
Eficiência Técnica (%)	-6,04	5,06	0,232	-15,97	3,88
Gastos com Insumos (R\$)	624.573,4 0	216.682,4 0	0,004	199.883,70	1.049.263,00
Mão de obra (R\$)	118.765,5 0	59.268,84	0,045	2.600,71	234.930,30
Fertilizantes (R\$)	293.622,8 0	101.317,4 0	0,004	95.044,28	492.201,30
Colheita e pós-colheita (R\$)	212.185,1 0	83.351,39	0,011	48.819,39	375.550,90
Produção (sacas – 60 kg)	3.004,57	1.062,23	0,005	922,64	5.086,50
Rio (sacas – 60 kg)	-13,33	58,89	0,821	-128,75	102,09
Dura-riada (sacas – 60 kg)	107,29	150,71	0,477	-188,09	402,67
Dura (sacas – 60 kg)	1.085,27	662,65	0,101	-213,49	2.384,04
Mole (sacas – 60 kg)	1.825,38	605,17	0,003	639,25	3.011,50

Fonte: Resultado da pesquisa.

Tabela 4B – Impactos da certificação na amostra composta por todas as propriedades

Variável dependente	ATT	Erro-padrão (bootstrap)	Prob(z)	Intervalo de confiança (95%)	
Eficiência Técnica (%)	-	-	-	-	-
Gastos com Insumos (R\$)	253.385,8 0	92.168,01	2,75	0,006	72.739,80
Mão de obra (R\$)	48.013,19	21.859,13	2,20	0,028	5.170,09
Fertilizantes (R\$)	115.502,0 0	38.618,64	2,99	0,003	39.810,90
Colheita e pós-colheita (R\$)	89.870,57	36.540,10	2,46	0,014	18.253,30
Produção (sacas – 60 kg)	1.349,00	379,35	3,56	0,000	605,49
Rio (sacas – 60 kg)	-3,74	19,35	-0,19	0,847	-41,66
Dura-riada (sacas – 60 kg)	51,73	55,42	0,93	0,351	-56,89
Dura (sacas – 60 kg)	639,70	271,99	2,35	0,019	106,62
Mole (sacas – 60 kg)	661,35	248,21	2,66	0,008	174,87

Fonte: Resultado da pesquisa.

Tabela 5B – Resultados detalhados dos modelos de *propensity score matching* para o grupo das pequenas propriedades

Variável	Amostra	Tratamento	Controle	Diferença	Erro-padrão	Estatística t
Eficiência Técnica (%)	Não-pareada	45,76	49,36	-3,60	5,05	-0,71
	ATT	43,11	47,08	-3,97	4,60	-0,86
Gastos com Insumos (R\$)	Não-pareada	43.675,64	49.424,60	-5.748,97	13.854,25	-0,41
	ATT	45.703,37	48.194,32	-2.490,95	13.681,60	-0,18
Mão de obra (R\$)	Não-pareada	10.115,23	9.791,07	324,16	2.930,68	0,11
	ATT	10.528,16	8.699,10	1.829,06	3.421,68	0,53
Fertilizantes (R\$)	Não-pareada	13.909,64	18.199,77	-4.290,13	4.203,72	-1,02
	ATT	14.474,32	18.032,15	-3.557,84	4.541,00	-0,78
Colheita e pós-colheita (R\$)	Não-pareada	19.650,77	21.433,76	-1.782,99	8.688,37	-0,21
	ATT	20.700,89	21.463,07	-762,18	7.030,81	-0,11
Produção (sacas – 60 kg)	Não-pareada	258,18	247,27	10,91	44,94	0,24
	ATT	260,11	219,94	40,17	49,83	0,81
Rio (sacas – 60 kg)	Não-pareada	11,64	17,96	-6,33	8,93	-0,71
	ATT	13,47	12,26	1,22	8,31	0,15
Dura riada (sacas – 60 kg)	Não-pareada	8,45	18,53	-10,07	10,26	-0,98
	ATT	6,58	21,41	-14,83	7,00	-2,12
Dura (sacas – 60 kg)	Não-pareada	213,27	201,46	11,81	40,94	0,29
	ATT	215,00	174,35	40,65	36,27	1,12
Mole (sacas – 60 kg)	Não-pareada	24,95	9,39	15,57	9,89	1,57
	ATT	25,16	12,01	13,15	22,27	0,59

Fonte: Resultado da pesquisa.

Tabela 6B – Resultados detalhados dos modelos de *propensity score matching* para o grupo das médias propriedades

Variável	Amostra	Tratamento	Controle	Diferença	Erro-padrão	Estatística t
Eficiência Técnica (%)	Não-pareada	66,26	77,19	-10,93	4,00	-2,73
	ATT	67,52	73,80	-6,28	4,78	-1,31
Gastos com Insumos (R\$)	Não-pareada	173.747,56	171.611,11	2.136,45	29.532,72	0,07
	ATT	165.403,50	205.172,42	-39.768,92	25.827,92	-1,54
Mão de obra (R\$)	Não-pareada	31.221,72	38.895,27	-7.673,54	13.338,01	-0,58
	ATT	31.311,94	48.354,31	-17.042,38	9.239,60	-1,84
Fertilizantes (R\$)	Não-pareada	73.282,89	65.347,15	7.935,74	14.972,68	0,53
	ATT	70.193,25	69.818,77	374,48	12.947,62	0,03
Colheita e pós-colheita (R\$)	Não-pareada	69.242,94	67.368,69	1.874,26	11.296,28	0,17
	ATT	63.898,31	86.999,34	-23.101,02	12.564,96	-1,84
Produção (sacas – 60 kg)	Não-pareada	1.127,83	920,89	206,95	120,78	1,71
	ATT	1.054,75	1.110,83	-56,08	133,15	-0,42
Rio (sacas – 60 kg)	Não-pareada	15,33	52,24	-36,91	23,20	-1,59
	ATT	17,25	30,72	-13,47	16,65	-0,81
Dura riada (sacas – 60 kg)	Não-pareada	70,83	77,46	-6,62	38,57	-0,17
	ATT	76,31	55,78	20,53	33,47	0,61
Dura (sacas – 60 kg)	Não-pareada	853,22	719,75	133,47	112,53	1,19
	ATT	799,88	825,85	-25,97	109,57	-0,24
Mole (sacas – 60 kg)	Não-pareada	188,56	71,55	117,01	56,20	2,08
	ATT	161,38	198,54	-37,17	71,92	-0,52

Fonte: Resultado da pesquisa.

Tabela 7B – Resultados detalhados dos modelos de *propensity score matching* para o grupo das grandes propriedades

Variável	Amostra	Tratamento	Controle	Diferença	Erro-padrão	Estatística t
Eficiência Técnica (%)	Não-pareada	68,89	74,93	-6,04	4,54	-1,33
	ATT	66,14	67,55	-1,41	7,28	-0,19
Gastos com Insumos (R\$)	Não-pareada	1.083.777,89	459.204,54	624.573,36	113.247,90	5,52
	ATT	768.555,71	531.011,12	237.544,60	154.944,35	1,53
Mão de obra (R\$)	Não-pareada	219.596,05	100.830,56	118.765,50	31.988,28	3,71
	ATT	146.451,79	124.037,26	22.414,52	41.372,34	0,54
Fertilizantes (R\$)	Não-pareada	464.994,37	171.371,58	293.622,79	49.290,73	5,96
	ATT	291.063,79	219.516,23	71.547,56	54.525,17	1,31
Colheita e pós-colheita (R\$)	Não-pareada	399.187,53	187.002,40	212.185,12	51.755,07	4,10
	ATT	331.040,21	187.457,63	143.582,59	93.333,97	1,54
Produção (sacas – 60 kg)	Não-pareada	5.655,58	2.651,01	3.004,57	555,82	5,41
	ATT	3.880,07	3.210,07	670,00	698,61	0,96
Rio (sacas – 60 kg)	Não-pareada	112,32	125,65	-13,33	58,78	-0,23
	ATT	152,43	153,86	-1,44	99,33	-0,01
Dura riada (sacas – 60 kg)	Não-pareada	299,53	192,24	107,29	117,53	0,91
	ATT	222,21	137,19	85,02	113,09	0,75
Dura (sacas – 60 kg)	Não-pareada	3.162,89	2.077,62	1.085,27	438,32	2,48
	ATT	2.208,86	2.387,82	-178,96	487,36	-0,37
Mole (sacas – 60 kg)	Não-pareada	2.080,95	255,57	1.825,38	279,63	6,53
	ATT	1.296,64	531,17	765,47	541,26	1,41

Fonte: Resultado da pesquisa.

Tabela 8B – Resultados detalhados dos modelos de *propensity score matching* para o grupo de todas as propriedades

Variável	Amostra	Tratamento	Controle	Diferença	Erro-padrão	Estatística t
Gastos com Insumos (R\$)	Não-pareada	418.306,78	164.921,00	253.385,79	41.054,08	6,17
	ATT	278.233,96	278.684,99	-451,02	55.692,60	-0,01
Mão de obra (R\$)	Não-pareada	84.014,42	36.001,23	48.013,19	10.782,92	4,45
	ATT	54.865,11	61.735,90	-6.870,78	13.290,72	-0,52
Fertilizantes (R\$)	Não-pareada	177.288,09	61.786,05	115.502,04	17.307,70	6,67
	ATT	112.967,87	98.120,64	1.4847,23	23.063,29	0,64
Colheita e pós-colheita (R\$)	Não-pareada	157.004,29	67.133,71	89.870,57	17.560,09	5,12
	ATT	110.401,00	118.828,45	-8.427,45	25.275,26	-0,33
Produção (sacas – 60 kg)	Não-pareada	2.261,64	912,64	1.349,00	211,05	6,39
	ATT	1.309,25	1.556,66	-247,42	213,58	-1,16
Rio (sacas – 60 kg)	Não-pareada	45,19	48,93	-3,74	17,63	-0,21
	ATT	50,30	54,09	-3,79	25,10	-0,15
Dura riada (sacas – 60 kg)	Não-pareada	121,22	69,49	51,73	33,44	1,55
	ATT	81,64	102,56	-20,92	30,37	-0,69
Dura (sacas – 60 kg)	Não-pareada	1.358,39	718,69	639,70	157,46	4,06
	ATT	815,17	1.149,54	-334,37	133,71	-2,50
Mole (sacas – 60 kg)	Não-pareada	736,97	75,61	661,35	82,48	8,02
	ATT	362,26	250,50	111,77	119,38	0,94

Fonte: Resultado da pesquisa.

Tabela 9B – Viés entre os grupos de tratamento e controle antes e depois do pareamento no grupo das pequenas propriedades

Variável	Amostra	Média		% viés	% redução de viés	Teste T	
		Tratamento	Controle			t	prob(t)
Reg	Não pareada	0,82	0,71	24,9	80,9	1,07	0,287
	Pareada	0,79	0,77	4,8		0,15	0,884
Altit	Não pareada	959,50	864,10	67	99,9	2,97	0,003
	Pareada	941,89	941,82	0		0,00	0,999
Área	Não pareada	7,86	8,42	-11,7	11,1	-0,47	0,637
	Pareada	8,16	7,66	10,4		0,34	0,740
Id4060	Não pareada	0,73	0,62	22,1	84,1	0,98	0,329
	Pareada	0,68	0,67	3,5		0,11	0,916
Id60	Não pareada	0,09	0,18	-24,9	97,6	-1,02	0,308
	Pareada	0,11	0,10	0,6		0,02	0,984
Fund	Não pareada	0,59	0,68	-19,1	84,2	-0,90	0,370
	Pareada	0,58	0,56	3,0		0,09	0,930
Médio	Não pareada	0,23	0,19	10,2	-24,6	0,49	0,628
	Pareada	0,26	0,21	12,8		0,37	0,714
Expec	Não pareada	0,77	0,61	36,0	96,6	1,55	0,123
	Pareada	0,79	0,78	1,2		0,04	0,967
Atext	Não pareada	0,59	0,47	24,8	59	1,13	0,260
	Pareada	0,58	0,53	10,2		0,31	0,760
Inter	Não pareada	0,23	0,02	63,9	74,7	5,18	0,000
	Pareada	0,11	0,05	16,2		0,58	0,566
Licamb	Não pareada	0,41	0,21	43,2	54,3	2,16	0,031
	Pareada	0,42	0,33	19,8		0,56	0,577
Matare	Não pareada	0,18	0,13	41,4	78,6	1,86	0,064
	Pareada	0,16	0,17	-8,9		-0,27	0,789
Comp	Não pareada	0,41	0,20	46,5	93,5	2,35	0,019
	Pareada	0,37	0,38	-3,0		-0,08	0,933

Fonte: Resultado da pesquisa.

Tabela 10B – Viés entre os grupos de tratamento e controle antes e depois do pareamento no grupo das médias propriedades

Variável	Amostra	Média		% viés	% redução de viés	Teste T	
		Tratamento	Controle			T	prob(t)
Reg	Não pareada	0,89	0,64	60,9	98,5	2,15	0,033
	Pareada	0,88	0,88	-0,9		-0,03	0,976
Altit	Não pareada	932,94	863,32	49,1	93,8	1,80	0,074
	Pareada	903,88	908,17	-3,0		-0,11	0,915
Área	Não pareada	36,47	31,08	59,6	70,0	2,53	0,012
	Pareada	34,94	33,32	17,9		0,51	0,616
Id4060	Não pareada	0,72	0,63	20,1	96,7	0,79	0,428
	Pareada	0,75	0,75	0,7		0,02	0,984
Id60	Não pareada	0,28	0,23	10,6	75,7	0,44	0,657
	Pareada	0,25	0,24	2,6		0,07	0,944
Fund	Não pareada	0,22	0,48	-55,2	75,4	-2,10	0,037
	Pareada	0,19	0,25	-13,6		-0,41	0,682
Médio	Não pareada	0,33	0,25	17,1	58,1	0,72	0,472
	Pareada	0,38	0,34	7,2		0,19	0,854
Expec	Não pareada	0,61	0,60	2,7	36,6	0,11	0,912
	Pareada	0,69	0,70	-1,7		-0,05	0,961
Atext	Não pareada	0,56	0,56	-0,1	-130,0	-0,01	0,996
	Pareada	0,56	0,56	-0,3		-0,01	0,994
Inter	Não pareada	0,28	0,07	57,5	91,0	3,13	0,002
	Pareada	0,25	0,27	-5,2		-0,12	0,907
Licamb	Não pareada	0,50	0,35	30,4	23,1	1,26	0,208
	Pareada	0,44	0,55	-23,4		-0,63	0,534
Matare	Não pareada	0,13	0,11	16,4	41,2	0,66	0,510
	Pareada	0,13	0,12	9,6		0,26	0,793
Comp	Não pareada	0,89	0,43	110,6	95,8	3,87	0,000
	Pareada	0,88	0,86	4,7		0,15	0,878

Fonte: Resultado da pesquisa.

Tabela 11B – Viés entre os grupos de tratamento e controle antes e depois do pareamento no grupo das grandes propriedades

Variável	Amostra	Média		% viés	% redução de viés	Teste T	
		Tratamento	Controle			T	prob(t)
Reg	Não pareada	0,84	0,77	17,3	98,0	0,67	0,502
	Pareada	0,86	0,86	0,3		0,01	0,992
Altit	Não pareada	913,00	903,45	6,7	28,2	0,28	0,781
	Pareada	878,21	871,36	4,8		0,14	0,892
Área	Não pareada	173,78	90,97	90,6	87,5	5,70	0,000
	Pareada	120,99	110,60	11,4		0,64	0,530
Id4060	Não pareada	0,53	0,62	-19,1	25,8	-0,79	0,432
	Pareada	0,57	0,64	-14,2		-0,37	0,714
Id60	Não pareada	0,21	0,23	-3,9	-290,8	-0,16	0,875
	Pareada	0,21	0,15	15,2		0,42	0,675
Fund	Não pareada	0,16	0,29	-32,6	95,9	-1,23	0,220
	Pareada	0,14	0,14	1,3		0,04	0,968
Médio	Não pareada	0,16	0,26	-25,1	32,0	-0,96	0,339
	Pareada	0,14	0,07	17,1		0,58	0,569
Expec	Não pareada	0,68	0,56	24,8	82,1	0,99	0,324
	Pareada	0,71	0,74	-4,5		-0,12	0,902
Atext	Não pareada	0,68	0,68	0,7	-275,5	0,03	0,976
	Pareada	0,64	0,66	-2,8		-0,07	0,944
Inter	Não pareada	0,53	0,11	98,1	91,4	4,87	0,000
	Pareada	0,43	0,46	-8,5		-0,18	0,855
Licamb	Não pareada	0,89	0,44	109,8	89,3	3,88	0,000
	Pareada	0,86	0,81	11,7		0,33	0,740
Matare	Não pareada	0,12	0,11	14,3	67,1	0,56	0,579
	Pareada	0,11	0,11	4,7		0,12	0,904
Comp	Não pareada	0,95	0,66	76,1	96,9	2,55	0,012
	Pareada	0,93	0,94	-2,4		-0,09	0,929

Fonte: Resultado da pesquisa.

Tabela 12B – Viés entre os grupos de tratamento e controle antes e depois do pareamento na amostra contendo todas as propriedades

Variável	Amostra	Média		% viés	% redução de viés	Teste T	
		Tratamento	Controle			T	prob(t)
Reg	Não pareada	0,85	0,70	34,8	82,4	2,34	0,019
	Pareada	0,85	0,82	6,1		0,35	0,728
Altit	Não pareada	936,42	871,67	45,3	88,8	3,21	0,001
	Pareada	924,43	917,19	5,1		0,27	0,784
Área	Não pareada	70,02	31,14	51,5	97,8	6,20	0,000
	Pareada	47,72	48,56	-1,1		-0,08	0,933
Id4060	Não pareada	0,66	0,62	7,7	95,4	0,56	0,575
	Pareada	0,66	0,66	0,4		0,02	0,985
Id60	Não pareada	0,19	0,20	-3,7	-16,7	-0,27	0,785
	Pareada	0,21	0,19	4,4		0,22	0,825
Fund	Não pareada	0,34	0,55	-43,1	91,2	-3,10	0,002
	Pareada	0,36	0,34	3,8		0,20	0,843
Médio	Não pareada	0,24	0,22	4,2	26,9	0,31	0,756
	Pareada	0,25	0,26	-3,1		-0,15	0,880
Expec	Não pareada	0,69	0,60	20,8	64,9	1,49	0,137
	Pareada	0,68	0,71	-7,3		-0,39	0,700
Atext	Não pareada	0,61	0,53	15,3	74,5	1,12	0,264
	Pareada	0,62	0,60	3,9		0,20	0,840
Inter	Não pareada	0,34	0,05	77,2	86,0	8,28	0,000
	Pareada	0,28	0,24	10,8		0,47	0,642
Licamb	Não pareada	0,59	0,29	62,7	95,2	4,76	0,000
	Pareada	0,55	0,53	3,0		0,15	0,883
Matare	Não pareada	0,15	0,12	24,1	76,6	1,72	0,087
	Pareada	0,15	0,14	5,6		0,27	0,788
Comp	Não pareada	0,73	0,35	80,7	91,3	5,76	0,000
	Pareada	0,70	0,67	7,1		0,36	0,721

Fonte: Resultado da pesquisa.