



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu



PATRICIA HELENA NOGUEIRA TURCO

**RENTABILIDADE ECONÔMICA E DISPÊNDIOS ENERGÉTICOS NOS
SISTEMAS DE CAFÉ CONVENCIONAL E IRRIGADO EM TRÊS MUNICÍPIOS NA
REGIÃO DE MARÍLIA, SÃO PAULO**

Botucatu

2016

PATRICIA HELENA NOGUEIRA TURCO

**RENTABILIDADE ECONÔMICA E DISPÊNDIOS ENERGÉTICOS NOS
SISTEMAS DE CAFÉ CONVENCIONAL E IRRIGADO EM TRÊS MUNICÍPIOS NA
REGIÃO DE MARÍLIA, SÃO PAULO**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutora em Agronomia (Energia na Agricultura)

Orientadora: Profa. Dra. Maura Seiko Tsutsui Esperancini

Coorientador: Prof. Dr. Osmar de Carvalho Bueno

Botucatu

2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

T933x Turco, Patricia Helena Nogueira, 1967-
Rentabilidade econômica e dispêndios energéticos nos sistemas de café convencional e irrigado em três municípios na região de Marília, São Paulo / Patricia Helena Nogueira Turco. - Botucatu : [s.n.], 2016
116 p. : grafs. color., ils. color., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2016
Orientador: Maura Seiko Tsutsui Esperancini
Coorientador: Osmar de Carvalho Bueno
Inclui bibliografia

1. Café - Produção. 2. Café - Irrigação. 3. Café - Aspectos econômicos. 4. Capital (Economia) - Rendimento. I. Esperancini, Maura Seiko Tsutsui. II. Bueno, Osmar de Carvalho. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas. IV. Título.

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: RENTABILIDADE ECONÔMICA E DISPÊNDIOS ENERGÉTICOS NOS SISTEMAS DE CAFÉ CONVENCIONAL E IRRIGADO EM TRÊS MUNICÍPIOS NA REGIÃO DE MARÍLIA, SÃO PAULO

AUTORA: PATRÍCIA HELENA NOGUEIRA TURCO

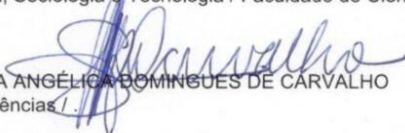
ORIENTADORA: MAURA SEIKO TSUTSUI ESPERANCINI

COORIENTADOR: OSMAR DE CARVALHO BUENO

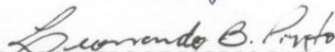
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA (ENERGIA NA AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:



Profa. Dra. MAURA SEIKO TSUTSUI ESPERANCINI
Dep de Economia, Sociologia e Tecnologia / Faculdade de Ciências Agrônoma - UNESP



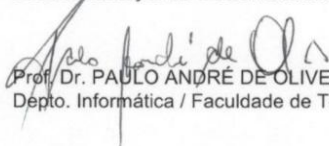
Profa. Dra. SILVIA ANGÉLICA DOMINGUES DE CARVALHO
Instituto de Geociências /



Prof. Dr. LEONARDO DE BARROS PINTO
Dep de Economia, Sociologia e Tecnologia / Faculdade de Ciências Agrônoma - UNESP



DRa ADRIANA NOVAIS MARTINS
Descentralização do Desenvolvimento / APTA - REGIONAL CENTRO OESTE



Prof. Dr. PAULO ANDRÉ DE OLIVEIRA
Dépto. Informática / Faculdade de Tecnologia de Botucatu

Botucatu, 16 de dezembro de 2016

*A minha mãe Dilmar (Selma) e meu pai
Ermelindo (in memoriam) e a minha
irmã Raquel pela paciência e amor,*

Dedico

AGRADECIMENTO

À orientadora, professora Dr^a Maura Seiko Tsutsui Esperancini, pelas valiosas observações e correções que em muito contribuíram para o resultado final deste estudo.

Ao co-orientador, professor Dr. Osmar de Carvalho Bueno e aos membros da banca Examinadora Professor Dr. Leonardo de Barros Pinto, Professora Dr^a Silvia Angélica Domingues de Carvalho, Dr^a Adriana Novais Martins e Professor Dr. Paulo André de Oliveira pelas sugestões e contribuições apresentadas neste trabalho.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (Energia na agricultura), da Faculdade de Ciências Agronômicas e aos funcionários do Departamento de Economia, Sociologia e Tecnologia.

Aos produtores de café dos municípios de Vera Cruz, Garça e Gália que se prontificaram em responder o questionário, e fornecer os dados necessários para realização do trabalho.

Aos colegas da APTA Regional que muito me ajudaram nas questões técnicas e, em especial, aos pesquisadores Marli Dias Mascarenhas de Oliveira, Flavia Maria de Mello Bliska, Ricardo Firetti, Célia Maria Doria Frasca Scorvo, Alceu de Arruda Veiga Filho, Renata Martins, Carlos Eduardo Ferreira de Castro pela atenção e carinho e ao pesquisador Sergio Gomes Tôsto pela colaboração.

Agradecimento especial ao Engenheiro Agrônomo Roberto Antônio Thomaziello pela ajuda da concretização desse trabalho.

A colega de Pós Graduação Jaqueline Zani dos Santos por todos os momentos compartilhados.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é avaliar o benefício econômico e os dispêndios energéticos do cultivo de café, comparando os sistemas de café convencional e irrigado. Para o desenvolvimento do estudo, os sistemas produtivos foram delineados a partir de dados informados por uma amostra de produtores, para elaboração de uma matriz de coeficientes técnicos médios. A metodologia utilizada para a estimativa do custo operacional de produção é a do Instituto de Economia Agrícola (IEA) e foram avaliados indicadores de rentabilidade como receita bruta, lucro operacional e índice de lucratividade. Na análise energética foram observadas e quantificadas todas as operações realizadas, juntamente com suas exigências físicas, classificando-as em seus respectivos fluxos, a partir da definição das entradas e saídas de energia, traduzindo-as em equivalentes energéticos e determinando, assim, a matriz energética dos dois sistemas de produção de café. Os resultados da produtividade apontam que o café em sistema irrigado por gotejo produz 10,4 sacos de 60 kg de café beneficiado a mais que o sistema convencional. O custo operacional efetivo (COE) no sistema irrigado é maior do que no sistema convencional. Na composição do custo, no sistema de café convencional os maiores gastos foram com adubos no item insumos e, no sistema irrigado, os maiores dispêndios foram com máquinas e equipamentos principalmente com a colheita, nos anos de 2013, 2014 e 2015. Os lucros operacionais nos anos de 2012, 2013 e 2015 foram positivos, sendo que o índice de lucratividade para o café convencional em 2015 foi de 44,8% e para o sistema irrigado por gotejo em 49,7%. No ano de 2014, os índices de lucratividade foram negativos tanto para o sistema de produção de café irrigado (- 8,6%) como para o sistema de café convencional, que foi de (- 13,9%). A melhor opção para o produtor é o sistema irrigado por gotejo, pois possibilita diminuir o risco de perda na produção em períodos prolongados de déficits hídricos além de possibilitar o maior rendimento com uma produção maior de grãos. Os resultados energéticos mostram que na estrutura de dispêndios energéticos por tipo, fonte e origem, tem-se que a energia indireta participou com mais de 66%, sendo os adubos os dispêndios mais altos. O indicador de eficiência energética, nos dois sistemas de produção, apresenta um valor médio de 4,16 para café convencional e de 3,26 para o café irrigado. Esse valor indica que a relação entre a somatória das energias totais e a somatória das “entradas” de energia não renováveis é positiva. Vê-se, portanto, que o consumo de energia direta de origem fóssil é significativo nos dois sistemas de produção. O balanço energético, que mostra a diferença entre as energias totais e “entradas” de energias não renováveis, foi positivo nos dois sistemas produtivos, em média de 25.258,55 MJ ha⁻¹ para o café convencional e 26.712,94 MJ ha⁻¹ para o café irrigado por gotejo. A melhor opção entre os dois sistemas para o produtor em termos energéticos é o café irrigado por gotejo, pois possibilita que o produtor tenha uma melhor saída de energia mesmo tendo um valor maior no balanço energético. A continuação de estudos poderá fornecer subsídios sobre balanço energético. A determinação de informações específicas para as condições de produção de café pode contribuir como uma importante ferramenta para definir novas tecnologias e manejos da produção, proporcionando economia de energia e, conseqüentemente, aumento da eficiência energética e redução de custo de produção.

Palavras-chave: Sistema de produção, Café, Irrigação, Rentabilidade, Eficiência energética.

ABSTRACT

The objective of this work is to evaluate the economic benefit and the energy of the coffee growing expenditures, comparing conventional and irrigated coffee systems. To develop the study, the production systems were designed from data reported by a sample of producers to draw up a matrix of average technical coefficients. The methodologies used to estimate the operating cost of production is the Institute of Agricultural Economics (IEA) and were evaluated three profitability indicators such as gross revenue, operating profit and profitability index were evaluated. In the energy analysis were studied and quantified in all operations conducted, along with their physical need, classifying them in their respective flows, from the definition of inputs and power outputs, translating the energy equivalent and determining thus energy matrix of the two coffee production systems. The results the productivity indicate that coffee in a drip irrigated system produces 10.4 bags of 60 kg more than the conventional coffee. The effective operational cost (COE) in irrigated system is greater than the conventional system. At cost composition is observed that in the conventional coffee system were higher spending with fertilizers in item inputs at the irrigation system, the largest expenditures were machinery and equipment mainly with the harvest in the years 2013, 2014 and 2015. Operating profits in the years 2012, 2013 and 2015 were positive, and the profitability index for conventional coffee in 2015 was 44.8% and the irrigation system in 49.7%. In the year 2014, profitability ratios were negative for irrigated coffee production system (-8.6%) and to conventional coffee system was (-13.9%). The best option for the producer and the drip irrigated system, since it allows to reduce the risk of loss in production in prolonged periods of water deficits, besides allowing the greater yield with a larger production of grains. The Energy results show that the structure of energy expenditures by type, source and origin, what indirect energy participated with more than 66%, and fertilizers are the highest expenditures. The energy efficiency indicator in both production systems, with an average of 4.16 for conventional coffee and 3.26 for irrigated coffee. This value indicates that the relationship between the sum of the total energy and the sum of the "inputs" of non-renewable energy are positive. We see, therefore, that the direct energy consumption of fossil fuels is significant in both production systems. The energy balance shows the difference between the total energy and "inputs" of non-renewable energy was positive in both production systems, on average 25,258.55 MJha⁻¹ for conventional coffee and 26712.94 MJ ha⁻¹ for drip irrigated coffee. The best option between the two systems for the producer on energy efficiency and drip irrigated coffee, since it allows the producer to have a better energy output of even though having a higher value in the energy balance. Continuing studies may provide subsidies on energy balance. The determination of specific information for coffee production conditions can contribute as an important tool to define new technologies and production management, which can lead to energy savings and, consequently, increase energy efficiency and reduce production costs.

Keywords: Production system, Coffee, Irrigated, Profitability, Energy efficiency.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Esquematização das seis fases fenológicas do cafeeiro arábica, durante 24 meses, nas condições climáticas tropicais do Brasil	27
Figura 2 -	Localização geográfica da região pesquisada, no Estado de São Paulo em 2015.....	32
Figura 3 -	Dados pluviométricos e temperaturas médias da região de Marília, ano de 2012 a 2015.....	35
Figura 4 -	Produtividades médias das produções de café convencional e irrigado dos produtores pesquisados e diferenciais percentuais.....	51
Figura 5 -	Participação percentual dos itens do custo operacional efetivo por hectare, no sistema de produção de café convencional e irrigado, no período de 2012 a 2015.....	58
Figura 6 -	Participação relativa das energias, em porcentagem, por tipo, fonte na energia, por sistema de produção de café convencional e irrigado.....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Estrutura fundiária das unidades de produção agropecuária (UPAs), região de Marília, Estado de São Paulo, 2015.....	33
Tabela 2 -	Número e área das propriedades rurais com cafeicultura nos municípios que compõem o EDR de Marília, 2015.....	33
Tabela 3 -	Coordenadas geográficas e temperaturas dos municípios de Garça, Gália e Vera Cruz – SP.....	34
Tabela 4 -	Valor de produção agropecuária e vegetal do EDR de Marília e participação da cafeicultura.....	37
Tabela 5 -	Características dos produtores de café convencional e irrigado.	43
Tabela 6 -	Coeficientes para conversão de unidades físicas em unidades energéticas.....	48
Tabela 7 -	Fases e épocas de realização das operações da produção de café nas propriedades pesquisadas no período de 2012 a 2015.....	49
Tabela 8 -	Custo horário e depreciação horária de máquinas e implementos utilizados no cálculo do custo de produção de café irrigado e convencional, ano 2012 a 2015, em R\$.....	49
Tabela 9 -	Produtividade por hectare dos produtores, de 2012 a 2015.....	50
Tabela 10 -	Preço médio da saca de café, recebido pelos produtores, anos de 2011 a 2015.....	54
Tabela 11 -	Estimativa de custo operacional total, por categoria de energia, em R\$ ha ⁻¹ , no sistema de produção de café de convencional...	54
Tabela 12 -	Estimativa de custo operacional total, por categoria de energia, em R\$ ha ⁻¹ , no sistema de produção de café irrigado	56
Tabela 13 -	Rentabilidade dos sistemas de produção de café convencional e irrigado, nos municípios de Gália, Garça e Vera Cruz, nos anos de 2012 a 2015.....	59
Tabela 14 -	Estrutura de dispêndios por tipo, fonte e forma de energia bruta do sistema de produção de café convencional, na safra de 2012 a 2015, em MJ ha ⁻¹	62
Tabela 15 -	Estrutura de dispêndios por tipo, fonte e forma de energia bruta do sistema de produção de café irrigado, na safra de 2012 a 2015, em MJha ⁻¹	63
Tabela 16 -	“Entradas” energéticas totais dos sistemas de produção de café convencional e irrigado, em MJ ha ⁻¹ , de acordo com o tipo, fonte e forma, ano de 2012 a 2015.....	65
Tabela 17 -	Indicadores energéticos dos sistemas de produção de café convencional e irrigado, por hectare, ano de 2012 a 2015	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BE	Balanco Energético
BPA	Boas Práticas Agrícolas
CA	Casa da Agricultura
CATI	Coordenadoria de Assistência Técnica Integral
CC	Cultivo Convencional
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CO	Cultivo Orgânico
COE	Custo Operacional Efetivo
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
COT	Custo Operacional Total
CSSR	Contribuição à Seguridade Social Rural
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
ECA	Evaporação do tanque classe A
EDR	Escritório de Desenvolvimento Rural
EfC	Eficiência Cultural
EfE	Eficiência Energética
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ESALQ	Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
IAC	Instituto Agrônomo de Campinas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEA	Instituto de Economia Agrícola
IL	Índice de Lucratividade
LO	Lucro Operacional
LUPA	Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo
MJ	Mega Joule
MME	Ministério de Minas e Energia
PrC	Produtividade Cultural
RB	Receita Bruta
SAA	Secretaria de Agricultura e Abastecimento
SAF	Sistema Agroflorestal
UPA	Unidade de Produção Agrícola
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	REVISÃO BIBLIOGRAFICA	22
2.1	Sistemas produtivos	22
2.1.1	<i>Espaçamento</i>	22
2.1.2	<i>Tratos culturais</i>	23
2.1.3	<i>Outros sistemas</i>	24
2.2	Clima e fenologia do café	25
2.3	Estudos dos sistemas de café convencional e irrigado	28
3	MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1	Área de estudo	32
3.2	Fonte de dados	37
3.3	Indicadores econômicos dos sistemas de produção de café convencional e irrigado	38
3.3.1	<i>Custo de energia direta de origem biológica</i>	41
3.3.2	<i>Custo de energia direta de origem fóssil</i>	41
3.3.3	<i>Custo de energia indireta de origem industrial</i>	41
3.3.3.1	<i>Máquinas e implementos</i>	41
3.3.3.2	<i>Aubos, micronutrientes, defensivos e corretivos de solo</i>	41
3.3.3.3	<i>Energia elétrica</i>	42
3.3.3.4	<i>Custos do sistema de irrigação</i>	42
3.4	Dispêndios energéticos do sistema de produção de café	42
3.4.1	<i>Energia direta de origem biológica</i>	42
3.4.2	<i>Energia direta de origem fóssil</i>	43
3.4.3	<i>Energia indireta de origem industrial</i>	43
3.4.3.1	<i>Corretivos de solo</i>	43
3.4.3.2	<i>Máquinas e implementos</i>	44
3.4.3.3	<i>Fertilizantes químicos</i>	45
3.4.3.4	<i>Herbicidas, inseticidas, fungicidas, acaricidas e espalhante</i>	45
3.4.3.5	<i>Sistema de irrigação</i>	45
3.4.3.6	<i>Indicadores energéticos</i>	46
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.1	Sistema de produção	48
4.2	Custo de máquinas e implementos	49

4.3	Análise econômica.....	50
4.3.1	Produtividade	50
4.3.2	Preço	53
4.3.3	Custo	54
4.3.4	Rentabilidade	59
4.4	Análise energética	61
4.4.1	Indicadores energéticos	66
5	CONCLUSÃO	68
	REFERÊNCIAS.....	70
	APÊNDICE A - Custo de produção de café convencional e irrigado por gotejo.....	81
	APÊNDICE B - Entradas energéticas na produção de café convencional e irrigado por gotejo.....	100

1 INTRODUÇÃO

O café foi introduzido no Brasil no século XVII e expandiu-se pelo território, em razão do clima favorável e da grande aceitação no mercado internacional, tornando-se, assim, um dos principais produtos agrícolas.

Sua contribuição é historicamente relevante para a economia nacional, em função da geração de renda, bem como da absorção da força de trabalho, com reflexos positivos na balança comercial do País. Porém, seu desenvolvimento foi marcado por diversas crises, principalmente devido à volatilidade da produção, pois a bienalidade da cultura e sua sensibilidade às condições climáticas propiciam relevantes alterações sazonais na sua oferta, com consequências sobre o preço dos grãos (BLISKA et al., 2009).

Após muitos anos como principal produto das exportações brasileiras, o café começou a perder importância relativa, sobretudo, pelo crescimento das exportações de produtos industrializados (BLISKA, et al., 2009). Em 2015 o café representou 7% das exportações do agronegócio brasileiro, ocupando a 5ª posição no ranking nacional, com receita de US\$ 6,16 bilhões, o equivalente a 37,1 milhões de sacas de 60 kg (REIS, 2015).

A oscilação dos preços das sacas de café e o aumento gradual nos custos dos insumos químicos são fatores que vêm, nos últimos anos, causando a perda na rentabilidade econômica da atividade. Observa-se que na última década novas tecnologias e novos processos foram introduzidos na produção, visando contornar a redução na rentabilidade, por meio do aumento da qualidade dos grãos e da produtividade da lavoura cafeeira.

Com o fim da intervenção governamental no segmento cafeeiro brasileiro e com as alterações na regulamentação da oferta de café no mercado internacional, principalmente a partir da década de 90, bem como, a necessidade de adaptação ao novo ambiente de negócios, ocorreu uma tentativa de reorganização do setor. Essa adaptação exigiu investimentos, especialmente nos sistemas de produção, visando maior eficiência dos fatores produtivos, melhor qualidade e, conseqüentemente, aumento da competitividade no mercado globalizado e de livre concorrência

(CARVALHO, 2002; BLISKA et al., 2009). Isto foi possível por meio do significativo desenvolvimento tecnológico resultante das inovações na produção agrícola.

As trajetórias tecnológicas das regiões cafeeiras brasileiras no período 1924 a 2012 mostram que as tecnologias são utilizadas de acordo com o processo de diferenciação regional. Identificou-se a persistência do modelo produtivista, com base no melhoramento genético, combate de pragas e doenças, mecanização da lavoura e da colheita, e melhoria na qualidade do produto, incluindo-se a qualidade de bebida, em todas as regiões cafeeiras (FRONZAGLIA et al., 2012; TURCO et al., 2013).

Dentre os principais períodos da trajetória tecnológica cafeeira, destaca - se a grande expansão do uso de irrigação – e da fertirrigação – ocorrida entre os anos de 1990 a 2000, que viabilizou o cultivo de café na região oeste da Bahia e em parte do cerrado do Estado de Minas Gerais, bem como impulsionou a produção em regiões onde ocorrem déficits hídricos, tais como o norte do Espírito Santo, sul da Bahia e centro oeste de São Paulo.

As condições ambientais, notadamente as meteorológicas, podem afetar o desempenho do café, influenciando a sua produtividade, a bialidade produtiva, a qualidade do produto e a sustentabilidade da planta (CAMARGO; SANTOS; BARDIN, 2003). A irrigação associada a um conjunto de técnicas de manejo, tais como adensamento da lavoura, poda, manejo integrado de pragas, técnicas de recuperação do solo, consorciação de culturas e sombreamento, resultou em maior produtividade por área, racionalização da produção como um todo e viabilização do cultivo em áreas sujeitas a temperaturas elevadas e períodos prolongados de estresse hídrico (FRONZAGLIA et al., 2012).

Considerando-se a dimensão continental do Brasil, caracterizada por considerável heterogeneidade climática, tipos de solo e topografia, que imprimem condições favoráveis ou desfavoráveis ao desenvolvimento de determinadas culturas, bem como os prognósticos futuros de aumento das temperaturas, as regiões climatologicamente limítrofes ao cultivo do cafeeiro poderão ser desfavoráveis ao desenvolvimento vegetal (PINTO et al., 2003, BLISKA et al., 2009).

O uso de sistemas de irrigação pode reduzir prejuízos resultantes de irregularidades nas precipitações, como aqueles ocorridos nos anos de 2013 e 2014 nas principais regiões cafeeiras brasileiras, quando as precipitações irregulares, associadas à baixa umidade relativa do ar e às elevadas temperaturas resultaram na diminuição no volume de café colhido. A queda de produção alcançou de 10% a 20% nas lavouras mais antigas e de 15% a 20% nas lavouras de primeira e segunda safras (VEGRO et al., 2014).

Além dos efeitos positivos sobre a produtividade do cafeeiro, a utilização de sistemas de irrigação pode aumentar a eficiência do uso de insumos e reduzir os riscos de sua aplicação, além de contribuir para a melhor qualidade da bebida, e diminuir os riscos de perdas na produção (MANTOVANI, 2000; KARASAWA; FARIA; GUIMARÃES, 2002; MARTINS et al., 2007).

Vários sistemas de irrigação podem ser utilizados em cafezais, podendo-se citar: a irrigação localizada por gotejamento e microaspersão, irrigação por aspersão convencional, autopropelido, pivô central e sistemas menos sofisticados com mangueiras simples ou perfurados (BONOMO et al., 2008). Esses sistemas dependem de recursos não renováveis, principalmente daqueles derivados do petróleo, que resultam em implicações significativas na sustentabilidade da produção, não só econômica como também sob o ponto de vista energético.

Diante da preocupação mundial, especialmente da comunidade científica e de certas organizações não governamentais (ONGs), com a preservação dos recursos naturais e com base na contextualização apresentada.

Assim sendo, este trabalho tem por objetivo realizar análise econômica e energética de sistemas de produção de café irrigado por gotejo e convencional, posto que essas análises podem contribuir para compreensão da dinâmica produtiva, principalmente no caso de apresentarem resultados distintos nas análises destes sistemas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sistemas produtivos

Sistema de produção de café consiste no modo de combinar e realizar o conjunto de práticas necessárias à implantação e condução do cafezal. O espaçamento, a condução dos cafeeiros e os tratos culturais caracterizam um sistema (MATIELLO et al., 2010).

A caracterização dos sistemas de produção de café considera as tecnologias mais usadas nas principais práticas agrícolas, como espaçamento, mecanização dos tratos, a condição climática, o manejo nutricional e a condução das plantas. A escolha do sistema de cultivo, que melhor se adapte às condições particulares de cada região, ou de cada propriedade, depende dos fatores que influem na sua eficiência (MATIELLO et al., 2010).

A seguir são apresentados os elementos que caracterizam os principais sistemas de produção de café.

2.1.1. Espaçamento

O espaçamento define o número de plantas por área e a sua distribuição no terreno, tornando-se essencial para o manejo da cultura. Os principais sistemas de produção, segundo o espaçamento são:

- Sistema superadensado: são aqueles em que as distâncias entre as linhas e entre as plantas na linha são inferiores ao diâmetro da copa do cafeeiro adulto. Os cafeeiros são conduzidos com podas sistemáticas e mais drásticas e grande parte do sucesso depende de conduzir o maior número de plantas por unidade de área, cerca de 20.000 plantas/ha (ANDROCIOLI FILHO, 2002).

- Sistema adensado: é aquele em que o espaço livre entre as linhas de cafeeiros é igual a zero ou inferior a 20 cm. A distância entre as covas na linha pode variar desde 1 até 1,5 m para covas de duas plantas ou de 0,5 a 1 m para covas de uma planta, dependendo da cultivar e local de cultivo, o número de plantas neste sistema varia de 5.000 a 10.000 por hectare (ANDROCIOLI FILHO, 2002). Há uma baixa produtividade neste sistema por planta e maior produção por área, o que resulta em menor esgotamento da planta (IAC, 2015). Segundo Androcioli Filho (2005), as

lavouras adensadas são planejadas para serem conduzidas com podas leves, do tipo decote, esqueletamento completo ou parcial, a cada quatro a cinco colheitas.

- Sistema semiadensado ou renque manual: com uma população de 3.000 a 5.000 plantas por hectare, utiliza espaçamentos de 2,5 - 3,0 x 0,5 m e é ideal para produtores que não querem podar frequentemente e para o sistema safra zero, em que a cada 2 - 3 safras se faz o esqueletamento (MATIELLO et al., 2010).

- Sistema renque mecanizado: neste sistema os espaçamentos são abertos na rua, com distâncias de 3,5 - 4,0 m, e fechados na linha, sendo mais usada a distância de 0,5 m entre plantas. O sistema possibilita populações de 2,5 – 5.000 plantas por ha (MATIELLO et al., 2010).

- Sistema tradicional ou convencional ainda predominante no Brasil; no espaçamento tradicional ou largo de 4 x 1,5 a 2 m, a produtividade de grãos não atinge seu potencial máximo por área (THOMAZIELLO, 2001). Nesse caso a população é de 600 a 2.000 plantas por hectare.

2.1.2 Tratos culturais

- Sistema manual: é o sistema que pode ser considerado convencional por ser o mais utilizado. As diversas operações e a colheita, com exceção do transporte, são realizadas manualmente demandando grande quantidade de mão de obra (SILVA et al., 2001).

- Sistema semimecanizado: consiste na utilização intercalada de serviços manuais e mecanizados. Esse sistema pode ter apenas uma ou quase todas as operações realizadas mecanicamente (SILVA et al., 2001).

- Sistema mecanizado: todas as operações e a colheita são realizadas mecanicamente. Utiliza-se mão de obra para algumas etapas da colheita (SILVA CARVALHO et al., 2011).

- Sistema supermecanizado: todas as operações são realizadas mecanicamente, inclusive a colheita, iniciando com a arruação mecanizada, seguida de duas passadas da colhedora na lavoura, fazendo colheita seletiva e dispensando a operação de repasse, finalizando com a varrição e recolhimento mecânico do café no chão (SILVA CARVALHO et al., 2011).

2.1.3 Outros Sistemas

Outros sistemas de produção utilizam técnicas para o melhor desenvolvimento do cafeeiro como também a produção. São elas:

- Sistema arborizado ou sombreado: segundo Matsumoto (2004), o sombreamento busca amenizar os extremos térmicos e reduzir o depauperamento do cafeeiro, resultante do excesso de produção em condições de solos degradados e com menor uso de insumos. A hipótese na qual se fundamenta a arborização é de que um sombreamento moderado, além de minimizar impactos de ventos e temperatura extrema, pode contribuir para regular a produção do cafeeiro, reduzindo o ciclo bienal e diminuindo a demanda por nutrientes. Em condições ambientais adequadas com temperaturas entre 18 a 22 °C e as condições hídricas favoráveis, e utilização intensiva de insumos, plantios a pleno sol comumente produzem mais do que os arborizados.

- Sistema agroflorestal (SAF): são alternativas de uso e manejo dos recursos naturais nos quais espécies lenhosas são utilizadas em associação deliberada com culturas agrícolas, de maneira simultânea ou em sequência temporal, com interações ecológicas e/ou econômicas significativas entre os componentes (NAIR, 1993).

- Sistema irrigado: é aquele que supre de água as plantas na quantidade necessária e no momento apropriado, visando obter níveis adequados de produção e melhor qualidade do produto (SOUZA; FRIZZONE, 2003).

- Sistema orgânico: considerado sustentável pelo seu modo de produção, busca manter produções viáveis por um longo tempo, por meio de tecnologias ecológicas e normas de manejo que conservam ou melhoram a base física e a capacidade do suporte do ecossistema (MOREIRA, 2009). As técnicas de produção são baseadas na utilização de matéria orgânica vegetal e animal em substituição à adubação química sintética e aos agrotóxicos, adotando-se o uso de fertilizantes orgânicos e minerais pouco solúveis, o cultivo de adubos verdes, o controle alternativo de pragas e doenças e a preservação vegetal e da fauna nativa (GROSSMAN, 2003; LOUREIRO; LOTADE, 2005).

2.2 Clima e fenologia do café

As condições meteorológicas locais são alvo de constante atenção dos produtores de café, pois podem prejudicar a produção de grãos, causados por baixas temperaturas, granizos, ventos, veranicos, elevados níveis de radiação, altas temperaturas e a deficiência hídrica que pode afetar diferentes estágios do ciclo fenológico da cultura e, como consequência, acarretar danos fisiológicos e diminuir os rendimentos. (MIRANDA, 2015).

A cultura do café está exposta às intempéries do clima durante o ano todo e as perdas pela ocorrência de eventos climáticos extremos são grandes. Logo, pode-se afirmar que os elementos climáticos que influenciam o processo de produção do café são principalmente: a temperatura do ar (exigências térmicas) e a precipitação pluvial (exigências hídricas) (PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008).

A temperatura constitui-se no fator climático mais importante para definir a aptidão climática do cafeeiro em cultivos comerciais (CAMARGO, 1986). A faixa de temperatura média anual, característica de uma região apta para o cultivo de cafeeiro arábica, fica entre 18 e 22°C. Temperaturas entre 17°C e 18°C ou 22°C e 23°C marcam regiões marginais; e médias menores que 17°C ou maiores que 23°C marcam regiões inaptas (CAMARGO; FRANCO, 1985).

Temperaturas inferiores a 17°C proporcionam atraso no desenvolvimento do fruto e a maturação pode sobrepor-se ou ultrapassar a florada seguinte, prejudicando a vegetação e a produção do cafeeiro. Valores de temperatura extremamente baixos de 2°C a 0°C podem provocar geadas severas, prejudiciais aos cafeeiros, danificando os cloroplastos que descolorem as folhas, além de crestamento foliar no inverno (CAMARGO, 1985).

As temperaturas médias anuais superiores a 23°C associadas à seca na época do florescimento provocam abortamento floral e formação de “flores estrelinhas”, o que implica na queda de produção, principalmente nos anos em que a estação seca mostra-se mais longa ou atrasada (CAMARGO, 1985; THOMAZIELLO et al., 2000).

A temperatura não é suficiente como único parâmetro para determinar a qualidade do café, sendo também fundamental considerar as condições hídricas. Ao longo de um ano fenológico, a deficiência hídrica pode ser necessária e benéfica ou indesejável e prejudicial (ORTOLANI; PEDRO JÚNIOR; CAMARGO, 2001).

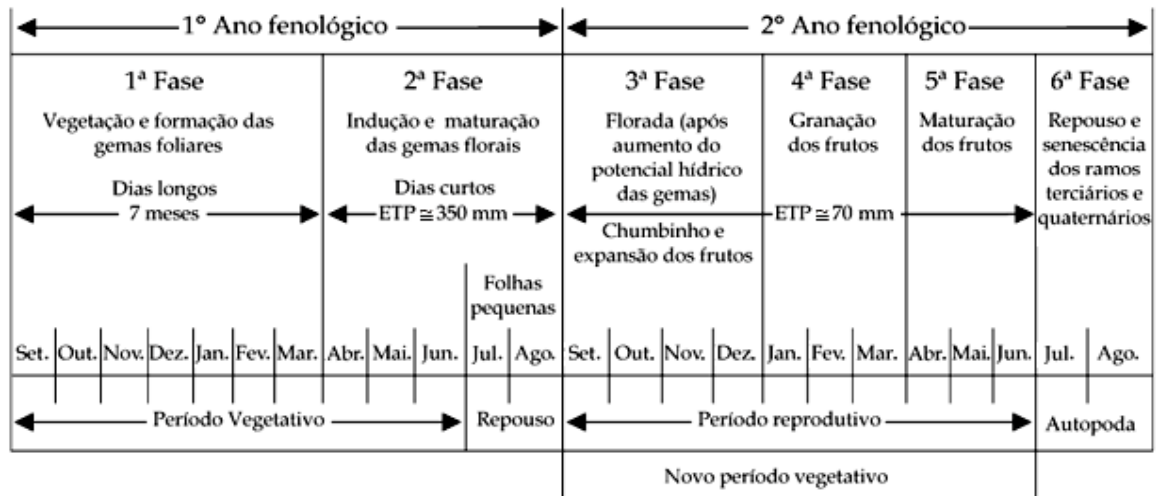
Os déficits hídricos podem levar à queda de produtividade do cafeeiro, embora seus efeitos dependam da duração e da intensidade da deficiência hídrica e do estágio fenológico em que a planta se encontra. Segundo Camargo e Camargo (2001), nos estádios fenológicos de vegetação, formação do grão e maturação, uma deficiência hídrica severa pode afetar a produtividade.

Analisando dados comparativos do balanço hídrico climatológico de várias regiões do Brasil, Camargo (1977), estabeleceu os seguintes limites ao cultivo do café arábica, com base no déficit hídrico anual: - apto (inferior a 150mm); - marginal (entre 150 e 200 mm) e - inapto (superior a 200mm).

A fenologia das plantas é influenciada pelo seu genótipo (fatores internos) e pelo ambiente (fatores externos) e entre todos os fatores que caracterizam o ambiente, os mais críticos para a fenologia do cafeeiro são a temperatura, o fotoperíodo e a precipitação pluvial, ficando o sucesso da cultura, dependente da sincronização entre as fases fenológicas e o clima local (PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008)

As relações e o grau de influência dos fatores ambientais envolvidos podem ser determinados com a ordenação das fases fenológicas da cultura (PEZZOPANE et al., 2003). Camargo e Camargo (2001) afirmam que cafeeiros da espécie *Coffea arabica* L. levam dois anos para completar seu ciclo fenológico. A Figura 1 descreve a seqüência fenológica do cafeeiro arábica para as condições tropicais do Brasil. Com isto, é possível identificar as fases que exigem água facilmente disponível no solo e aquelas nas quais é conveniente ocorrer pequeno estresse hídrico, para condicionar uma florada abundante.

Figura 1 - Esquematização das seis fases fenológicas do cafeeiro arábica, durante 24 meses, nas condições climáticas tropicais do Brasil.



Fonte: Camargo e Camargo (2001, p.66)

Para identificar os períodos de crescimento e desenvolvimento do cafeeiro foram esquematizadas seis fases fenológicas distintas, sendo duas delas no primeiro ano fenológico e quatro no segundo ano.

A primeira fase, “vegetação e formação das gemas foliares”, ocorre de setembro a março. São meses de dias longos, com fotoperíodo acima de 13 a 14 horas de luz efetiva (CAMARGO, 1985). A segunda fase, “indução e maturação das gemas florais” é caracterizada por dias curtos, indo geralmente de abril a agosto. Essas gemas florais, após completo desenvolvimento, entram em dormência e ficam prontas para a antese quando seu potencial hídrico aumentar, devido à ocorrência de chuvas ou irrigação.

A terceira fase “florada” e “chumbinho e expansão dos frutos” é a primeira do segundo ano fenológico e compreende comumente quatro meses, de setembro a dezembro. Inicia-se com a florada cerca de 8 a 15 dias após um aumento do potencial hídrico nas gemas florais maduras (choque hídrico). Uma florada principal acontece quando se verifica um período de restrição hídrica, seguido de chuvas, irrigação ou mesmo um acentuado aumento da umidade relativa do ar (CAMARGO; FRANCO, 1985). E inicia-se um novo período vegetativo que vai até o final da quinta fase.

A quarta fase é a de “granação dos frutos”, quando os líquidos internos solidificam-se, formando os grãos. Ocorre em pleno verão, de janeiro a março.

Estiagens severas nessa fase poderão resultar no “chochamento” de frutos. A “maturação dos frutos” se dá na quinta fase, compreendendo geralmente os meses de abril a junho. A maturação plena, ou seja, quando pelo menos 50% dos grãos atingem a fase de cereja, é alcançada segundo Camargo e Camargo (2001) quando o somatório de evapotranspiração potencial atinge cerca de 700 mm, após a florada principal ou plena. A sexta fase, de “repouso e senescência dos ramos terciários e quaternários”, comumente ocorre em julho e agosto.

2.3 Estudos dos sistemas de café convencional e irrigado

Muitos estudos foram elaborados ao longo dos últimos anos, voltados à cafeicultura dentre os diversos assuntos tratados e com relação ao uso de irrigação e análise econômica. Antunes et al. (2000) constataram que há efeitos benéficos da irrigação, em relação à produtividade em cafeeiros irrigados, quando comparados aos não irrigados. Ademais, esse processo propicia melhor tipo de produto e de bebida, uma vez que, com o uso da irrigação pode-se obter uma homogeneidade na produção.

Silva, Faria e Reis (2003) analisando aspectos econômicos da irrigação no café concluíram que as despesas com os recursos variáveis foram as que mais oneraram o custo total do café em todos os tratamentos com irrigação. Os itens que mais afetaram os custos de produção foram máquinas e implementos, no caso dos recursos fixos, e os gastos com insumos, no caso dos recursos variáveis. Verificou-se que houve eficiência técnica, uma vez que a produtividade média dos tratamentos foi de 54 sacas ha⁻¹, sendo que a lâmina com 100% de reposição da evaporação do tanque classe A (ECA) apresentou uma produtividade média de 68 sacas ha⁻¹. O preço da saca de café considerado foi de R\$ 120,00 (valor de 2003), sendo, nessas condições, recomendável adotar-se o tratamento com reposição de 100% de ECA.

Segundo Arêdes et al. (2007), que compararam os sistemas produtivos de café irrigado e não irrigado, o benefício econômico gerado pela elevação da produtividade da lavoura, devido à adoção de sistemas de irrigação foi maior que os custos gerados pela utilização do sistema em si. Embora o custo total da produção tenha aumentado, o custo médio de produção por saca diminuiu elevando o retorno econômico e reduzindo o tempo de recuperação do capital investido e o risco da atividade. Os mesmos autores verificaram a viabilidade econômica da produção

irrigada de café com pivô central, concluindo que a produção de café irrigado é economicamente superior a não irrigada, sendo um fator para elevação da rentabilidade e a diminuição do risco no cultivo do café.

Oliveira et al. (2010) analisaram o desempenho econômico de cafeeiros irrigados na região sul de Minas Gerais, utilizando dados de produção acumulada das 6 primeiras safras: 1999 a 2004. Considerando o preço de venda de R\$212,00 (valor de julho de 2004) por saca de café de 60 kg beneficiado, os autores concluíram que áreas de produção não irrigadas são viáveis economicamente, desde que a produtividade média seja de, no mínimo, 50,9 sacas por hectare.

Evangelista et al. (2011) realizaram trabalho semelhante, com o objetivo de estimar o custo de produção de café arábica (*Coffea arabica* L.) irrigado com pivô central. O estudo mostrou que, considerando o preço de venda de R\$ 250,00 por saca de café beneficiado praticado em 2010, a produção de café convencional somente é economicamente viável caso a produtividade média seja de, no mínimo, 38,83 sacas por ha.

Scalco et al. (2012) mostraram que o uso de irrigação por gotejo atrasa a maturação dos frutos em relação à condição convencional. Em lavouras superdensadas o rendimento de café não é alterado pelo uso da irrigação, porém, o volume de café por planta é maior. O uso da irrigação em lavouras superdensadas aumenta a produtividade, porém, a bienalidade da produção é maior em relação ao cultivo não irrigado. Apesar da ocorrência da bienalidade, tanto para cultivos não irrigados quanto para irrigados, o plantio do cafeeiro em sistema superdensado de 20.000 plantas ha⁻¹ não apresentou queda acentuada de produtividade ao longo de sete safras.

Quanto ao uso de irrigação associado ao cultivo consorciado, um estudo desenvolvido por Perdoná (2013) sobre café sombreado com variedades de macadâmia, mostrou que o crescimento dos cafeeiros melhora com o uso da irrigação. A produtividade do café foi, em média, 60% superior sob a irrigação, mas não foi afetada pelo consórcio nessa condição.

Utilizando as técnicas de poda, irrigação e adensamento Nascimento, Spehar e Sandri (2014) avaliaram o efeito de diferentes regimes hídricos na produção e

produtividade do cafeeiro orgânico adensado, recuperado após a poda de recepa, e concluíram que, no terceiro ano de recuperação após a poda, as paralisações programadas das irrigações proporcionaram produtividades compatíveis com o esperado. Irrigação durante todo o ano reduz a produção de frutos secos e chochos, contudo, aumenta a produção de frutos verdes. Quando realizada até a colheita, associada à condução do caule, a irrigação aumenta a produção de frutos cereja e reduz a produção dos frutos secos e chochos, em relação à massa total de frutos colhidos. A irrigação mantida até a colheita, associada à condução da poda de recepa, aumenta a produção e a produtividade.

Estudando o sistema de produção de café em quatro diferentes sistemas de irrigação, Souza et al. (2014) concluíram que a prática de irrigação na cafeicultura mostrou-se rentável em todos os sistemas de irrigação estudados, pagando-se o capital investido em, no máximo, seis anos. O uso do sistema de irrigação por gotejamento convencional na lavoura do café mostrou-se como o mais viável economicamente, eo sistema de irrigação com tubo de plástico perfurado apresentou o maior período de retorno do capital investido.

Na comparação de custos de produção de países produtores como o Brasil e Colômbia há diferenças típicas no sistema de produção de cada país, principalmente na colheita: na Colômbia é feita de maneira seletiva e no Brasil é mecanizada. Ramirez e Braga (2012) analisaram as diferenças entre os custos de produção dos dois países, para três tipos de produtores, usando os indicadores de custos diretos e indiretos, e concluíram que a participação do custo da mão de obra colombiana no custo total varia de 43,21% a 66,10%, e no Brasil varia de 10,89% a 52,20%. Os custos diretos e os indiretos não apresentaram diferenças significativas, sendo que o menor custo para o ano de 2008 foi de R\$ 146,34 por saca de 60kg, para a região de Antioquia, e o maior foi na região de Tolima, com R\$ 285,33/saca. Em termos de lucros, a melhor região da Colômbia foi a Antioquia, com R\$ 12.416,29/ha no ano de 2009, e, no Brasil, foi a região de Luís Eduardo Magalhães, na Bahia, com R\$ 895,31/ha. As maiores rentabilidades foram apresentadas pelas regiões da Colômbia.

Almeida Fher et al. (2012) analisaram os custos da cultura do café arábica que apresentam diferenças significativas entre alguns municípios das principais regiões

produtoras do Brasil, no período de três anos. Os resultados evidenciaram que o município de Luís Eduardo Magalhães, na Bahia, apresentou custos bem acima da média dos demais municípios, mas a produtividade foi superior em relação a outras regiões, em torno de 50 sacas de café por hectare. As variáveis com maior impacto sobre os gastos totais foram: mão de obra temporária e fixa (32%) e fertilizantes e agrotóxicos, com 30% sobre os totais gastos.

São poucos os estudos com foco em eficiência energética, na cafeicultura. Em um sistema intensivo de produção, surgem dúvidas sobre a sustentabilidade, sendo que a sustentabilidade não depende somente de um, mas sim, de um conjunto de fatores ecológicos e socioeconômicos interativamente, entre os quais aqueles associados ao uso da energia, de acordo com Almeida e Navarro (1997). Dentre os estudos Fonseca Palacim (2007) verificou que a energia agregada no balanço energético foi pouco aproveitada pela planta de café (inferior a 3,0%) e pelos seus componentes individuais e o consumo de energia variou em função do nível tecnológico. O balanço final de energia foi negativo, já que a energia produzida foi menor do que a consumida.

Turco et al. (2014) concluíram que a cada unidade de energia não renovável aplicada no sistema de cultivo orgânico de café obteve-se um retorno líquido de 6,4 unidades energéticas. Na produtividade cultural foram obtidos 5,54 kg de grãos de café para cada Mega Joule (MJ) inserido no sistema, sendo que as fontes fósseis ainda representam um papel significativo na condução do sistema orgânico.

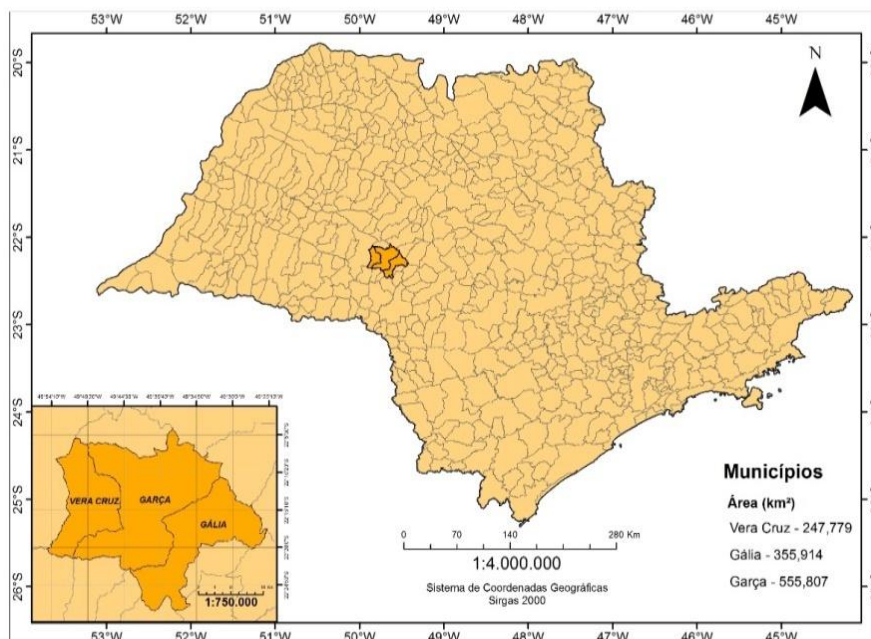
Muner et al. (2015) compararam sustentabilidade energética de três sistemas de cultivo de café: o cultivo convencional (CC), o cultivo com boas práticas agrícolas (BPA) e o cultivo orgânico (CO). Os autores concluíram que os sistemas de cultivo de boas práticas agrícolas (BPA), embora tendo uma produtividade de 17.455 MJ/ha, consumiram mais energia do que converteram, e que o sistema de cultivo orgânico (CO) se mostrou o mais sustentável.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

Este estudo foi realizado nos municípios de Gália, Garça e Vera Cruz (Figura 2) na região centro oeste do Estado de São Paulo onde ocorrem déficits hídricos em determinados períodos do ano. Esses municípios pertencem ao Escritório de Desenvolvimento Rural (EDR) de Marília, divisão administrativa implantada pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.

Figura 2 - Localização geográfica da região pesquisada, no Estado de São Paulo em 2015.



Fonte: EMBRAPA MONITORAMENTO (2015)

A região foi uma das principais produtoras de café no Estado de São Paulo em 2015, participando com 12,06%, da área em produção no Estado, com 24.253 hectares de pés de café. A produção para o ano agrícola de 2015 foi de 560 mil sacas de 60 kg de café com um valor da produção de R\$249 milhões (IEA, 2015). A produção estimada para o Brasil no ano de 2016 é de 40,3 milhões de saca de 60 Kg, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2016).

A região de Marília caracteriza-se por apresentar 69% das unidades de produção agrícola (UPA) com áreas de até 50 hectares (Tabela 1).

Tabela 1 - Estrutura fundiária das unidades de produção agrícola(UPAs), região de Marília, Estado de São Paulo, 2015.

Estrato (ha)	UPAs		Área Total	
	Nº	%	ha	%
0 a 50	3.192	68,7	55.925,7	12,5
50 a 100	490	10,5	34.714,7	7,8
100 a 200	445	9,6	61.577,8	3,8
200 a 500	348	7,5	109.370,0	24,5
500 a 1.000	106	2,3	75.512,1	17,0
> 1.000	67,	1,4	108.953,4	24,4
Total	4.648	100	446.053,7	100,0

Fonte: Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo (LUPA, 2008).

Segundo a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, as propriedades têm uma área média cultivada em café, no EDR de Marília, é de 28,6 ha (Tabela 2).

Tabela 2 - Número e área das propriedades rurais com cafeicultura nos municípios que compõem o EDR de Marília, 2015.

Município	Número de Propriedades	Área Mínima (ha)	Área Média (ha)	Área Máxima (ha)
Álvaro de Carvalho	56	0,3	24,3	263,5
Alvinlândia	41	1,0	21,8	143,2
Fernão	66	0,5	5,7	54,0
Gália	153	0,2	26,0	223,6
Garça	509	0,2	18,3	300,0
Lupércio	98	0,2	18,4	224,6
Marília	97	0,4	13,0	145,0
Oriente	10	1,2	12,9	52,0
Oscar Bressane	11	0,1	5,3	30,0
Pompéia	14	0,3	7,8	75,0
Quintana	14	0,2	7,0	54,4
Vera Cruz	150	0,2	21,2	241,3

Fonte: LUPA (2015).

De acordo com a classificação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1999), o solo na região é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico abrupto "A", moderado ou fraco, textura arenosa/média, característico da forma de relevo suave ondulado na região, com declives da ordem de 3 a 15 cm m⁻¹ (COELHO et al., 2002).

Segundo os técnicos da Casa da Agricultura, da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, na região de Marília, 38 propriedades entre 220 a 3.000 hectares possuem irrigação, com isso estima-se que a área irrigada seja de 3.750 hectares¹.

As coordenadas geográficas e altitude estão na Tabela 3.

Tabela 3 - Coordenadas geográficas e temperaturas dos municípios de Garça, Gália e Vera Cruz – SP.

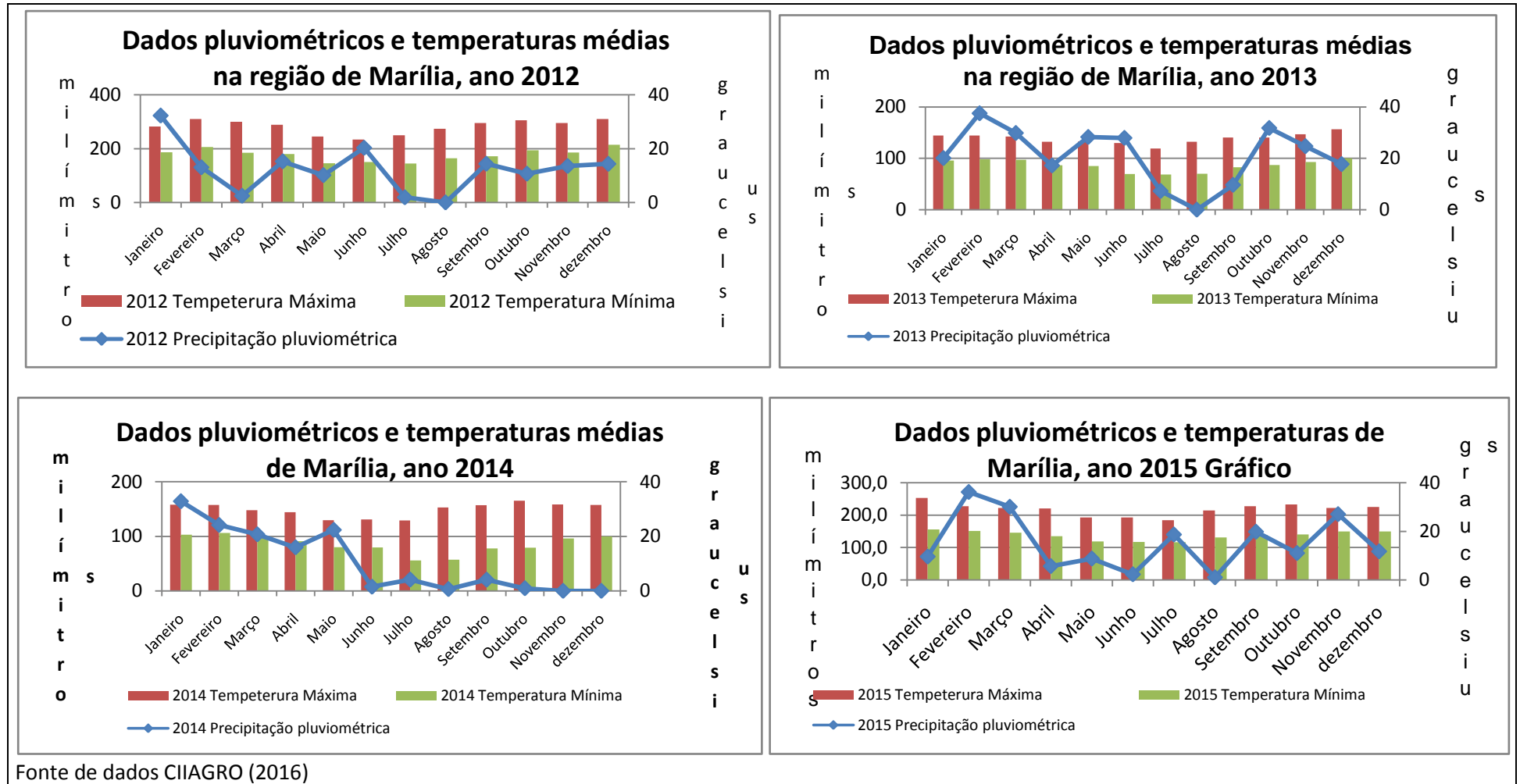
Municípios	Latitude	Longitude	Altitude
Garça	22°12'39''	49°39'21''	683
Gália	22°17'29''	49°33'10''	561
Vera Cruz	22°13'39''	49°49'10''	628

Fonte: Coelho, et al. (2002).

As precipitações pluviométricas anuais no período de 2012 a 2015 da região de Marília, na Figura 3, mostram acentuado déficit hídrico ao longo dos sete meses do ano de 2014 além das altas temperaturas passando dos 30°C nos meses de agosto a dezembro e mínimas em torno dos 10°C nos meses de julho a agosto, com isso ocorreram substanciais mudanças na fisiologia reprodutiva e vegetativa das plantas, diminuição no tamanho dos frutos, chochamento das sementes, decorrente da má formação, perdas por abortamento dos frutos. No ciclo vegetativo, ocorreu menor desenvolvimento dos ramos, com encurtamento dos internódios, prejuízo na formação de radículas e baixa indução floral por carências nutricionais (VEGRO et al., 2014).

¹DIAS, Wanderlei T. **Informação pessoal**. Engenheiro Agrônomo da Casa da Agricultura de Garça da EDR de Marília, CATI, SP, outubro, 2015.

Figura3 - Dados pluviométricos e temperaturas médias da região de Marília, ano de 2012 a 2015.



Com relação aos aspectos econômicos, o Instituto de Economia Agrícola, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (IEA/SAA), entre 2005 a 2014, a cafeicultura respondeu, em média, por 25,8% do valor da produção agropecuária na região do EDR de Marília. Quando são analisadas apenas as atividades agrícolas da região, a cafeicultura é ainda mais relevante, uma vez que foi responsável por 46,1% do valor da produção vegetal do EDR, no período considerado (Tabela 4).

Tabela 4 - Valor de produção agropecuária e vegetal do EDR de Marília e participação da cafeicultura.

Ano	Valor da Produção Agropecuária		Valor da Produção Vegetal	
	Milhões R\$	Participação Cafeicultura (%)	Milhões R\$	Participação Cafeicultura (%)
2005	306,26	18,1	129,05	42,9
2006	339,05	32,7	181,23	61,1
2007	279,26	15,1	130,82	34,3
2008	487,12	27,5	273,24	49,0
2009	504,32	24,8	286,31	43,7
2010	603,09	29,7	367,67	48,7
2011	761,27	35,3	496,85	54,1
2012	815,85	30,7	499,02	50,2
2013	757,73	19,9	433,08	34,8
2014	832,72	24,5	475,35	43,0

Fonte: IEA (2015).

3.2 Fonte de dados

A amostragem utilizada foi do tipo não probabilística intencional (COSTA NETO, 1977). Determinou-se, como critério de amostragem, que a principal fonte de renda da propriedade precisaria ser a produção de café e que seus proprietários deveriam possuir registros de dados sobre a cultura.

A coleta de dados foi realizada no período de 2014 a 2015, nos municípios de Garça, Gália e Vera Cruz, localizados no interior do Estado de São Paulo. Foram entrevistados cinco cafeicultores, utilizando-se instrumento de coleta de dados, elaborando - se questões estruturais que abordam informações que permitam conhecer melhor a realidade, obtendo dados relativos ao sistema de

produção adotado. Ocorreram algumas dificuldades para obtenção dos dados pelos produtores que se encontram relatadas no Apêndice A.

Foram levantadas as operações realizadas, os insumos utilizados em cada operação, incluindo a mão de obra e o tipo de maquinário agrícola, bem como o consumo de combustíveis, óleos, lubrificantes, graxas e gás. Esses coeficientes técnicos foram quantificados para as safras de 2012 a 2015.

Os valores das quantidades físicas dos insumos referem-se a um hectare da cultura e os preços pagos pelo produtor ao insumo, expressos em reais.

As despesas foram levantadas junto aos cafeicultores e, quando foi o caso, junto aos próprios prestadores de serviços e de insumos, representando, efetivamente, o valor executado para determinadas operações, colheita e pós-colheita.

3.3 Indicadores econômicos dos sistemas de produção de café convencional e irrigado

Para a elaboração das matrizes de coeficientes técnicos dos sistemas de produção adotou-se o conceito utilizado por Mello et al. (1988), que definem sistema de produção como o conjunto de manejos, práticas ou técnicas agrícolas realizadas na condução de uma cultura, de maneira mais ou menos homogênea, por grupos representativos de produtores.

A metodologia utilizada para a estimativa dos custos operacionais da produção foi a do Instituto de Economia Agrícola (IEA), desenvolvida por Matsunaga et al. (1976) e Martin et al. (1998) de Custo Operacional Efetivo (COE) e Custo Operacional Total (COT), onde:

- Custo operacional efetivo (COE): é o custo das despesas efetuadas com operações de máquinas e equipamentos, mão de obra e materiais consumidos ao longo do processo produtivo.

- Custo operacional total (COT): é o custo operacional efetivo acrescido de depreciação de máquinas, encargos sociais diretos (40% sobre o valor da despesa com mão de obra permanente), contribuição à seguridade social rural

(CSSR) (2,3% do valor da renda bruta) e juros de custeio² a taxa de 8,75% ao ano (VALOR ECONÔMICO, 2015). Este item embora não seja utilizado para o cálculo dos dispêndios energéticos, efetuou-se sua mensuração para a análise econômica que avalia os indicadores de rentabilidade da atividade.

Para estimativas do custo de máquinas e implementos foram construídas planilhas com dados referentes às manutenções preventivas referentes às trocas de filtros, óleos e graxa, recomendadas no manual do operador. Para cálculo dos gastos com reparos que incluem as quebras de algum componente mecânico e a substituição eventual de peças e outros, foi atribuído um percentual sobre o valor novo, transformados em custos horários, compondo-se assim os custos variáveis das máquinas (manutenção mais reparos).

O método de depreciação adotado nesta pesquisa foi o linear ou das cotas fixas, que é calculado com base no valor inicial do bem, tempo de duração desse bem e o valor final, como mostra a fórmula.

$$D = (V_i - V_f) / n \quad (1)$$

Onde: D é a depreciação por hora, V_i é o valor inicial (preço de aquisição novo ou usado em R\$), V_f é o valor final (ou de sucata em R\$), n é a hora de vida útil.

Os indicadores de rentabilidade estimados neste estudo foram baseados em Martin et al. (1998) foram:

a) Receita bruta (RB): é a receita esperada por hectare, para um preço de venda predefinido, ou efetivamente recebido, ou seja:

$$RB = R \times P_u \quad (2)$$

Onde: RB é a renda bruta, R é o rendimento por unidade de área (sc/ha), P_u é o preço unitário (R\$/sc).

²Custeio agrícola (FUNCAFÉ) é um benefício concedido aos produtores rurais, pessoa física ou jurídica que será destinado para custeiar as despesas do ciclo produtivo de lavoura permanentes ou da extração de produtos vegetais ou cultivos, colheitas, entre outros.

b) Lucro operacional: constitui a diferença entre a receita bruta e o custo operacional total (COT) por hectare.

$$LO = RB - COT \quad (3)$$

Onde: LO é o lucro operacional, RB é a renda bruta, COT é o custo operacional total;

O indicador lucro operacional (LO) mede a lucratividade da atividade no curto prazo, mostrando as condições financeiras e operacionais da atividade.

c) Índice de lucratividade (IL): este indicador mostra a relação entre o lucro operacional (LO) e a receita bruta, em percentagem. É uma medida importante de rentabilidade da atividade agropecuária, uma vez que mostra a taxa disponível de receita da atividade, após o pagamento de todos os custos operacionais, encargos, etc., inclusive as depreciações.

$$IL = (LO / RB) * 100 \quad (4)$$

Onde: IL é o índice de lucratividade, LO é o Lucro operacional, RB é a Receita bruta

Para facilitar a análise entre os indicadores econômicos e os energéticos, procurou-se classificar os *inputs* econômicos, da mesma forma que os *inputs* energéticos, conforme segue:

a) Custos da energia direta de origem biológica:

- Mão de obra.

b) Custos da energia direta de origem fóssil:

- Diesel, óleos lubrificantes, graxas.

c) Custos de energia indireta de origem industrial:

- Custo horas de máquinas e implementos (depreciação) sistema de irrigação, energia elétrica, adubos, defensivos, corretivos de solo e micronutrientes.

3.3.1 Custos de energia direta de origem biológica

Neste tópico são apresentados os itens de custos de energias diretas de origem biológica e a forma como foram convertidas em unidades monetárias para expressar o custo desses itens.

Mão de obra

As estimativas do custo da mão de obra foram consideradas permanentes com vínculo empregatício, e em regime de contratação temporária, com base na quantidade de horas necessárias para efetuar determinada operação e os valores médios pagos pelos cafeicultores. Obteve-se o custo da mão de obra multiplicando-se os rendimentos das operações manuais ou mecanizadas, pelo valor correspondente às horas trabalhadas dos salários médios pagos pelos cafeicultores.

3.3.2 Custos da energia direta de origem fóssil

Combustíveis, óleos lubrificantes e graxa

As despesas com diesel e óleos lubrificantes foram estimadas por meio do consumo por hora dos tratores e implementos, bem como, os preços médios vigentes destes insumos nos anos de 2012 a 2015.

3.3.3 Custo de energia indireta de origem industrial

3.3.3.1 Máquinas e implementos

O custo com máquinas e implementos foi estimado multiplicando-se as horas trabalhadas pelo valor das somatórias dos custos com manutenção e depreciação.

3.3.3.2. Adubos, micronutrientes, defensivos e corretivos de solo

As despesas com insumos foram estimadas multiplicando-se as quantidades gastas por hectare, pelos preços unitários pagos pelo produtor, tendo como base os valores médios dos anos de 2012 a 2015, conforme mostra a Tabela 2 e 3 (Apêndice A, p.83 e 84) para os sistemas de café convencional e irrigado. Para o cálculo econômico utilizou-se os dados das notas fiscais obtidas na transação comercial, nas quais estão discriminados os insumos adquiridos. Desta forma,

por meio dessas informações foram obtidos os dados necessários para os cálculos econômicos.

3.3.3.3 Energia elétrica

O custo da energia elétrica utilizada é o valor do consumo utilizado multiplicado pelo preço do kWh^{-1} .

3.3.3.4 Custos do sistema de irrigação

O custo do sistema de irrigação foi obtido através das somatórias dos gastos com reparos, despesas de operação e depreciação.

3.4 Dispêndios energéticos do sistema de produção de café

A classificação dos tipos de *inputs* energéticos e suas respectivas fontes e formas esquematiza-se da seguinte maneira:

- a) Energia direta de origem biológica: mão de obra.
- b) Energia direta de origem fóssil: diesel, lubrificante e graxa.
- c) Energia indireta de origem industrial: máquinas e implementos, adubos, defensivos corretivos de solo e micronutrientes, irrigação e energia elétrica.

A unidade adotada para o estudo energético foi o megajoule (MJ). O índice de conversão do joule (J) em caloria (cal) correspondeu a 0,24, ou seja, 1 MJ equivale a 238,84 kcal.

3.4.1 Energia direta de origem biológica

Mão de obra

A energia contida na mão de obra, nas operações realizadas no manejo do cafezal, foi determinada multiplicando-se o rendimento de cada operação dos sistemas de café convencional e irrigado e o coeficiente energético adotado de acordo com a equação:

$$ET_{MO} = CE_{MO} \cdot R \quad (5)$$

Onde: ET_{MO} é a energia total da mão de obra, MJha^{-1} , CE_{MO} é o coeficiente energético, MJh^{-1} , R é o rendimento, ha^{-1} .

O coeficiente energético adotado foi de $2,2 \text{ MJh}^{-1}$, de acordo com Campos et al. (1998) e igualmente utilizado por Oliveira Júnior e Seixas (2006), Assenheimer, Campos e Gonçalves Júnior (2009), Campos et al. (2009) e Innocente (2015).

3.4.2 Energia direta de origem fóssil

Combustível, lubrificante, graxa e gás

Os coeficientes energéticos adotados foram os citados no Balanço Energético Nacional, divulgado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), do Ministério de Minas e Energia (MME) (BRASIL, 2013), considerando a densidade específica de cada produto.

Deve-se acrescentar 14% ao valor do poder calorífico dos produtos derivados de petróleo, devido aos maiores custos energéticos para seus processamentos (MELLO, 1989), conforme mostra a Tabela 5.

Tabela 5 - Coeficientes para conversão de unidades físicas em unidades energéticas

Entradas (<i>inputs</i>)	Unidade Energética (MJ)	Fonte
Óleo diesel	42,29	(BRASIL, 2013)
Óleo lubrificante	42,37	(BRASIL, 2013)
Graxa	39,07	(BRASIL, 2013)
Gasolina	32,22	(BRASIL, 2009)
Gás GLP	46,60	(BRASIL, 2015)

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2015)

3.4.3 Energia indireta de origem industrial

3.4.3.1 Corretivo de solo

Para a correção de solo foram utilizados calcário e gesso. Essa prática é feita depois da análise de solo que ocorre em todo ano agrícola, geralmente no mês de maio. A função do calcário é a correção do solo, principalmente pela elevação da CTC (capacidade de troca de cátions), adequação da saturação por bases (V%), aumento do pH e fornecimento de cálcio e magnésio como nutrição para as plantas. A função do gesso é diminuir a toxidez do alumínio no solo facilitando assim o desenvolvimento do sistema radicular da planta, além do fornecimento de cálcio e enxofre para as plantas.

Para o calcário seguiu-se a recomendação de Bueno (2002), em 0,17 MJ/kg. Não foi possível encontrar na literatura específica o valor para o gesso e, em razão da proximidade da função de corrigir o solo, foi adotado o mesmo valor do calcário citado por Vieira (2007).

3.4.3.2 Máquinas e implementos

A determinação da depreciação energética com máquinas e implementos foi a mesma utilizada por Comitre (1993) e Bueno (2002). Para tanto, buscou-se o peso de máquinas e implementos por meio de catálogos, dados disponibilizados nos respectivos sites e informações obtidas com os representantes. Tais pesos são definidos como massa ou peso de embarque, conforme Borges (2001 apud BUENO, 2002), isto é, sem contrapeso, sem pneus, sem operador e com tanque de combustível com 20 litros de óleo diesel. O peso dos pneus seguiu os indicadores de Vieira (2007).

Portanto, para o cálculo da depreciação:

$$\text{Depreciação energética} = (a + b + c + d) / \text{vida útil} \quad (6)$$

Onde: a é o peso das máquinas e implementos x coeficiente energético correspondente, b é 5% de " a " (percentual de reparos), c é o número de pneus x peso x coeficiente energético de referência e d é 12% de ($a + b + c$) (percentual de manutenção).

Os coeficientes energéticos correspondentes a cada tipo de máquina e implementos foram os apresentados por Comitre (1993), como sendo 2.061 Mcal/t para distribuidor de calcário e Adubadora e pulverizadores para os defensivos. Para o uso de rastelo, trincha (triturar os restos culturais no meio da rua de café) e carreta 1.995 Mcal/t. Para os demais veículos, tratores, colheitadeiras e implementos na colheita foram utilizados 3.494 Mcal/t. Para os pneus o coeficiente utilizado foi de 20.500 Mcal/t. Esses valores energéticos também foram utilizados por Castanho Filho e Chabaribery (1983), Bueno (2002) e Vieira (2007).

3.4.3.3 Fertilizantes químicos

As formulações do adubo químico e suas respectivas quantidades, utilizadas em cada fase dos tratamentos culturais, encontram-se na Tabela 13 (Apêndice 2, p.101). Para o adubo seguiu-se a recomendação de Serra, Moreira e Goldemberg (1979) como sendo N (13.875 kcal/kg), P₂O₅ (1.665 kcal/kg) e K₂O (1.110 kcal/kg). Esses valores foram também utilizados por Castanho Filho e Chabaribery (1983), Comitre (1993) e Bueno (2002). Para o micronutriente, em razão de não terem sido encontrados valores específicos na literatura para este composto, adotou-se o valor calórico do sulfato de cobre de 400 kcal kg⁻¹ ou 1,67 MJ (FERRARO JR, 1999).

3.4.3.4 Herbicidas, inseticidas, fungicidas, acaricidas e espalhante

Pela dificuldade de encontrar o valor calórico específico de cada insumo utilizado no manejo dos cafezais adotou-se 278 MJ kg⁻¹ para inseticidas, 288 MJ.kg⁻¹ para herbicidas e 276 MJ kg⁻¹ para fungicidas e acaricidas, conforme os trabalhos de Unakitan, Hurma e Yilmaz (2010) que consta na Tabela 13 (Apêndice B, p.102). Para o cálculo energético utilizou-se os dados das notas fiscais obtidas na transação comercial, nas quais estão discriminados os insumos adquiridos. Desta forma, por meio dessas informações foram obtidos os dados necessários para os cálculos energéticos.

Não foram encontrados, em nenhuma literatura, valores energéticos correspondentes ao espalhante adesivo Agral e adjuvante Nimbus e, por essa razão não foram considerados neste trabalho.

3.4.3.5 Sistema de irrigação

No sistema de irrigação por gotejamento, a água é aplicada de forma pontual através de gotas diretamente ao solo, por meio de uma tubulação subterrânea, ao longo de uma linha de plantio com um gotejador a cada 70 cm. A água é captada dentro das propriedades, através de bombas com capacidade de 40 cv e transportadas por tubulações de PVC até o reservatório central. A água é filtrada e redistribuída para reservatórios menores onde receberá os produtos para fertirrigação e quimificação e será distribuída pelo sistema através de monitoramento por sensores até os subsistemas instalados no campo. A quantidade de água é medida pela vazão que chega ao sistema de irrigação.

Para cada hectare existem três subsistemas que são ligados automaticamente, sendo que cada subsistema consome, em média, 23m^3 de água. Para o cálculo do valor calórico, baseou-se nos dados médios do consumo de água na irrigação com o valor de 0,131 kwh por m^3 de água (Lima et al., 2005).

A energia elétrica se obteve pelo consumo da captação, condução e aplicação utilizando duas bombas hidráulicas com capacidade de 40 cv e 5cv, em kwh, no período avaliado, os valores de equivalência energética da energia elétrica foram retirados a partir do Balanço Nacional de Energia (2015) de 1 kwh e igual a 3,6 MJ.

3.4.3.6 Indicadores Energéticos

Para análise de eficiência energética foram determinados quatro indicadores: produtividade cultural, eficiência cultural, eficiência energética e balanço energético. O primeiro mostra a quantidade de produto dividido por entradas energéticas; o segundo demonstra a relação existente entre as saídas e as entradas energéticas totais por unidade de área; o terceiro mostra a razão entre as saídas energéticas e as entradas de energias não renováveis; e o último indicador demonstra as energias totais menos as entradas de energia não renováveis.

A saída energética considerada foi a de produção física de kg de grãos de café obtido e multiplicada pelo seu valor calórico de 23,11 MJ.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentadas as características das propriedades pesquisadas, o sistema de produção do café irrigado e convencional e os resultados referentes ao custo de produção e da rentabilidade econômica. Igualmente é apresentada a estrutura de dispêndios energéticos do sistema de produção de café irrigado e convencional.

As propriedades pesquisadas têm áreas médias cultivadas de 140 hectares, que são divididos em talhões, com média de 4.000 pés de cafés. As variedades mais cultivadas conforme mostra a Tabela 6 são Obatã, Mundo Novo e Ouro Verde, da espécie arábica. A escolha dessas variedades é relacionada ao tempo de maturação dos frutos, uma característica importante das variedades, pois, pode facilitar ou dificultar o manejo da colheita (GUERREIRO; FAZUOLI; AGUIAR, 2006).

Os espaçamentos utilizados são, em sua maioria, de 4,00 x 1,50m e 3,30 x 0,65m em sistema semiadensado. Segundo Paulo, Furlani Jr. e Fazuoli (2005), as variações nos espaçamentos de plantio entre as linhas e entre as plantas nas linhas provocam consideráveis impactos econômicos, não apenas pela influência na produtividade, mas, pela alteração no manejo da lavoura.

Tabela 6 - Características dos produtores de café convencional e irrigado por gotejo

Municípios	Produtor	Área Total de Café de Irrigado ha	Área Total de Café Convencional ha	Espaçamento (m)	Variedade	Média de número de planta ha
Vera Cruz	1	120	-	3,80 x 0,65 3,30 x 0,65	Obatã, Mundo Novo, Iapar	2.500 a 5.000
Vera Cruz	2	46	64	4,00 x 0,65 3,50 x 0,65 4,00 x 2,00 3,30 x 0,65	Mundo Novo, Icatu, Acaiá, Iapar, Obatã, Ouro Verde	2.500 a 5000
Garça	3	90	-	3,30 x 0,65 4,00 x 1,50 4,00 x 2,00 3,80 x 2,50	Obatã, Mundo Novo, Ouro Verde, Catuaí	2.500 a 5.000

Garça	4	-	50	3,50 x 0,60	Icatu, Obatã	4.000
Gália	5	112	213	3,30 x 0,65 4,00 x 1,50 3,80 x 2,50	Obatã, Mundo Novo, Ouro Verde, Catuaí, IAC 125	2.500 a 5.000

Fonte: Dados da pesquisa

Na aquisição dos insumos pelos produtores, ocorre a troca de sacas de café beneficiados por insumos agrícolas como fertilizantes e defensivos, uma prática conhecida no mercado agrícola como **barter** (troca). O agricultor paga os insumos com sua própria produção, ou seja, com sacas de café de 60 kg beneficiado, pelo valor de mercado do dia. As fornecedoras desses insumos repassam os produtos agrícolas já beneficiados para as *tradings*, que são empresas especializadas na compra e venda de grãos.

4.1 Sistema de produção

O sistema de produção foi caracterizado pelas atividades relativas aos tratos culturais, com destaque para o sistema de irrigação (no caso para as áreas irrigadas), colheita e pós colheita para os dois sistemas estudados conforme mostra a Tabela 7.

Tabela 7 - Fases e épocas de realização das operações da produção de café nas propriedades pesquisadas no período de 2012 a 2015.

Operações		Quantidade de vezes em que é realizada	Maquinário	Período de realização
				(Mês do ano)
Tratos culturais	Análise de solo	1	Trado	Abril
	Distribuição de calcário	1	Trator + distribuidor de calcário	Maio
	Distribuidor de gesso	1	Trator + distribuidor de gesso	Maio
	Pulverizações	5 a 6	Trator + pulverizador	Dezembro a maio
	Adubações	5	Trator + adubadora	Outubro a fevereiro
	Irrigação+ fertirrigação	6	Bomba hidráulica + gotejadores	Outubro a fevereiro
	Irrigação +quimificação	5	Bomba hidráulica + gotejadores	Dezembro a maio

Colheita	Arruação do pé de café ou rastelo	2	Trator + rastelo	Abril
	Triturar os resíduos nas entrelinhas	1	Trator + trincha	Abril
	Derriça na linha	1	Trator + KTR ou K3	Maio a agosto
	Derriça lateral	1	Trator + Kokinha	Julho a setembro
	Derriça manual	1		Julho a agosto
	Rastelar	1	Trator + rastelo	Julho a setembro
	Abanação	1	Trator + cata café	Agosto a setembro
Pós - colheita	Lavar o café	1	Lavador de café	Maio a setembro
	Terreiro	1	Moto	Maio a setembro
	Secador de café	1	Secadores	Maio a setembro
	Beneficiamento	1	Beneficiadora	Agosto a dezembro

Fonte: Dados da pesquisa

4.2 Custos máquinas e implementos

O uso de máquinas e implementos pelos produtores de café nos dois sistemas é de extrema importância. Conforme a metodologia citada, os custos horários calculados mais a depreciação para tratores e implementos, são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Custo horário e depreciação horária de máquinas e implementos utilizados no cálculo do custo de produção de café irrigado e convencional, ano 2012 a 2015, em R\$.

Implementos	Descrição	Anos				
		2012	2013	2014	2015	
Trator	BF 65	Custo hora	29,69	31,49	32,41	31,81
		Depreciação	9,23	9,16	10,98	10,43
Trator	BF 75	Custo hora	30,86	31,09	32,09	31,77
		Depreciação	8,23	9,77	11,43	10,9
Pá carregadeira	Hidráulica	Custo hora	31,36	36,57	37,21	37,21
		Depreciação	16,00	17,01	18,83	18,83
Distribuidora calcário	DCA 5500 RD	Custo hora	1,98	2,96	3,56	3,96
		Depreciação	2,96	1,98	2,36	2,61
Adubadora	Komander 22 CD	Custo hora	2,80	5,00	2,95	3,34
		Depreciação	4,11	3,00	1,98	2,22
Pulverizador	Arbus 2000	Custo hora	6,51	6,48	10,72	8,58
		Depreciação	6,21	6,23	10,46	8,29
Roçadeira	LD142 TF	Custo hora	1,74	1,06	1,63	3,74
		Depreciação	1,72	0,79	1,95	2,49
Colheitadeira	KTR	Custo hora	34,52	37,12	37,21	33,99

		Depreciação	13,22	15,83	17,9	11,90
Colheitadeira	Kokinha	Custo hora	3,96	6,32	6,05	7,92
		Depreciação	4,22	4,34	6,11	5,34
Trincha	TRL 160	Custo hora	2,68	2,97	3,86	5,05
		Depreciação	2,44	2,66	3,58	4,79
Carreta	Reboke 5000	Custo hora	0,59	1,24	1,224	1,02
		Depreciação	0,32	1,60	1,33	0,95
Cata Café	Abanadeira	Custo hora	5,47	5,91	12,0	7,41
		Depreciação	5,21	5,66	12,06	7,12
Bomba hidráulica	5 cv WEG	Custo hora	0,50	0,51	0,56	0,63
		Depreciação	0,23	0,24	0,29	0,60
Lavador de café	LSC -20P	Custo hora	5,7	5,80	5,87	5,99
		Depreciação	5,21	5,25	5,60	6,02
Rastelo	Varre café	Custo hora	1,62	1,62	2,03	4,35
		Depreciação	1,36	1,36	1,77	4,08
Secador de grãos	PA- SR/15	Custo hora	8,63	9,64	10,26	10,68
		Depreciação	8,33	9,37	10,00	10,41
Beneficiadora	PA DESC/800	Custo hora	5,47	5,89	6,51	7,55
		Depreciação	5,21	6,19	6,51	7,29

Fonte: Dados da pesquisa

4.3 Análise econômica

4.3.1 Produtividade (Q)

A Tabela 9 apresenta a produtividade do café dos produtores pesquisados, nos anos de alta (anos de 2013 e 2015) e menor produção (anos de 2012 e 2014), para representar a bialidade produtiva da cafeicultura. Na análise dos resultados é importante observar que os anos de 2013 e 2014 apresentaram déficits hídricos elevados que, segundo Vegro et al. (2014a), foi de 260 mm na região de Marília – Garça, no ano de 2014 (Figura3).

Tabela 9 - Produtividade por hectare dos produtores, de 2012 a 2015

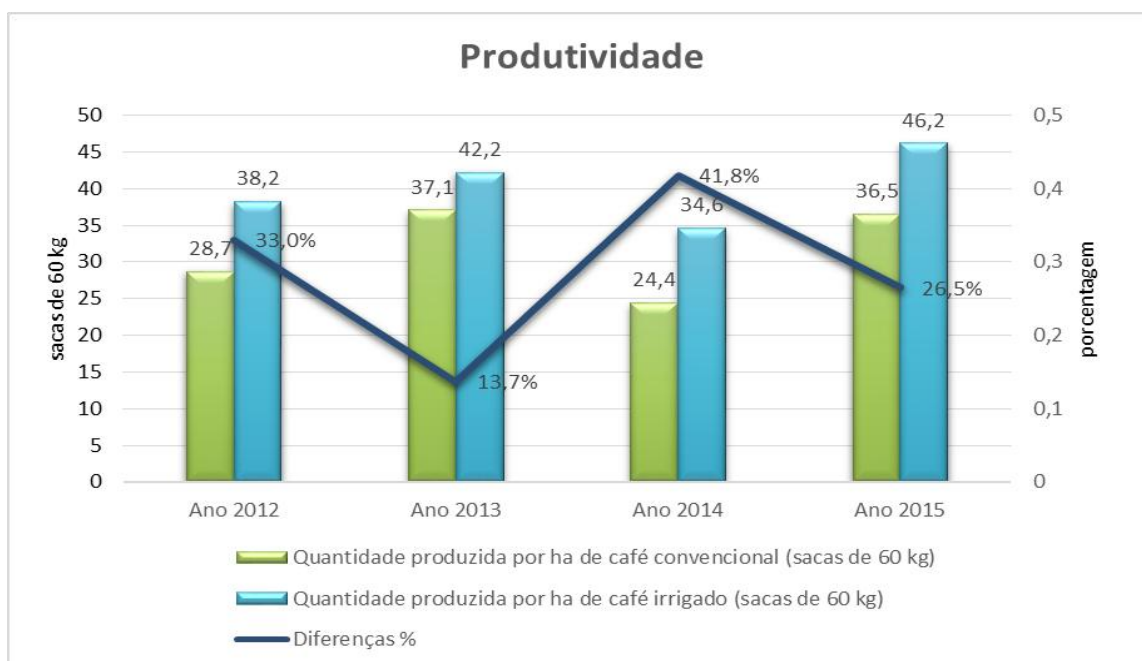
Produtores	Quantidade produzida por ha de café convencional (sacas de 60 kg)				Quantidade produzida por ha de café irrigado (sacas de 60 kg)			
	Ano 2012	Ano 2013	Ano 2014	Ano 2015	Ano 2012	Ano 2013	Ano 2014	Ano 2015
P1	34,0	38,0	31,0	37,0	42,0	49,9	43,0	52,0
P2	29,3	30,3	18,3	28,7	37,8	46,9	32,1	44,7
P3	22,9	43,0	24,0	44,0				
P4					33,8	35,7	29,4	36,6
P5					39,5	36,6	33,9	51,6

Fonte: Dados da pesquisa.

Dos três produtores de café convencional estudados e que são tecnificados, apenas um produtor obteve 18,3 sacas de café beneficiado de 60kg/ha no ano de 2014, um valor abaixo da média dos produtores da região que é de 20,0 sacas de café por hectare. A produtividade média para todos os produtores de café convencional e irrigado no ano de 2014 foi baixa, em comparação aos anos anteriores, devido ao déficit hídrico ocorrido no período que, associado às altas temperaturas, ocasionaram a queda de produtividade do cafeeiro, além de lesões nas folhas, o que danificou os cafeeiros. Esse problema afetou os dois sistemas de produção, sendo que no sistema irrigado o dano foi menor, a irrigação por gotejo possibilitou minimizar as perdas nas fases mais importantes da fenologia do café como a florada, chumbinho e expansão dos frutos, possibilitou um desenvolvimento melhor, ocasionando uma menor perda da produção.

As análises das médias de produtividade nos quatro anos de produção de café, mostradas na Figura 4, apontam que o sistema irrigado produz 10,4 sacos de 60 kg a mais do que o sistema convencional.

Figura 4 - Produtividades médias das produções de café convencional e irrigado dos produtores pesquisados e diferenciais percentuais.



Fonte: Dados da pesquisa

Os cafeicultores no sistema irrigado obtiveram uma produtividade média maior no ano de 2015, com 46,2 sacas de 60 kg/ha e a segunda maior no ano de 2013 com 42,2 sacas por hectare. A maior produtividade média obtida para o sistema convencional foi de 37,1 sacas de 60 kg/ha em 2013. Em seguida foram obtidas produtividades médias de 36,5 sacas por hectare e 28,7 sacas/ha nos anos de 2015 e 2012 respectivamente.

A Figura 4 mostra que o café de sistema irrigado obteve uma produtividade superior àquela do café de sistema convencional. As maiores diferenças ocorreram nos anos de 2012 e 2014 (denominados anos de baixa) com 33,1% e 41,8%, respectivamente. Nos anos de alta, 2013 e 2015, as diferenças percentuais foram menores que aquelas observadas nos anos de baixa produção, 13,7% e 26,5%, respectivamente. Os resultados mostram que a irrigação, além de melhorar a produtividade das lavouras, reduz a queda na produtividade nos anos de menor produção de grãos. O uso regular da irrigação nos períodos fenológicos críticos resultou em diferença positiva na produtividade no ano de 2015, superando o problema de estiagem ocorrido no ano de 2014, ao contrário da produção de café convencional.

Os resultados encontrados por Fernandes et al. (2016), foram semelhantes aos encontrados neste trabalho, quando numa análise de 8 anos de condução do experimento, o período mais seco ficou compreendido entre abril a setembro, sendo mais acentuado em alguns anos que em outros; o ano mais crítico foi de 2014, com precipitação total de 1.054 mm, praticamente igual a evapotranspiração da cultura, de 955 mm. Neste ano, o déficit foi muito acentuado desde o início do ano, com valores totais de 73 e 48 mm, respectivamente para janeiro e fevereiro, ocorrendo uma baixa produção.

Carvalho (2013) concluiu em seu estudo que o aumento da densidade dos pés de café favorece o aumento da eficiência no uso da água no sistema e considerando-se a margem de contribuição da irrigação no custo de produção é compensatório para o cafeicultor o investimento no sistema irrigado.

4.3.2 Preço (P)

Para efetuar a comercialização, que é realizada pelos próprios produtores, faz-se a classificação dos grãos, abrangendo o tipo de café (número de defeitos), tamanho do grão (peneira) e a qualidade da bebida. Os critérios dessa avaliação por tipo são o aspecto e a quantidade de defeitos presentes em uma amostra de 300 gramas de café beneficiado. Essa classificação por tipo admite sete valores decrescentes, de 2 a 8, segundo a Tabela Oficial Brasileira de Classificação. Cada tipo corresponde a um maior ou menor número de defeitos, como grãos imperfeitos ou impurezas, contidos na amostra. Os grãos passam pela classificação de cor, peneira e, finalmente, pela prova da xícara que determina a qualidade da bebida, realizada pela análise sensorial, por provadores treinados para diferenciar os cafés segundo os seus sentidos, em ordem decrescente e de acordo com a tabela oficial de classificação. O café é classificado como: estritamente mole, mole, apenas mole, dura, riado, rio e rio zona. O resultado dessa classificação determinará o preço de venda do produto.

Na Tabela 10 são apresentados os preços médios recebidos efetivamente pelos produtores de café arábica, saca de 60 kg, na região de Marília pesquisados nesse trabalho e os publicados pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP). As diferenças entre os preços do café beneficiado são referentes à qualidade do grão de café e à classificação do tipo de bebida comercializada. Os preços médios recebidos pelos produtores da região de Marília nos anos de 2012, 2013 e 2015 foram os maiores em comparação aos preços do CEPEA. O menor valor no ano de 2014 recebido pelo produtor pode estar atrelado com a qualidade do grão ofertado, devido às perdas por déficits hídricos e altas temperaturas.

Tabela 10 - Preço médio da saca de café, recebido pelos produtores, em grãos nos anos de 2012 a 2015.

Ano	Preço médio recebido pelos produtores (R\$/sc 60 kg)	Preço médio recebido CEPEA (R\$/sc 60 kg)
2012	426,07	390,00
2013	369,72	288,94
2014	309,28	415,84
2015	509,16	451,49

Fonte: Dados da pesquisa. CEPEA/ESALQ (2015)

Os preços médios recebidos pelos produtores foram utilizados para estimar a receita bruta de cada ano analisado.

4.3.3 Custo (C)

Na Tabela 11 é apresentado o custo operacional de produção para a cultura de café no sistema convencional, por hectare, nos períodos de 2012 a 2015. No ano de 2012 foi observado o menor valor do custo operacional total de café convencional, no valor de R\$ 8.230,80. O ano de 2014 foi identificado com o menor nível de produção (Figura 3) e apresentou custo operacional total de R\$ 8.600,57 e no ano de 2015 o maior custo operacional num total de R\$10.248,16.

As informações sobre o custo operacional efetivo (COE) para os diferentes anos estão detalhadas nas Tabelas de 3 a 6 (Apêndice 1, p.78 a 82).

Tabela 11.- Estimativa de custo operacional total, por categoria de energia, em R\$ ha⁻¹, no sistema de produção de café convencional.

Especificações	Ano 2012	Ano 2013	Ano 2014	Ano 2015
Energia direta de origem Biológica				
Mão de obra				
Tratos culturais	106,30	112,79	111,95	126,59
Colheita	157,33	201,88	227,50	231,42
Pós colheita	209,73	99,88	115,48	118,09
Subtotal	338,88	414,55	454,93	464,24
Energia direta de origem Fóssil				
Combustíveis				
Gasolina	102,22	108,42	77,76	152,88
Subtotal	102,22	108,42	77,76	152,88
Energia indireta de origem Industrial				

Maquinas e equipamentos				
Tratos culturais	796,13	933,39	940,15	970,06
Colheita	1.348,69	1.436,75	1.580,58	1.537,7
Pós colheita	164,56	175,05	143,41	232,70
Subtotal	2.309,38	2.555,19	2.664,14	2.740,13
Insumos				
Corretivos de solo	104,58	196,94	88,20	227,00
Alubos e micronutrientes	3.884,98	3.110,50	3.855,00	4.288,40
Subtotal	3.989,56	3.307,44	3.943,32	4.515,54
Defensivos				
Fungicida	528,48	500,54	412,68	539,10
Acaricida	90,25	134,40	109,20	120,00
Herbicida	28,72	155,52	89,78	89,25
Inseticida	118,83	301,58	164,40	631,60
Subtotal	766,28	1.092,04	776,06	1.379,95
Outros gastos				
Análise do solo	30,00	32,00	36,00	40,00
Gás para secador	13,04	15,32	14,01	16,48
Subtotal	43,04	47,32	50,01	56,48
Custo Operacional Efetivo (COE)	7.549,36	7.523,96	7.966,22	9.309,22
<hr/>				
Contribuição de seguridade social ¹	281,24	315,48	173,56	427,43
Encargos Sociais ²	135,55	165,82	181,97	185,69
Encargos financeiros ³	264,23	263,37	278,82	325,82
TOTAL (COT)	8.230,80	8.267,63	8.600,57	10.248,16

Fonte: Dados da pesquisa

¹ Contribuição à Seguridade Social Rural (CSSR) (2,3% do valor da renda bruta).

² Encargos Sociais (40% sobre o valor da despesa com mão de obra). ³ Encargos financeiros (8,75% a.a.)

O item insumos foi o de maior desembolso no custo de produção. Dentre esses, os adubos e micronutrientes (Tabela 12), foram os que mais oneraram os custos operacionais efetivos, nos quatros períodos estudados. O uso de máquinas e implementos no sistema convencional foi o segundo item mais importante no desembolso realizado pelos produtores e a fase de colheita foi a que mais utilizou número de horas/ máquinas apresentando maior impacto no custo.

Na Tabela 12 é apresentado o custo operacional, desagregado pelas categorias de energia em R\$ ha⁻¹, em cada período da produção de café irrigado com gotejo.

Tabela 12 - Estimativa de custo operacional total, por categoria de energia, em R\$ ha⁻¹, no sistema de produção de café irrigado.

Especificações	Ano 2012	Ano 2013	Ano 2014	Ano 2015
Energia direta de origem Biológica				
Mão de obra				
Tratos culturais	94,14	109,11	126,48	141,83
Colheita	355,94	388,82	452,07	506,22
Pós colheita	109,90	117,89	139,82	156,42
Subtotal	565,65	615,82	718,37	804,44
Energia direta de origem Fóssil Combustíveis				
Gasolina	75,32	108,42	112,32	121,68
Subtotal	75,32	108,42	112,32	121,68
Energia indireta de origem Industrial				
Maquinas e equipamentos				
Tratos culturais	859,70	93,80	1.021,93	958,78
Colheita	3.009,4	3.244,75	3.562,43	3.26,18
Pós colheita	83,33	126,42	132,59	260,65
Subtotal	3.952,37	4.304,97	4.716,95	4.545,61
Insumos				
Corretivos de solo	192,00	164,76	95,00	310,00
Adbos e micronutrientes	3.849,03	3.301,52	4.058,51	3.729,04
Subtotal	4.041,03	3.466,28	4.153,51	4.039,04
Defensivos				
Fungicida	352,57	386,39	279,24	393,26
Herbicida	48,62	21,55	68,49	48,43
Inseticida	334,76	306,76	377,20	261,80
Subtotal	735,95	714,70	724,93	703,49
Outros gastos				
Análise do solo	30,00	32,00	36,00	40,00
Sistema de irrigação	157,10	115,52	242,56	322,89
Gás para secador	15,25	15,98	14,01	19,43
Taxa de outorga	100,70	100,70	100,70	100,70
Subtotal	303,05	264,20	394,27	483,32
Custo Operacional Efetivo (COE)	9.673,37	9.474,39	10.820,35	10.697,28
Contribuição de seguridade Social ¹	374,34	358,85	246,12	541,03
Encargos Sociais ²	226,26	245,92	287,34	321,77
Encargos Financeiros ³	338,57	331,60	378,71	374,40
Custo Operacional Total (COT)	10.612,54	10.410,76	11.732,52	11.934,48

Fonte: Dados da pesquisa

¹ Contribuição à Seguridade Social Rural (CSSR) (2,3% do valor da renda bruta).

² Encargos Sociais (40% sobre o valor da despesa com mão de obra).

³ Encargos financeiros (8,75% a.a.).

Os custos operacionais efetivos no sistema irrigado (Tabela 12) mostram que o uso de máquinas e implementos no item colheita, nos quatro períodos analisados, foram os itens mais dispendiosos e o segundo item mais oneroso foi o de adubos e micronutrientes. O ano de 2015 apresentou o maior valor R\$11.934,48. No ano de 2014 os custos operacionais totais foram de R\$11.72,52, o sistema irrigado apresentou queda na produção como mostra a Figura 4. O ano de 2013 foi o menor custo nos quatro anos estudados.

Comparando-se os dois sistemas de produção, observa-se que o item mão de obra em todos os períodos de 2012 a 2015 foi o valor de menores despesas, sendo que no irrigado o valor é maior que o de sistema convencional. A colheita é fase mais onerosa nos dois sistemas, os custos são elevados desse item, embora no sistema irrigado seja utilizando um número menor de horas de trabalho manuais.

Analisando a composição percentual dos custos operacionais efetivos (Figura 5), verifica-se que no sistema irrigado, a participação dos custos de máquinas e implementos é muito importante, em todos os períodos analisados e apresenta participação acima de 41%, mesmo sendo um pouco menor no ano de 2012. O segundo item mais importante para o sistema irrigado em termos de custos é representado pelos insumos (adubos e micronutrientes) com uma participação acima de 35% em todos os períodos.

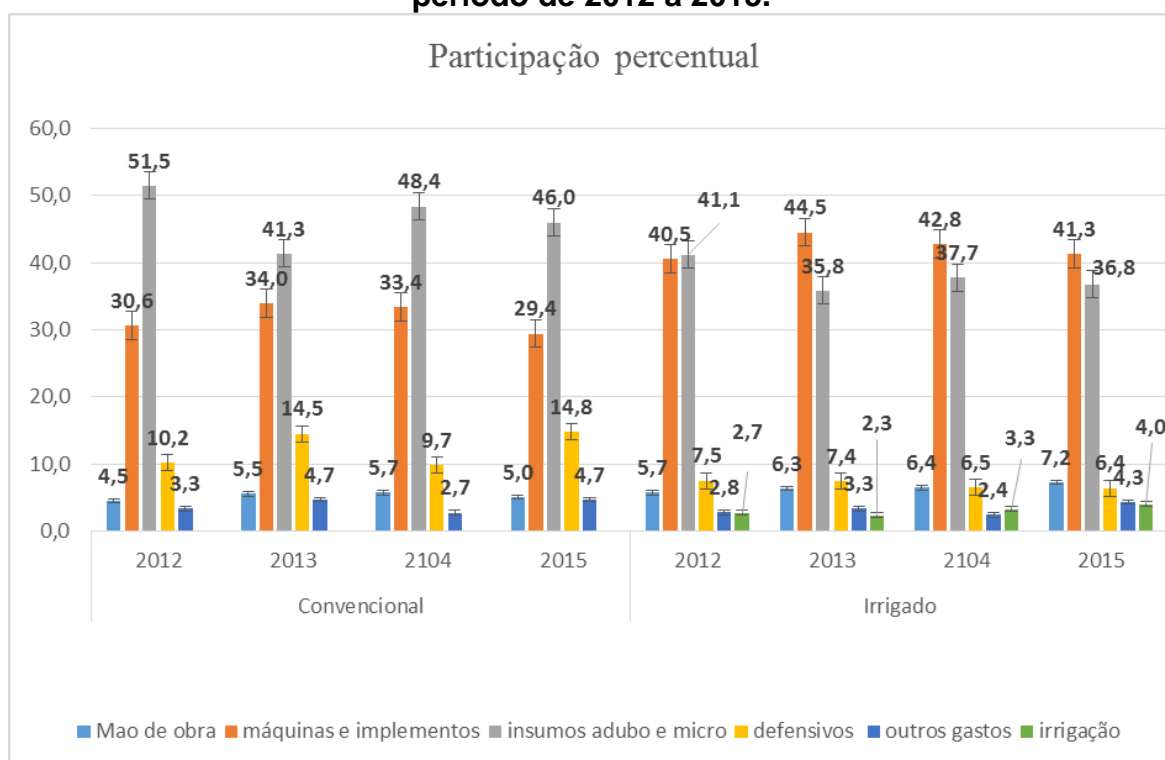
No sistema de produção de café convencional os gastos com adubos e micronutrientes foram os maiores desembolsos dos produtores, sendo que no ano de 2012 a participação deste gasto ficou acima de 51% do custo operacional efetivo. Nos outros anos analisados a participação desses itens ficou acima de 41%. O custo com máquinas e implementos teve uma participação acima de 29% em todos os períodos. Defensivos foi outro item com uma participação expressiva na produção convencional em relação ao sistema irrigado.

Embora o custo de implantação do sistema de irrigação seja elevado, a sua manutenção e utilização não têm uma participação significativa no custo de produção. Os gastos realizados com a irrigação englobam o consumo de energia elétrica, mão de obra e custo horário das bombas hidráulicas, também contabilizando a taxa de outorga paga pelos produtores no valor de R\$100,70

por ano. Sua maior participação no custo de produção foi de 4,0% no ano de 2015 e a menor participação foi no ano de 2013 com 2,3% do custo (Figura 5). A irrigação, juntamente com os adubos solúveis e micronutrientes em água, induziu um aumento médio da produtividade de 10,4 sacas de 60 kg de café em relação à produção de café convencional entre os períodos de 2012 a 2015.

O uso da irrigação por gotejamento com a aplicação de fertilizantes proporciona o maior aproveitamento dos nutrientes pelas plantas, favorecendo o desenvolvimento de seu potencial produtivo o que, certamente, impulsiona a produtividade. Além disso, a irrigação é aplicada nas fases de maior carência das plantas dentro de seu ciclo fenológico o que corrobora seu efeito positivo na produção, e o seu uso ocorre maior incremento de grãos com peneira 16 e acima Custódio et al. (2015).

Figura 5 - Participação percentual dos itens do custo operacional efetivo por hectare, no sistema produção de café convencional e irrigado, no período de 2012 a 2015.



Fonte: Dados da pesquisa

No trabalho de viabilidade técnica econômica da irrigação localizada do cafeeiro, nas condições climáticas do planalto de Araxá-MG, Fernandes et al. (2016) demonstram que utilizando a irrigação no ano todo, os custos do sistema

são maiores que os custos do sistema sem irrigação, porém, devido as maiores médias de produtividade, em 6 safras consecutivas de 2006 a 2014, o tratamento com irrigação plena promoveu os maiores ganhos financeiros, ou seja, muito superior ao tratamento sem irrigação. Os mesmos autores relatam que na composição do custo operacional efetivo, destacam-se a adubação, o controle de pragas e doenças e a colheita, o que corrobora com os dados deste trabalho.

4.3.4 Rentabilidade (R)

Os indicadores de rentabilidade para o cultivo de café, nos três municípios da região de Marília-SP, (Tabela13), para as tecnologias analisadas, produtividades obtidas e preços recebidos, mostraram-se positivos para os dois sistemas nos anos de 2012, 2013 e 2015, apresentando renda bruta que proporciona a remuneração dos custos ocorridos. Os valores do lucro operacional e do índice de lucratividade obtidos apresentam margem que podem remunerar outros custos não atribuídos nesta análise, como a remuneração do produtor.

A receita bruta obtida no ano de 2014 não foi suficiente para cobrir todas as despesas efetuadas e os custos envolvidos na produção.

Tabela 13 - Rentabilidade dos sistemas de produção de café convencional e irrigado, nos municípios de Gália, Garça e Vera Cruz, nos anos de 2012 a 2015.

	Anos	Preço médio recebido R\$	Produtividade sc/60Kg/ha	Receita Bruta R\$/ha	Lucro Operacional R\$/ha	Índice de Lucratividade %
Convencional	2012	426,07	28,7	12.228,20	3.997,40	32,6
	2013	369,72	37,1	13.716,12	5.448,49	39,7
	2014	309,28	24,4	7.546,43	-1.054,14	-13,9
	2015	509,16	36,5	18.584,34	8.336,18	44,8
Irrigação	2012	426,07	38,2	16.275,87	5.663,03	34,7
	2013	369,72	42,2	15.602,18	5.191,42	33,2
	2014	309,28	34,6	10.701,08	-1031,44	-8,6
	2015	509,16	46,2	23.523,19	11.588,71	49,7

Fonte: Dados da pesquisa

Os valores negativos obtidos no ano de 2014 para o lucro operacional e o índice de lucratividade apontam que, além de não cobrirem os custos supramencionados, não apresentam margem positiva para cobrir outros custos de produção. Os valores baixos são referentes ao preço da saca de café de 60 kg, que nesse ano foi menor em comparação aos outros anos, esse valores baixos está atrelada a classificação obtida pela amostra de café dos produtores e também pela baixa produção.

As receitas brutas no ano de 2015, nos dois sistemas foram superiores no caso do café irrigado, atingindo R\$23.523,19, enquanto que o convencional alcançou R\$ 18.584,34. O melhor índice de lucratividade foi no período de 2015, com 49,7% para o sistema irrigado e de 44,8% para o sistema convencional. As perdas ocorridas em 2014, em função da estiagem que acompanhou o ano da baixa produção, foi o principal motivo pelo baixo desempenho econômico ocorrido nos dois sistemas e também pelo menor preço recebido pelo produtor por saca de 60 kg. Entretanto, é preciso analisar esses dados com cuidado, uma vez que os preços recebidos pelos cafeicultores nos anos de 2013 e 2014 foram inferiores àqueles recebidos nos anos de 2012 e 2015. Ressalte-se que os preços de 2015, que são estabelecidos com base no mercado internacional, ajuntaram com a queda de produção resultante da forte estiagem ocorrida em 2014, o que ocasionou a sua elevação.

Os resultados de Oliveira et al. (2010) foram semelhantes aos encontrados neste trabalho; os autores também encontraram uma maior lucratividade média por hectare para o melhor tratamento de irrigação, correspondente ao valor de 12,31 sacas de 60 kg, o que justifica a utilização da irrigação no cafeeiro, mesmo sendo essa considerada a região analisada como apta ao cultivo sob o ponto de vista hídrico.

Estudos de Arêdes et al. (2007) e Scalco et al. (2012) corroboram com os dados da pesquisa de que o uso da técnica de irrigação aumenta a produção de café irrigado, sendo um fator para elevação da rentabilidade do cultivo.

A irrigação do cafeeiro é economicamente superior a alternativa não irrigada, sendo um fator condicionante para elevação da rentabilidade e diminuição do risco no cultivo do café (ARÊDES; PEREIRA; SANTOS. 2010).

4.4 Análise energética

A entrada energética no cultivo de café convencional, de acordo com o tipo, fonte e forma, em MJ ha⁻¹, totalizou 72.536,37 no ano de 2012, 71.683,06 no ano de 2013, 77.847,86 no ano de 2014 e 89.087,07 no ano de 2015.

Com relação à entrada energética, o sistema de produção convencional apresentou menor valor em 2013, e o maior em 2015, como mostra a Tabela 14.

Os dispêndios energéticos com energia direta de fonte biológica na produção de café convencional, nos quatro anos, ficaram muito próximos, destacando-se o ano de 2015, com valor de pós colheita acima dos demais anos. Isso ocorreu devido à maior produção de grãos de café.

O principal item de dispêndios energéticos na produção de café convencional em todos os anos e o adubo e os micronutrientes sendo a cima de 61% em 2013, a flutuação das porcentagens e devido ao consumo físico desse insumo, que está atrelado ao preço.

Em relação à energia direta de origem fóssil, como óleo diesel, gasolina, graxa e gás GLP, estes consistiram no segundo item mais elevado nos gastos energéticos, nos quatros anos. Os dispêndios energéticos com energia indireta de fonte industrial foi o item com o maior valor, nos anos de 2014 e 2015, totalizando gasto energético com a cultura de 53.572,10 MJ ha⁻¹ e 62.999,20 MJ ha⁻¹ respectivamente, devido ao uso do adubo nitrogenado na produção (Tabelas 14 a 17, Apêndice B,p. 103 a 108).

Os defensivos representam o terceiro item de maior dispêndio, principalmente no ano de 2013 quando atingiu o valor de 7.562,00 MJ ha⁻¹, com o aumento do uso de herbicida glifosato para o controle de mato e de inseticida para controlar o *Leucoptera coffeella* (bicho mineiro) e a *Oncometopia facialis* (cigarrinha).

Tabela 14 - Estrutura de dispêndios energéticos por tipo, fonte e forma de energia bruta do sistema de produção de café convencional, na safra 2012 a 2015, em MJ ha⁻¹.

Itens de gastos energéticos	Ano		Ano		Ano		Ano	
	2012 (MJ)	%	2013 (MJ)	%	2014 (MJ)	%	2015 (MJ)	%
Energia direta de origem Biológica								
Mão de obra								
Tratos culturais	39,38	0,05	44,24	0,07	39,38	0,06	42,04	0,06
Colheita	79,49	0,11	80,43	0,11	80,21	0,10	80,32	0,08
Pós colheita	46,86	0,07	33,5	0,06	47,19	0,06	52,8	0,06
Subtotal	165,73	0,23	171,75	0,24	166,78	0,22	175,16	0,20
Energia direta de origem Fóssil Combustíveis								
Gasolina, diesel, graxa, óleo e gás	18.277,42	25,20	19.055,70	26,58	17.948,49	23,06	19.366,43	21,74
Subtotal	18.277,42	25,20	19.055,70	26,58	17.948,49	23,06	19.366,43	21,74
Energia indireta de origem Industrial								
Maquinas e equipamentos								
Tratos culturais	172,28	0,24	192,01	0,27	172,28	0,22	191,2	0,21
Colheita	328,4	0,45	328,4	0,46	328,41	0,42	328,4	0,37
Pós colheita	21,21	0,03	20,82	0,03	19,8	0,03	21,88	0,02
Subtotal	521,89	0,72	541,23	0,76	520,49	0,67	541,48	0,60
Insumos								
Corretivos de solo	214,20	0,30	353,6	0,49	166,6	0,21	391	0,44
Adbos e micronutrientes	48.465,93	66,82	43.998,78	61,38	53.405,50	68,60	62.608,20	70,28
Subtotal	48.680,13	67,12	44.352,38	61,87	53.572,10	68,81	62.999,20	70,72
Defensivos								
Fungicida	2.208,00	3,04	2.263,20	3,16	2.014,80	2,59	2.263,20	2,54
Acaricida	1.368,00	1,89	1.382,00	1,93	1.209,60	1,55	1.382,40	1,55
Herbicida	883,20	1,22	3.312,00	4,62	2.070,00	2,66	1.380,00	1,55
Inseticida	432,00	0,60	604,8	0,84	345,6	0,44	979,2	1,10
Subtotal	4.891,20	6,75	7.562,00	10,55	5.640,00	7,24	6.004,80	6,74
TOTAL	72.536,37	100	71.683,06	100	77.847,86	100	89.087,07	100

Fonte: Dados da pesquisa

O sistema de produção de café irrigado mostrou-se mais dispendioso energeticamente do que o sistema de café convencional. Obteve-se as entradas no cultivo, de acordo com o tipo, fonte e forma, em MJha⁻¹, o valor de

90.7833,67,86 para o ano de 2012, 89.319,04 no ano de 2013, 102.108,67 em 2014 e 98.976,96 no ano de 2015.

O dispêndio energético de origem biológica no sistema irrigado é maior que no sistema convencional, uma vez que utiliza maior número de horas/homem trabalhadas (Tabela 15). O maior gasto energético com energia indireta de fonte industrial foi com os adubos principalmente os nitrogenados (Tabelas 18 a 21, Apêndice B, p. 108 a 116). Quanto à participação percentual média dos gastos com a irrigação, essa foi de 3,1% do total dos dispêndios nos quatro anos.

No ano de 2014 os maiores dispêndios energéticos foram com energia indireta de origem industrial na produção de café irrigado (Tabela 15). Os itens adubação e micronutrientes foram os maiores dispêndios na produção devido à utilização de adubos nitrogenados seguidos dos itens de defensivos. A irrigação foi outro item importante nos gastos energéticos pelo consumo de energia elétrica, principalmente nesse ano devido à escassez de chuvas; os defensivos representam outro item importante nos gastos energéticos para este mesmo ano em especial ao o uso de fungicida.

Tabela 15 – Estrutura de dispêndios por tipo, fonte e forma de energia bruta do sistema de produção de café irrigado, na safra 2012/2015, em MJ há⁻¹

Itens de gastos energéticos	Ano 2012 (MJ)	%	Ano 2013 (MJ)	%	Ano 2014 (MJ)	%	Ano 2015 (MJ)	%
Energia direta de origem Biológica								
Mão de obra								
Tratos culturais	50,38	0,05	50,38	0,05	48,18	0,03	41,93	0,04
Colheita	175,30	0,19	175,31	0,19	175,31	0,18	175,31	0,19
Pós colheita	52,14	0,06	52,14	0,06	52,02	0,05	52,02	0,05
Subtotal	277,82	0,30	277,82	0,31	275,63	0,27	269,38	0,27
Energia direta de origem Fóssil								
Combustíveis								
Gasolina, diesel, graxa, óleo e gás	27.012,06	29,75	29.917,86	33,50	29.866,61	29,25	29.988,12	29,83
Subtotal	27.012,06	29,75	29.917,86	33,50	29.866,61	29,25	29.988,12	29,83
Energia indireta de origem Industrial								
Maquinas e equipamentos								
Tratos culturais	183,01	0,20	190,30	0,21	197,61	0,19	197,06	0,20
Colheita	736,48	0,81	736,48	0,82	736,48	0,72	736,48	0,74

Pós colheita	10,90	0,01	36,34	0,04	10,87	0,01	13,65	0,01
Subtotal	930,39	1,02	963,12	1,07	944,96	0,92	947,21	0,95
Insumos								
Corretivos de solo	340,00	0,37	297,50	0,33	170,00	0,17	510,00	0,51
Adbos e micronutrientes	55.416,63	61,04	52.248,08	58,50	63.609,59	62,30	61.285,17	61,71
Subtotal	55.756,63	61,41	52.545,58	58,83	63.779,59	62,47	61.795,17	62,12
Defensivos								
Fungicida	1.636,68	1,80	2.081,04	2,33	1.744,32	1,71	1.785,72	1,80
Herbicida	1.217,16	1,34	165,60	0,19	1.614,60	1,58	690,00	0,69
Inseticida	976,20	1,08	921,60	1,03	434,88	0,43	452,16	0,46
Subtotal	3.830,04	4,22	3.168,24	3,55	3.793,80	3,72	2.927,88	2,95
Total	87.806,94	96,72	86.872,62	97,26	98.660,59	96,62	95.927,76	96,22
Sistema de irrigação								
Sistema de Irrigação	2.976,73	3,28	2.446,42	2,74	3.448,08	3,38	3.049,20	3,78
Subtotal	2.976,73	3,28	2.446,42	2,74	3.448,08	3,38	3.049,20	3,78
TOTAL	90.783,67	100	89.319,04	100	102.108,67	100	98.976,96	100

Fonte: Dados da pesquisa

Comparando os dois sistemas de produção, o irrigado tem entrada energética maior que o sistema convencional, isso se deve primeiro ao uso de irrigação, segundo aos adubos solúveis em água, com uma quantidade elevada de nitrogênio em sua composição e o terceiro ao consumo de diesel na utilização de máquinas e equipamentos. Destaca-se o alto consumo de energia não renovável, que pode comprometer o sistema de produção no âmbito da sustentabilidade ambiental, devido ao alto valores energeticos dos combustíveis fosseis utilizados nos tratos culturais.

A entrada de energia indireta industrial referente a utilização de adubos principalmente nitrogenados, corresponde a valores acima de 52.545,58 MJha⁻¹ e é a maior nos dois sistemas em todos os anos analisados (Tabela 16). A entrada energética direta de origem fossil (óleo diesel, graxa, gás e gasolina) representou o segundo maior valor nos dois sistemas e corresponde ao uso de máquinas e equipamentos para execução dos tratos culturais e colheita.

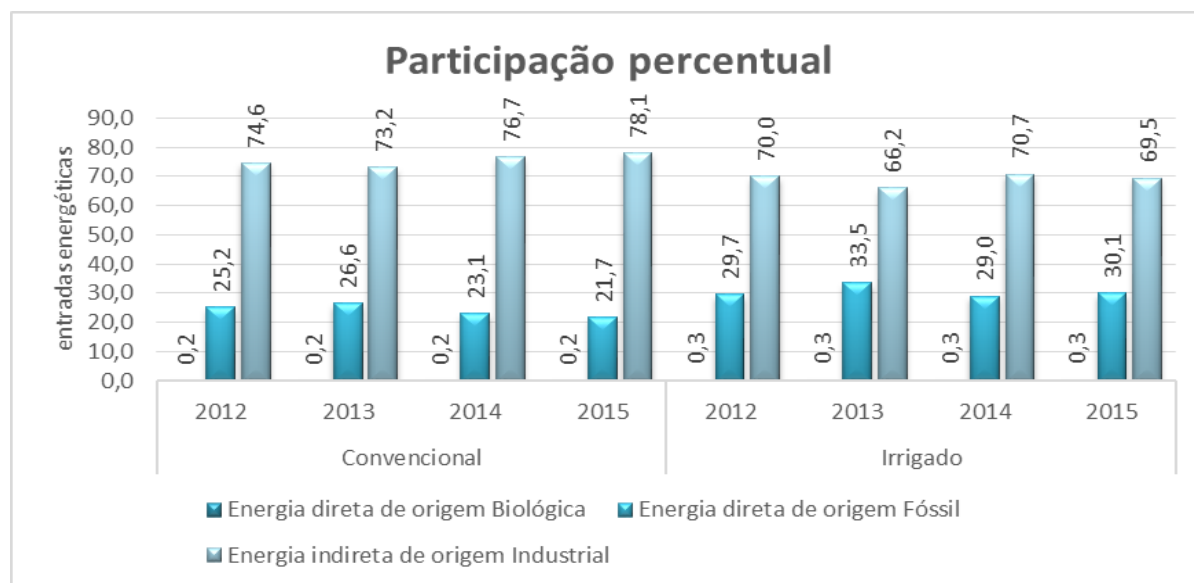
Tabela 16. - “Entradas” energéticas totais dos sistemas de produção de café convencional e irrigado, em MJha⁻¹, de acordo com o tipo, fonte e forma, ano de 2012 a 2015.

Tipo e fonte	Ano	Ano	Ano	Ano
	2012 (MJ)	2013 (MJ)	2014 (MJ)	2015 (MJ)
ENERGIA DIRETA				
Biológica	165,73	171,75	166,78	175,16
Fóssil	18.277,42	19.055,70	17.948,49	19.366,43
ENERGIA INDIRETA				
Industrial	54.093,22	52.455,61	59.732,59	69.545,76
Total	72.536,37	71.683,06	77.847,86	89.087,07
ENERGIA DIRETA				
Biológica	277,82	277,82	275,6	269,8
Fóssil	27.012,96	29.917,86	29.866,61	29.988,12
ENERGIA INDIRETA				
Industrial	63.493,79	59.123,36	71.966,43	68.719,44
Total	90.783,67	89.319,04	102.108,67	98.976,96

Fonte: Dados da pesquisa

A participação percentual de energia por tipo, origem e fonte no cultivo de café convencional e irrigado (Figura 6), mostra que a energia indireta de origem industrial possui maiores valores de entrada energética em todos os anos no sistema convencional com valores que variam entre 73,2% a 78,1% no período analisado. No sistema irrigado as participações percentuais variam de 66,2% a 70,7% no mesmo período (Apêndice B , Tabelas 14 a 21, p. 103 a 116). Os valores de energia direta de origem fóssil, participam com variações entre 21,7% e 26,6% no sistema convencional e 29,0% e 33,5% no sistema irrigado, devido, principalmente, ao consumo de diesel por máquinas e equipamentos utilizados em várias etapas da produção. A energia direta de origem biológica é menos expressiva, pois a utilização de mão de obra é baixa nas produções de café convencional e irrigado analisadas, reflexo do elevado nível de mecanização tanto no manejo (tratos culturais) quanto na colheita, utilizados nos dois sistemas analisados.

Figura 6. - Participação relativa das energias, em porcentagem, por tipo, fonte na energia, por sistema de produção de café convencional e irrigado



Fonte: Dados da pesquisa

4.4.1 Indicadores energéticos

No cálculo dos índices de Eficiência Cultural, Produtividade Cultural e Eficiência Energética foram utilizados os valores das entradas totais, saídas energéticas (grãos), quantidade de grãos e energias não renováveis.

O sistema de produção de café convencional produz, em média por hectare, 43.920,55 MJ, e o sistema irrigado 55.879,98 MJ, sendo a produtividade cultural média de 0,02 para o sistema convencional e 0,03 para o sistema irrigado (Tabela 17).

A média da eficiência cultural, que representa a relação entre as “saídas” úteis e as “entradas” culturais, foi de 0,57 para o café convencional e de 0,59 para o café irrigado, significando que existe um maior consumo de insumos para uma menor produtividade, ou seja, maior entrada para uma menor saída energética, sendo que o índice do sistema irrigado por gotejo é maior, pois obteve uma produção melhor que o convencional.

O balanço energético, que mostra a diferença entre as energias totais e “entradas” de energias não renováveis, foi positivo nos dois sistemas produtivos, em média de 25.558,55 MJ ha⁻¹ para o café convencional e 26.712,94 MJ ha⁻¹ para o irrigado, isso demonstra que o consumo de energia direta de origem

fóssil, mesmo que significativa nos dois sistemas estudados permite a produção de café de maneira sustentável na região de Marília.

A eficiência energética mostrou-se significativa nos dois sistemas de produção, apresentando um valor médio de 4,16 para café convencional e de 3,26 para o café irrigado. Esse valor indica que a relação entre a somatória das energias totais e a somatória das “entradas” de energias não renováveis é positiva. Vê-se, portanto, que o consumo de energia direta de origem fóssil, é significativo nos dois sistemas de produção. Considerando-se os índices de eficiência energética como um indicador de sustentabilidade, uma vez que em sua formulação esse índice considera somente as entradas energéticas não renováveis, podem - se concluir que os dois sistemas de produção - convencional e irrigado – que seus índices são superiores a uma unidade, podendo – se considerar então, os dois sistemas sustentáveis do ponto de vista energético.

Tabela 17 - Indicadores energéticos dos sistemas de produção de café convencional e irrigado, por hectare, ano de 2012 a 2015.

	Unidade	Ano 2012	Ano 2013	Ano 2014	Ano 2015	Média	
Convencional	Saída "útil"	MJ/ha	39.795,42	51.442,86	33.833,04	50.610,90	43.920,55
	Produtividade cultural (PrC)	MJ/Kg	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02
	Eficiência cultural (EfC)		0,55	0,72	0,43	0,57	0,57
	Eficiência energética (EfE)		3,97	3,75	4,34	4,60	4,16
	Balanço energético (BE)	MJ/ha	21.518,00	32.387,70	15.884,55	31.244,47	25.258,55
	Irrigado	Saída "útil"	MJ/ha	52.968,12	58.514,52	47.976,36	64.060,92
Produtividade cultural (PrC)		MJ/Kg	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03
Eficiência cultural (EfC)			0,58	0,66	0,47	0,65	0,59
Eficiência energética (EfE)			3,36	2,95	3,42	3,30	3,26
Balanço energético (BE)		MJ/ha	26.002,65	28.610,63	18.109,75	34.128,72	26.712,94

Fonte: Dados da pesquisa

Os resultados do trabalho de Muner et al., (2015) corroboram os dados deste trabalho, pois, em sua análise, que comparam sustentabilidade energética de três sistemas de cultivo de café, os sistemas de cultivo consumiram mais energia que converteram; os mesmos autores também constataram que as entradas energéticas de adubos nitrogenados são mais elevadas em dois sistemas de

cultivo, o sistema convencional e o sistema de cultivo em boas práticas agrícolas. Já o trabalho de Turco (2011), com café em sistema orgânico, se assemelha na importância significativa de entradas de fontes fósseis na condução do sistema de cultivo.

5 CONCLUSÕES

A melhor opção para os produtores dos Municípios de Vera Cruz, Gália e Garça, SP, é o sistema irrigado por gotejo, pois possibilita diminuir o risco de perda na produção em períodos prolongados de déficits hídricos além de possibilitar o maior rendimento com uma produção maior de grãos.

De acordo com os indicadores econômicos analisados, verificou-se que os custos que mais oneraram a produção de café convencional foram os insumos, como adubos e micronutrientes 34,5% seguidos da utilização de máquinas e equipamentos 29,1% e, em terceiro lugar o uso de defensivos 11,2%. Para o sistema de café irrigado os itens que mais oneraram o custo de produção foram o de máquinas e equipamentos 39,5% utilizados principalmente na colheita, seguidos dos adubos e micronutrientes 35,4%.

Os custos também revelaram que o uso do sistema de irrigação não apresenta uma maior participação relativa nos dispêndios ocorridos na produção de café. O uso dessa tecnologia pode mitigar riscos de produção referente ao déficit hídrico como o que ocorreu no ano de 2014.

As avaliações dos indicadores de rentabilidade mostraram que, o lucro operacional e o índice de lucratividade foram negativos no ano de 2014, nos dois sistemas estudados e tiveram prejuízo, sendo menor no sistema irrigado. O sistema irrigado apresentou uma maior produção na safra seguinte, do que o convencional, conseguindo melhor recuperação pelo uso da irrigação.

As receitas brutas no ano de 2015, nos dois sistemas foram superiores no caso do café irrigado, atingindo R\$23.523,19, enquanto o convencional alcançou R\$ 18.584,34. Ressalta-se que os preços de 2015, estabelecidos com base no mercado internacional, incorporaram a queda de produção resultante da forte estiagem ocorrida em 2014, resultando numa melhor remuneração ao produtor.

A melhor opção entre os dois sistemas para o produtor em termos energéticos é o café irrigado por gotejo, pois possibilita que o produtor tenha uma melhor saída de energia mesmo tendo um valor maior no balanço energético

Na análise energética, as energias indiretas apresentaram uma participação elevada nos dois sistemas, sendo que, no sistema irrigado os valores são maiores do que no sistema convencional na estrutura dos dispêndios energéticos. Porém, a fonte industrial proveniente da utilização de adubos e micronutrientes foram fatores decisivos no resultado da matriz energética dos dois sistemas avaliados.

Os indicadores energéticos nos dois sistemas estudados mostraram que o balanço energético e a eficiência energética foram positivos, e que a análise da eficiência cultural indica que ocorre maior consumo energético de insumos para uma menor saída energética.

No ponto de vista energético e econômico os resultados foram favoráveis para os dois sistemas estudados, e os dados mostraram que o uso da tecnologia de irrigação possibilitou uma melhor rentabilidade para o produtor, principalmente, nos casos de ocorrência de déficits hídricos nos principais período da fenologia do café.

A continuação de estudos poderá fornecer subsídios sobre balanço energético. A determinação de informações específicas para as condições de produção de café pode contribuir como uma importante ferramenta para definir novas tecnologias e manejos da produção, proporcionando economia de energia e, conseqüentemente, aumento da eficiência energética e redução de custo de produção.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA FHER, L. C. F. D.; DUARTE, S. L.; TAVARES, M.; REIS, E. A. D. Análise das Variáveis de Custos do Café Arábica nas Principais Regiões Produtoras do Brasil. **REUNA**. Belo Horizonte, v. 17, n. 2, abr.-jun., 2012.

ALMEIDA, M; NAVARRO, Z. Reconstruindo a agricultura: idéias e idéias na perspectivas do desenvolvimento rural sustentável. Porto Alegre: UFGS, 1997. P. 72 – 105.

ANDROCIOLI FILHO, A. **Café Adensado**: Espaçamentos e cuidados no manejo da lavoura. Londrina: IAPAR, 2002. 32 p. (IAPAR. Circular, 121).

_____. **Ajuste de densidade e espaçamento**. Cafeicultura, Maringá, v.27, n.2. 18 dez. 2005. Disponível em: <<http://www.revistacafeicultura.com.br/index.php?tipo=ler&mat =3648>>. Acesso em: 12 nov. 2015.

ANTUNES, R. C. B.; RENA, A. B.; MONTOVANI, E. C.; ALVARENGA, A. P.; COSTA, L. C.; DIAS, A. S. C. Influência da fertirrigação em nitrogênio e potássio nos componentes vegetativos do cafeeiro arábica em formação. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 1, 2000, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: EMBRAPA-Café, 2000. CD ROM.

ARÊDES, A. F.; SANTOS, M. L.; RUFINO, J. L. S.; REIS, B. S. Viabilidade econômica da irrigação da cultura do café na região de Viçosa-MG. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, v.5, p.207-225, 2007.

ARÊDES, A. F. de; PEREIRA, M. W. G.; SANTOS, M. L. dos. A irrigação do cafezal como alternativa econômica ao produtor. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, PR, v. 32, n. 2, p. 193-200, jun. 2010.

ASSENHEIMER, A.; CAMPOS, A. T.; GONÇALVES JÚNIOR, A. C. Análise energética de sistemas de produção de soja convencional e orgânica. **Ambiência**. Guarapuava, PR, v. 5 n. 3, p. 443-455, 2009.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 665 p.

BLISKA, F. M. M.; GUERREIRO FILHO, O. (Orgs.). Prospecção de demandas na cadeia produtiva do café no Estado de São Paulo, 1. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 2007, v.1, p. 35-48.

BLISKA, F. M. M.; MOURÃO, E. A. B.; AFONSO JUNIOR, P. C.; VEGRO, C. L. R.; PEREIRA, S. P.; GIOMO, G. S., Dinâmica fitotécnica e socioeconômica da cafeicultura brasileira. **Informações Econômicas**, São Paulo,, v.39, n.1, jan. 2009.

BONOMO, R.; MANTOVANI, E. C.; CAIXETA, G. Z. T. Comparação de custos para diferentes sistemas de irrigação empregados na cafeicultura irrigada em áreas de cerrado de Minas Gerais. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE

ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28. 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPel, 1999 p. 831 – 834..

BONOMO, R.; OLIVEIRA, L. F. C.; SILVEIRA NETO, A. N.; BONOMO, P. **Produtividade de cafeeiros Arábica irrigados no Cerrado goiano.** Goiânia: UFG, 2008. 8 p.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional 2011:** ano base 2010. Brasília: MME/EPE, 2011. 266p.

_____. **Balanco energético nacional 2013:** ano base 2012. Brasília, 2012. 288 p. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2013.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2015.

BUENO, O. C. **Análise energética e eficiência cultural do milho em assentamento rural.** 2002. 146f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas. Botucatu/SP: UNESP, 2002.

BUENO, C. R. F., VEGRO, C. L. R.; DA SILVA, J. R.; NACHILUK, K.; BARBOSA, M. Z.; MIURA, M.; PITHAN E SILVA, R O.; FAGUNDES, P. R. S. Anomalia Climática e seus Efeitos sobre as Lavouras Paulistas, fev./2014, **Análises e Indicadores do Agronegócio**, Vol. 9, Fac. 2, pp.1-9, São Paulo, SP, Brasil, 2014.

CAMARGO, A.P. Clima e fenologia. In: **Cultura do café no Brasil:** Pequeno manual de recomendações. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café, MIC, 1986, p.65-68.

_____. Florescimento e frutificação do café arábica nas diferentes regiões cafeeiras do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Brasília, v.20, p.831-839, 1985.

_____. Zoneamento de aptidão climática para a cafeicultura de arábica e robusta no Brasil. In: **Fundação IBGE**, Recursos, meio ambiente e poluição. Brasília, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1977, p.68-76.

CAMARGO, A. P.; CAMARGO, M. B. P. de. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 1, p. 65-68, 2001.

CAMARGO, A.P.; FRANCO, C.F. Clima e fenologia do cafeeiro. In: **Cultura de café no Brasil:** manual de recomendações. 5.ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café, Ministério da Indústria e Comércio, 1985. p.19-50.

CAMARGO, M. B. P.; SANTOS, M. A.; BARDIN, L. Condições agrometeorológicas do cafeeiro: produtividade, qualidade e meio ambiente. In: HAMADA, E. (Ed.). **Água, agricultura e meio ambiente no Estado de São Paulo:** avanços e desafios. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. cap. I, 1 CD ROM.

CAMPOS, A. T.; KLOSOWSK, E. S.; SOUZA, C. V.; ZANINI, A.; PRESTES, T. M. V. Análise energética da produção de soja em sistema plantio direto. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 02, n. 02, p. 38 - 44, 2009.

CAMPOS, A. T.; CAMPOS, A. T. Balanços energéticos agropecuários: uma importante ferramenta como indicativo de sustentabilidade de agroecossistemas. *Revista do Centro de Ciência Rural*, v. 34, n. 06, p. 1977-1985, 2004.

CARMO, M. S.; COMITRE, V.; DULLEY, R. D. Balanço energético de sistemas de produção na agricultura alternativa. **Boletim Técnico do Instituto de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 35, n. 1, p.87-97, 1988.

CARMO, M. S.; COMITRE, V. Evolução do balanço energético nas culturas de soja e milho no Estado de São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 29, 1991, Campinas. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 1991, p.131-49.

CARVALHO, G. **Análise setorial: o mercado do café**. São Paulo: Gazeta Mercantil, 2002. 229 p.

CARVALHO, C. H. M.. **Viabilidade técnica e margem de contribuição da irrigação para cafeeiros em diferentes densidades de plantio**.2013. 86p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras. Lavras: UFLA, 2013.

CASTANHO FILHO, E. P.; CHABARIBERY, D. Perfil energético da agricultura paulista. **Agricultura em São Paulo**. v. 30, tomos I e II, p. 63-115, 1983.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA. **Indicadores de preço – café**.Piracicaba, 2015. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/etanol/>>. Acesso em: 15 abr. 2014.

_____. **Indicador café arábica**.Piracicaba, 2015. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/cafe/>>. Acesso em: 12 dez. 2016.

CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS– CIIAGRO/IAC – Instituto Agrônomo de Campinas. **CIIAGRO On Line**. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/>> Acesso em: 03 maio 2016.

COELHO, M. R.; ROSSI, M.; MENK, J. R. F.; BERTOLANI, F. C. **Levantamento pedológico semietalhado (1:25.000) da micro bacia da Água Três Unidos, município de Vera Cruz (SP)**/ - Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002.

COMITRE, V. **Avaliação energética e aspectos econômicos da filière soja na região de Ribeirão Preto – SP**. 1993. 152f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola/Planejamento Agropecuário) – Faculdade de Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas. Campinas: UNICAMP, 1993.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO– CONAB. **Café, Safra 2015**. Terceiro levantamento, setembro de 2015. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>

[OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_29_09_01_35_boletim_cafe_setembro_2015.pdf](#)> Acesso em: 15 jan. 2016.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO– CONAB. **Café, Safra 2016**. Segundo levantamento, maio de 2016. Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/levantamento/Boletim_cafe_maio_2016.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2016.

COSTA NETO, P. L. O. **Estatística**. São Paulo: Edgard Blücher, 1977. 264 p.

CUSTÓDIO, A. A. P., LEMOS, L. B., MINGOTTE, F. L. C., POLLO, G. Z., FIORENTIN, C. F., ALVES, G. S. P., **Qualidade do café sob manejo de irrigação, face de exposição solar e posições na planta**. Irriga, Botucatu, v. 20, n. 1, p. 177-192, jan.-mar., 2015.

DRINNAN, J.E.; MENZEL, C.M. *Temperature affects vegetative growth and flowering of coffee (Coffea arabica L.)*. **Journal of Horticultural Science**, LONDON, v.70, n. 1, p.25-34, 1995.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA – EMBRAPA. Monitoramento por satélite. Campinas, 2015.

_____. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional - Relatório Final 2015 ano base 2015**. Brasília, 2016. Disponível em <http://bem.epe.gov.br/BEM_RelatorioFinal2015.aspx>. Acesso em: 25 jul. 2016.

ESTEVES, B. S.; SILVA, D. G.; PAES, H. M. F.; SOUSA, E. F. **Irrigação por gotejamento**. Niterói: Programa Rio Rural, 2012. 18 p.

FERNANDES, A. L. T.; TAVARES, T. O.; SANTINATO, F.; FERREIRA, R. T.; SANTINATO, R. Viabilidade técnica e econômica da irrigação localizada do cafeeiro, nas condições climáticas do Planalto de Araxá, MG. **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 347 – 358, jul. /set. 2016.

FERRARO JUNIOR, L. A. **Proposição de método de avaliação de sistemas de produção e de sustentabilidade**. 131 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

FONSECA PALACIM, J. J. **Avaliação energética e econômica de sistema de produção de café de montanha**. 286 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa. Viçosa: UFV, 2007.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. **El estado mundial de la agricultura y la alimentación**. Roma, 1976. 158 p.

FRONZAGLIA, T.; SHIROTA, R.; CAIADO, J. L.; TURCO, P. H. N.; BLISKA, F. M. M.; VEGRO, C. L. R.; SANTOS, J. F.; TÔSTO, S.; MATIELLO, J. B. Trajetória da pesquisa cafeeira no Brasil: tecnologias e políticas que resultaram em pontos de ruptura na evolução setorial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 38., 2012, Caxambu. **Anais...** Caxambu: Embrapa Informações Tecnológicas, 2012.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. **Energia: meio ambiente e desenvolvimento**. 5. ed. São Paulo: EDUSP, 2008. 124 p.

GOMES, N. M.; LIMA, L. A.; CUSTÓDIO, A. A. P. Crescimento vegetativo e produtividade do cafeeiro irrigado no sul do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 11, p. 564-570, 2007.

GROSSMAN, J. M. **Exploring farmer knowledge of process in organic coffee systems of Chiapas**. México. Geoderma, Amsterdam, v. 111, p. 267-287, 2003.

GUERREIRO FILHO, O.; FAZUOLI, L. C.; EIRA AGUIAR, A. T.. **Cultivares de Coffea arábica selecionadas pelo IAC: características botânicas, tecnológicas, agronômicas e descritores mínimos**. INFOBIBOS [online]. 2006. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/Cultivares_cafe/Index.htm>. Acesso em: 12 maio 2016.

HERENDEEN, R. A. *Energy analysis and EMERGY analysis-a comparison*. **Ecological Modelling**, Amsterdam, v. 178, p. 227-237, Nov.2004.

HOFFMANN, R. SERRANO, O., NEVES, E. M., MENDES THAME, A. C. de., CAMARGO ENGLER, J. J. de., **Administração da empresa agrícola**. São Paulo: Pioneira, 1976. 323p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Dados demográficos e produção agrícola municipal**. 2015. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=44> Acesso em: 10 dez. 2015.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA – IEA. **Banco de dados: café**. São Paulo, 2015. Disponível em: <http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/vp.aspx?cod_sis=15>. Acesso em: 18 nov. 2015.

INNOCENTE, A. F. **Análise energética da aplicação de torta de filtro na substituição parcial da adubação inorgânica sintética da cana-de-açúcar**. 2015. 126p. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas. Botucatu/SP: UNESP, 2015.

JUNQUEIRA, A. B.; CRISCUOLO, Paulo D.; PINO, Francisco A. O uso da energia na agricultura paulista. **Revista Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 29, tomos I e II, p. 55-100, 1982.

KARASAWA, S.; FARIA, M. A. de; GUIMARÃES, R. J. Resposta do cafeeiro cv. Topázio MG – 1190 submetido a diferentes épocas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 28-34, 2002.

LAMPERT, J.A. Caderno didático de administração rural. In: **Administração Rural**. Santa Maria: DEAER/UFSM, 2003. 121p

LEVANTAMENTO CENSITÁRIO DAS UNIDADES DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA DO ESTADO DE SÃO PAULO– LUPA. **Mapas regionais**. Campinas, 2015. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa/>>. Acesso em: 18 nov. 2015.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. **O uso da irrigação no Brasil**. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.cf.org.br/cf2004/irrigacao.doc>>. Acesso em: 16 maio 2016.

LOCKERETZ, W. *Energy inputs for nitrogen, phosphorus and potash fertilizer*. In: PIMENTEL, D. (Ed.) **Handboock of energy utilization in agriculture**. Boca Raton, Florida: CRC Press Inc., 1980. p.23-26.

LOUREIRO, L. M.; LOTADE, J. *Do fair trade and eco-labels in coffee wake up the consumer conscience?* **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 53, p. 129 – 138, 2005.

MACEDÔNIO, A. C.; PICCHIONI, S.A. **Metodologia para o cálculo do consumo de energia fóssil no processo de produção agropecuária**, v.1. Curitiba: Secretaria de Estado da Agricultura, 1985.

MALASSIS, L. **Économie Agro-alimentaire I: économie de la consommation et de la production agro-alimentaire**. Paris: Ed. Cujas, 1973. 437 p.

MANTOVANI, E. C. A irrigação do cafeeiro. In: **Irrigação & tecnologia moderna**. Brasília: ABID, v. 48, p. 45-49, 2000.

MANTOVANI, E. C. **Aspectos Básicos da Irrigação de Sistemas Pressurizados**. UFV. Montes Claros, 2008.

MARTIN, N. B. SERRA, R., OLIVEIRA, M. D. M., ÂNGELO, J. A., OKAWA, H., Sistema integrado de custos agropecuários – CUSTAGRI. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.28, n.1, p.7-28, jan., 1998.

MARTINS, C.C..SOARES, A. A., BUSATO, C., REIS, E. F. dos., Manejo da Irrigação por Gotejamento no Cafeeiro. (Coffea arábica. L.). **Jornal Bioscience**, Uberlândia (MG). v.23, n.2, p.61-69. abr/jun., 2007

MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R.A.; FERNANDES, D.R. **Cultura do Café no Brasil. Manual de Recomendações**. Rio de Janeiro e Varginha: Fundação Procafé, 2010. 542p.

MATSUNAGA, M., BEMELMANS, P. F., TOLEDO, P. E. N. de., DULLEY, R. D., OKAWA, H., PEDROSO, I. A. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 123-139, 1976.

MATSUMOTO, S. N. (Org.). **Arborização de cafezais no Brasil**. Vitória da Conquista: UESB, 2004. p. 212.

MELLO, N. T. C. de., ARRUDA, S. T., CHABARIBERY, D., CAMARGO, J. R. V. de., RIBEIRO JUNIOR, D. **Proposta de nova metodologia de custo de produção do Instituto de Economia Agrícola**. São Paulo: SAA/IEA, 1988. 13p. (Relatório de Pesquisa, 14/88).

MELLO, R. Um modelo para análise energética de agroecossistemas. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 45-61, 1989.

MIRANDA, W. L. Validação de modelo fenológico de produtividade de cafeeiro no Sul de Minas Gerais. 2015. 99f. Tese (Doutorado em Recursos hídricos em sistemas agrícolas – Universidade Federal de Lavras – UFLA – Lavras/MG. 2015.

MOREIRA, M., A.; RUDORFF, B. F. T.; BARROS, M. A.; FARIA, V. G. C.; ADAMI, M. Geotecnologias para mapear lavouras de café nos estados de Minas Gerais e São Paulo. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 6, p. 1123-1135, dez. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162010000600013&lng=pt> Acesso em: 5 nov. 2015.

MOREIRA, C. F. **Sustentabilidade de sistema de produção de café sombreado orgânico e convencional**. 145 f. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

MUNER, Lúcio H. de.; MASERA, O.; FORNAZIER, M. J.; SOUZA, C. V. de.; DE LORETO, M. das D. S. Energetic sustainability of three arabica coffee growing systems used by family farming units in Espírito Santo state. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, vol.35, n..3, p.397-405, jun. 2005.

NAIR, P. K. R. **An introduction to agroforestry**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1993. 499 p

NASCIMENTO, L. M.; SPEHAR, C. R.; SANDRI, D. Produtividade de cafeeiro orgânico no cerrado após a poda sob diferentes regimes hídricos. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 3, p. 354-365, jul. 2014. ISSN 1984-3909. Disponível em: <<http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/644>>. Acesso em: 22 nov. 2015.

OLIVEIRA, M. D. M. **Custo operacional e ponto de renovação de tratores agrícolas de pneus: avaliação de uma frota**. 150f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba: ESALQ, 2000.

OLIVEIRA, E. L. de; FARIA, M. A. de; REIS, R. P.; SILVA, M. de L. O. e. Manejo e viabilidade econômica da irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro acaia considerando seis safras. **Engenharia. Agrícola**. Jaboticabal, vol.30, n.5, pp. 887-896, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162010000500011>>. Acesso em: 29 nov. 2015.

OLIVEIRA JÚNIOR, E. D.; SEIXAS, F. Análise energética de dois sistemas mecanizados na colheita de eucalipto. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v.70, p.49-57, 2006.

ORTIZ-CAÑAVATE, J.; HERNANZ, J. L. *Energy for biological systems*. In: CIGR **Handbook of agricultural engineering**. St. Joseph, American Society of Agricultural Engineers, 1999. chap. 1, v. 5. p. 13-42.

ORTOLANI, A.A.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; CAMARGO, M.B.P. Regionalização da época de maturação e qualidade natural de bebida do café arábica no Estado de São Paulo. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2001. Fortaleza, **Anais...** Fortaleza: CBAgro, 2001, p.53-54

PAULO, E.M.; FURLANI JUNIOR, E.; FAZUOLI, L.C. Comportamento de cultivares de cafeeiro em diferentes densidades de plantio. **Bragantia**, Campinas, v.64, p.397-409, 2005.

PÊGO EVANGELISTA, A. W.; LIMA, L. A.; SILVA, A. C.; MARTINS, C. P. Viabilidade financeira da produção de café irrigado em regiões aptas ao cultivo não irrigado. **Coffee Science**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 137-146, set. 2011. Disponível em: <<http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/212>>. Acesso em: 30 nov. 2015.

PEREIRA, A.R.; CAMARGO, A.P.; CAMARGO, M.B.P. **Agrometeorologia de cafezais no Brasil**. 1.ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. 127p

PERDONÁ, M. J. **Cultivo consorciado do cafeeiro (Coffee arábica.L) e cultivares de noqueira – macadâmia (Macadamia integrifolia Maiden e Betché) sob os regimes sequeiro e irrigação**. 2013. 130 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

PEZZOPANE, J. R. M. PEDRO JUNIOR, M. J., THOMAZIELLO, A. R., PAES DE CAMARGO, M. B. Escala para avaliação de estádios fenológicos do cafeeiro arábica. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 499-505, 2003.

PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 1980. 475p.

PINTO, H. S.; ASSAD, E. D.; ZULLO JUNIOR, J.; ÁVILA, A. M. H. Variabilidade climática. In: HAMADA, E. (Ed.). **Água, agricultura e meio ambiente no Estado de São Paulo: avanços e desafios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. cap. I, 1 CD-ROM

RAMIREZ, J. L. M.; BRAGA, M. J. Comparação relativa entre os custos de produção de café na Colômbia e no Brasil. **Revista de Política Agrícola**,

Brasília/DF, ano 21, n. 1, p. 38-49, jan./mar. 2012. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/63250/1/Comparacao-relativa-entre-os-custos.pdf>> Acesso em: 27 nov. 2015.

REIS, K M dos. Café: Produção e valores pagos ao produtor no Brasil de 2001 a 2015. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 18., 2015, Araguari. **Anais...Araguari: Embrapa informações Tecnológicas**, 2015.

RICHETTI, A. Custo de produção de mandioca industrial, safra 2007. **Comunicado Técnico**, Dourados, n. 133, p. 5, 2007.

SCALCO, M. S., ALVARENGA, L. A., GUIMARÃES, R. J., COLOPMBO, A., ASSIS, G. A. Cultivo irrigado e não irrigado do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em plantio superadensado. **Coffee Science**, Lavras, v. 6, n. 3, p. 193-202, jun. 2012. ISSN 1984-3909. Disponível em: <<http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/465>>. Acesso em: 22 nov. 2015.

SERRA, G. E.; MOREIRA, J. R.; GOLDEMBERG, J. **Avaliação de energia investida na fase agrícola de algumas culturas**. Brasília, Secretaria de Tecnologia Industrial – Ministério da Indústria e Comércio, 1979. 86p.

SILVA, F.M.; SALVADOR, N.; PÁDUA, T. S. ; QUEIROZ, D. P.; . **Colheita da Café Mecanizada e semimecanizada**. Lavras: UFLA, 2001 (Boletim Técnico).

SILVA CARVALHO, F. M; RODRIGUES, G. Evolução da mecanização na cafeicultura. **Informe Agropecuário. Produção de café: opção pela qualidade**, Belo Horizonte, V. 32, n.261, p.52-65, mar. /abr.2011.

SILVA, A. L. da; FARIA, M. A. de; REIS, R. P. Viabilidade técnico-econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, Campi Grande, vol.7, n.1, pp. 37-44, 2003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662003000100007>> Acesso em: 25 jan. 2016.

SOUZA, J. L. M., FRIZZONE, J. A. Modelo aplicado ao planejamento da cafeicultura irrigada: análise de risco econômico da cafeicultura em dois sistemas de irrigação. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 399-408, 2003.

SOUZA, V. F. de., MAROUELLI, W. A., COELHO, E. F., PINTO, J. M., COELHO FILHO, M. A. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**/ editores técnicos. Valdemício Ferreira de Souza...[et al.], – 2ª ed. – Brasília, DF: Embrapa, 2014. E-book: no formato e Pub, convertido do livro impresso.

TEIXEIRA, S. M. Racionalização da produção brasileira de café. In: LIRIO, V. S.; GOMES, M. F. M. (Orgs.). **Investimento privado, público e mercado de commodities**. Viçosa, MG: UFV/DER, 2000. P. 137 -161.

THOMAZIELLO, R. A. O cultivo de cafeeiro em sistema adensado. **O Agrônomo**, Campinas, v. 53, n. 2, p. 8-10, 2001.

THOMAZIELO, R.A.; FAZUOLI, L.C.; PEZZOPANE JUNIOR, M.P.; FAHL, J.I., CARELL, M.L.C. *Café arábica: culturas e técnicas de produção*. Campinas: Instituto Agrônomo, 2000. 82p. (Boletim Técnico, 187).

THOMPSON, G. T.; SPIESS, L. B.; KRIDER, J. N. *Farm resources and system selection*. In: JENSEN, M. E. (Ed.). *Design and operation of farm irrigation systems*. St. Joseph: ASAE, 1983. p. 45-76.

TURCO, P, H. N. *Produção de café orgânico na região sul de Minas Gerais: eficiência econômica e energética* 2011. 95p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Energia na agricultura) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas. Botucatu/SP: UNESP, 2011.

TURCO, P. H. N.; ESPERANCINI, M. S. T.; BUENO, O. C.; BLISKA, F. M. M. *Organic coffee under perspective of energy efficiency*. **Journal of Agricultural Science and Technology**, Illinois, n.4, p.15 – 20, 2014.

TURCO, P. H. N.; FRONZAGLIA, T.; VEGRO, C. L.R.; FIRETTI, R.; TÔSTO, S. G.; BLISKA, F. M. M.; *Trajetória tecnológica cafeeira no Brasil, 1924 a 1012*, **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 60, n. 2, p. 105-119, jul./dez. 2013.

UNAKITAN, G.; HURMA, H.; YILMAZ, F. *An analysis of energy use efficiency of canola production in Turkey*. **Energy**, London, v. 35, n. 9, p. 3623-3627, 2010.

VALOR ECONOMICO <http://www.valor.com.br/agro/4082216/taxas-de-juros-do-funcafe-ficarao-entre-875-e-105-em-201516>

VEGRO, C. L. R.; SILVA, J. R.; NACHILUK, K.; BARBOSA, M. Z.; MIURA, M.; PITHAN e SILVA, R. O., FAGUNDES, P. R. S. *Anomalia climática e seus impactos sobre as culturas temporárias e perenes do Estado de São Paulo*, 2014. **Revista Análises e Indicadores do Agronegócios**, São Paulo, v.9, n. 10, p. out. 2014. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=13506> Acesso em: 04 de abril de 2016.

VIANA, J. G. A.; SILVEIRA, V. C. P. *Análise econômica e custos de produção aplicados aos sistemas de produção de ovinos*. In: XLVI CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 41., 2008, Rio Branco. **Anais...** SOBER: Rio Branco, 2008. (CD-ROM)

VICON MÁQUINAS AGRÍCOLAS. **Abanadeira catacafé**. COITI, 2012. Disponível em: <http://www.vicon.com.br/pt/modelos/modelo10044.aspx> Acesso em: 20 jan. 2016.

VIEIRA, G. **Avaliação energética e custo de produção da cana – de – açúcar (Saccharum) do preparo de solo ao 5º corte**. 2007. 104p. Tese (Doutorado) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu/SP: UNESP. 2007.

ZANATA, E.; FINAMORE, E. B.; COSTA, T. V. M. *Estimativa dos custos econômicos de produção de soja transgênica no município de Nicolau Vergueiro*

– RS. In: BLOIS, Henrique Dias; CAPACCHI, Maristela. **Custos:** enfoques sistêmicos. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2010.

ZANINI, A., CAMPOS, A. T., PRESTES, T. M. V., DALMOLIN, M. F. da S., CAMPOS, A. T., KLOSOWSKI, E. S. Análise do consumo de energia na produção de silagem de milho em plantio direto. **Revista Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 249-253, 2003.

APÊNDICE A – Custo de produção de café convencional e irrigado por gotejo

Tabela 1 - Relatos das dificuldades da pesquisa

Reuniões	Participei de 3 reuniões com cafeicultores, realizada pela Casa da Agricultura do município de Graça, ligada a CATI – Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, na intenção de contato com os produtores, visando analisar quem poderia participar, pois, o foco era estudar dados de produtores que realmente fizessem anotações e tivessem dados dos custos de produção.	Ano 2013 a 2015
Dificuldades	Conseguir produtores que quisessem participar da pesquisa. Importante relatar que no ano de 2014, isso foi muito difícil e deduzo que seja pelo problema da estiagem; os produtores não queriam mais falar sobre os dados da produção, fiz vários contatos e a negativa foi grande.	2014
Facilidades	Devido às negativas, pedi para um pesquisador do IAC, que me ajudasse, já que ele possui uma ótima relação com os produtores da região e, com isso, obtive ótimos contatos e os produtores enfim concordaram em participar, ressaltando que esses produtores são representativos na região. As reuniões com os produtores, após o primeiro contato e por intermédio do pesquisador, foram individuais, com horário agendado nas propriedades de cada um, onde fui bem recebida e obtive todos os dados da produção. Alguns produtores colocaram os gerentes para auxiliar em qualquer dúvida, para mostrar as instalações, como terreiro, galpões, instalações de irrigação, repassar tabelas das áreas cultivadas, quais as variedades trabalhadas, tipos de defensivos e fertilizantes.	2015
Retorno	Fizemos um evento em abril, e os produtores perguntaram como estava a tese, e queriam saber como foram os resultados.	2016

Tabela 2 - Preços médios praticados de adubos, micronutrientes, corretivos de solo e defensivos no período de 2012 a 2015 por hectare para produção de café convencional.

Convencional	Ano 2012	Ano 2013	Ano 2014	Ano 2015
Energia indireta - Industrial				
Adubos				
Adubo 23-00-18	R\$1.014,00/t	R\$1.020,00/t	R\$1.060,00/t	R\$1.102,80/t
Nitrato de Amônia	R\$935,00/t	R\$1.030,00/t	R\$1.040,00/t	R\$1.050,00/t

Superfosfato simples	R\$967,00/t	R\$1.056,40/t	R\$1.092,18/t	R\$1.051,00/t
Cloreto de potássio	R\$1.725,50/t	R\$1.774,20/t	R\$1.726,95/t	R\$1.264,00/t
Corretivo de solo				
Calcário	R\$83,00/kg	R\$88,00/kg	R\$95,00/kg	R\$96,00/kg
Gesso	R\$108,00/kg	R\$110,90/kg		R\$110,00/kg
Micronutrientes				
Ácido bórico	R\$2,83/kg	R\$3,50/kg	R\$3,00/kg	R\$2,00/kg
Adjuvante				
Nimbus	R\$7,58/l	R\$7,58/l	R\$10,67/l	R\$21,00/l
Espalhante adesivo				
Agral	R\$7,58/l	R\$7,58/l	R\$6,00/l	R\$6,00/l
Herbicidas				
Glifosato	R\$8,15/l	R\$12,96/l	R\$13,00/l	R\$18,70/l
Zapp	R\$9,91/l		R\$9,91/l	R\$17,00/l
Fungicidas				
Priori xtra	R\$109,92/l	R\$100,00/l	R\$100,00/l	R\$80,00/l
Cobre supera	R\$22,00/kg	R\$25,00/kg	R\$25,00/kg	R\$28,00/kg
Alto 100	R\$71,08/kg	R\$73,00/kg		R\$114,00/kg
Dá café				R\$18,00/l
Azimut				R\$725,00/kg
Acaricida				
Abamex	R\$19,00/l	R\$28,00/l	R\$26,00/l	R\$25,00/l
Inseticidas				
Actara WG	R\$73,15/kg	R\$140,00/kg	R\$132,00/kg	R\$184,00/kg
Alta cor	R\$469,70/gr			

Fonte: Dados de pesquisa.

Tabela 3 - Preços médios praticados de adubos, micronutrientes, corretivos de solo e defensivos no período de 2012 a 2015, por hectare para produção de café irrigado.

Irrigado	2012	2013	2014	2015
Energia indireta - Industrial				
Adbos				
Adubo 23-00-18	R\$ 1.014,00/t		R\$1060,00/t	R\$1.102,00/t
Adubo 22-00-18		R\$1.020,00/t		
Adubo 21-00-21			R\$1.060,00/t	
Nitrato de amônia	R\$890,00/t	R\$935,00/t	R\$1.046,00/t	R\$1.050,00/t
Superfosfato simples		R\$810,00/t	R\$740,00/t	
Cloreto de potássio	R\$1,89/kg	R\$1,73/kg	R\$1,00/kg	R\$2,06/kg
Nitrato de cálcio	R\$1.200,00/t	R\$1.370,00/t		
Ureia			R\$1,17/kg	R\$2,08/kg
Nitran 20-00-00	R\$765,80/l	R\$826,25/l	R\$846,66/l	R\$865,00/l
Micronutrientes				
Ácido bórico	R\$2,83/kg	R\$3,05/kg	R\$2,49/kg	
Sulfato de zinco	R\$1,63/kg	R\$2,10/kg	R\$1,85/kg	R\$1,03/kg
Sulfato de magnésio	R\$0,66/kg			
Boro				R\$0,99/kg
Fungicidas				
Priori xtra	R\$100,00/l	R\$100,00/l	R\$105,00/l	R\$96,64/l
Amistar 500 WG	R\$491,00/gr	R\$491,00/gr	R\$500,00/gr	
Amistar	R\$51,95/l	R\$59,00/l		
Cobre	R\$14,30/kg	R\$14,30/kg	R\$13,26/kg	
Cobre supera			R\$25,00/kg	R\$38,80/kg

Adjuvante				
Nimbus	R\$7,58/l	R\$9,40/l	R\$9,40/l	R\$10,35/l
Inseticidas				
Actara WG	R\$140,00/l	R\$140,00/l	R\$132,00/l	R\$184,00/l
Vertimec	R\$22,30/l	R\$22,30/l		
Kraft abamectina			R\$59,90/l	R\$96,65/l
Verdadeiro			R\$355,00/l	
Espalhante adesivo				
Agral	R\$7,58/l	R\$7,58/l	R\$10,35/l	R\$5,00/l
Herbicidas				
Touchdown	R\$9,91/l		R\$10,00/l	
Glifosato	R\$9,90/l	R\$12,96/l	R\$11,50/l	R\$18,37/l
Hert			R\$165,00/l	
Goal		R\$13,11/l		
Corretivo de solo				
Calcário	R\$83,00/t	R\$88,00/t	R\$95,00/t	R\$96,00/t
Gesso	R\$108,00/t	R\$110,90/t		R\$110,00/t

Fonte: Dados de pesquisa

Tabela 4 – Estimativa de custo operacional efetivo para cultura de café convencional em um hectare, ano 2012.

Especificações		Quantidade	Unidade	Valor (R\$)	Valor (R\$)	Total	%	
Energia direta de origem Biológica								
Mão de obra		Comum	Tratorista					
Tratos culturais	Análise de solo	0,16		H/H	3,12	0,61	0,01	
	Distribuir Calcário		2,59	H/H	4,79	11,86	0,16	
	Adubação	1,6	4,02	H/H	3,12	4,79	24,53	0,33
	Pulverizações		9,53	H/H	4,79	43,65	0,58	
	Roçadeira		5,6	H/H	4,79	25,65	0,34	
	Rastelar		3,85	H/H	4,79	17,63	0,23	
	Trinchar (triturar)		1,14	H/H	4,79	5,22	0,07	
	Colheita	5,57	19,97	H/H	3,12	4,79	108,83	1,44
	Terreiro	4,02	2,23	H/H	3,12	4,79	25,61	0,34
	Secador de café	3,78		H/H	3,12		14,48	0,19
Pós colheita	Lavador de café	0,5	5,6	H/H	3,12	4,79	40,70	0,54
	Beneficiamento	4,08		H/H	3,12		15,65	0,21
	Carregamento da palha	0,45	0,64	H/H	3,12	4,79	4,46	0,06
Subtotal						338,88	4,50	
Energia direta de origem Fóssil								
Combustíveis								
Gasolina		38		L	2,69	102,22	1,36	
Subtotal						102,22	1,36	
Energia direta de origem Industrial								
Máquinas e equipamentos								
Tratos culturais	Trator	15,44		H/M	38,92	600,92	7,97	
	Pá carregadeira	0,7		H/M	47,36	33,15	0,44	
	Adubadora	5,91		H/M	6,91	40,84	0,54	
	Pulverizador	9,53		H/M	12,72	121,22	1,61	

	Subtotal				796,13	10,56
Colheita	Trator	26,17	H/M	38,92	1.018,54	13,52
	Roçadeira	5,6	H/M	3,46	19,38	0,26
	Rastelo	9,55	H/M	2,98	28,46	0,38
	Trinchar (triturar)	1,14	H/M	5,12	5,84	0,08
	Colheitadeira	4,40	H/M	47,74	210,06	2,79
	Kokinha	2,86	H/M	8,18	23,39	0,31
	Cata café	3,22	H/M	10,68	34,39	0,46
	Carreta	9,5	H/M	0,91	8,65	0,11
	Subtotal				1.348,69	17,90
Pós colheita	Trator	1,39	H/M	38,92		0,79
	Carreta	1,39	H/M	0,91		0,02
	Lavador	0,5	H/M	10,94		0,07
	Secador de café	4,85	H/M	16,96		1,09
	Beneficiamento	2,01	H/M	10,68		0,28
	Subtotal					2,18
Insumos						
Corretivos de solo						
	Calcário	1260	kg	0,08	104,58	1,39
	Subtotal				104,58	1,39
Adubos						
	Adubo 23-00-18	899,5	kg	1,01	912,09	12,10
	Cloreto de Potássio	700	kg	1,73	1.211,00	16,07
	Superfosfato simples	900	kg	0,97	870,30	11,55
	Nitrato de amônia	900	kg	0,94	841,50	11,17
	Subtotal				3.834,89	50,89
Micronutrientes						
	Ácido bórico	17,7	kg	2,83	50,09	0,66
	Subtotal				50,09	0,66
Defensivos						
Fungicida						
	Priori xtra	3	L	109,92	329,76	4,38
	Cobre supera	4	kg	22,00	88,00	1,17
	Alto 100	1	kg	71,08	71,08	0,94
	Subtotal				488,84	6,49
Adjuvante						
	Nimbus	5,23	L	7,58	39,64	0,53
	Subtotal				39,64	0,53
Acaricida						
	Abamex	4,75	L	19,00	90,25	1,20
	Subtotal				90,25	1,20
Herbicida						
	Glifosato	1,7	L	8,15	13,86	0,18
	Zapp	1,5	L	9,91	14,87	0,20
	Subtotal				28,72	0,38
Espalhante adesivo						

Agral	1,2	L	7,58	9,10	0,12
Subtotal				9,10	0,12
Inseticida					
Actara WG	1,5	kg	73,15	109,73	1,46
Subtotal				109,73	1,46
Análise do solo	1	L	30,00	30,00	0,40
Gás para secado					
Total				7.536,32	100,00

Fonte: Dados de pesquisa

Tabela 5 - Estimativa de custo operacional efetivo para cultura de café convencional em um hectare, ano 2013.

Especificações		Quantidade	Unidade	Valor (R\$)	Valor (R\$)	Total	%	
Energia direta de origem Biológica								
Tratos culturais	Mão de obra	Comum	Tratorista					
	Análise de solo	0,16		H/H	3,95	0,63	0,01	
	Distribuir Calcário*		2,59	H/H		5,83	14,80	0,20
	Distribuidora de gesso	0,44	1,77	H/H	3,95	5,83	12,05	0,16
	Adução*	1,6	4,02	H/H	3,95	5,83	29,75	0,40
	Pulverizações		9,53	H/H		5,83	55,56	0,74
Colheita	Roçadeira		5,6	H/H		5,83	32,65	0,43
	Rastelar		3,85	H/H		5,83	22,45	0,30
	Trinchar (triturar)		1,14	H/H		5,83	6,65	0,09
Pós colheita	Colheita	6,00	19,97	H/H	3,95	5,83	140,13	1,87
	Terreiro	4,02	2,23	H/H	3,95	5,83	28,87	0,38
	Secador de café	3,78		H/H	3,95		14,93	0,20
	Lavador de café	0,50	5,6	H/H	3,95	5,83	34,61	0,46
	Beneficiamento	4,08		H/H	3,95		16,12	0,21
	Carregamento da palha*	0,45	0,64	H/H	3,95	5,83	5,50	0,07
Subtotal						414,55	5,52	
Energia direta de origem Fóssil								
Combustíveis								
	Gasolina		39	L		2,78	108,42	1,44
Subtotal						108,42	1,44	
Energia direta de origem Industrial								
Máquinas e equipamentos								
Tratos culturais	Trator		17,2	H/M	40,65		699,18	9,31
	Pá carregadeira		0,70	H/M	53,58		37,51	0,50
	Distribuidora de gesso		1,77	H/M	4,94		8,74	0,12
	Adubadora		5,91	H/M	13,00		76,83	1,02
	Pulverizador		9,53	H/M	12,71		121,13	1,61
	Subtotal							12,56
Colheita	Trator		26,17	H/M	40,65		1.063,81	14,17
	Roçadeira		5,6	H/M	1,85		10,36	0,14
	Rastelo		9,55	H/M	2,98		28,46	0,38

	Trinchar (triturar)	1,14	H/M	5,63	6,42	0,09
	Colheitadeira	4,4	H/M	52,95	232,98	3,10
	Kokinha	2,86	H/M	10,66	30,49	0,41
	Carreta	9,5	H/M	2,84	26,98	0,36
	Cata café	3,22	H/M	11,57	37,26	0,50
	Subtotal				1.436,75	19,13
Pós colheita	Trator	1,39	H/M	40,65	56,50	0,75
	Carreta	1,39	H/M	2,84	3,95	0,05
	Secador de café	3,99	H/M	19,01	75,85	1,01
	Lavador de café	0,5	H/M	11,05	5,53	0,07
	Beneficiamento	2,75	H/M	12,08	33,22	0,44
	Subtotal				175,05	2,33
	Insumos					
	Corretivos de solo					
	Calcário	1180	kg	0,08	97,94	1,30
	Gesso	900	kg	0,11	99,00	1,32
Subtotal				196,94	2,62	
Aubos						
Adubo 23-00-18	900	kg	1,02	918,00	12,22	
Cloreto de Potássio	400	kg	1,77	708,00	9,48	
Superfosfato simples	400	kg	1,06	424,00	5,65	
Nitrato de amônia	1000	kg	1,03	1.030,00	13,72	
Subtotal				3.080,00	41,01	
Micronutrientes						
Ácido bórico	10	kg	3,05	30,50	0,41	
Subtotal				30,50	0,41	
Defensivos						
Fungicida						
Priori xtra	2,9	L	100,00	290,00	3,86	
Cobre supera	4,5	kg	25,00	112,50	1,50	
Alto 100	0,8	kg	73,00	58,40	0,78	
Subtotal				460,90	6,14	
Adjuvante						
Nimbus	5	L	7,58	37,90	0,50	
Subtotal				39,64	0,50	
Acaricida						
Abamex	4,8	L	28,00	134,40	1,79	
Subtotal				134,40	1,79	
Herbicida						
Glifosato	12	L	12,96	155,52	2,07	
Subtotal				155,52	2,07	
Espalhante adesivo						
Agral	1	L	7,58	7,58	0,10	
Subtotal				7,58	0,10	
Inseticida						
Actara WG	2,1	kg	140,00	294,00	3,92	
Subtotal				294,00	3,92	
Análise de solo	1		32,00	32,00	0,43	

Gás para secado
Total

7.507,89 100,00

Fonte: Dados de pesquisa

Tabela 6 - Estimativa de custo operacional efetivo para cultura de café convencional em um hectare, ano 2014

Especificações		Quantidade	Unidade	Valor (R\$)	Valor (R\$)	Total	%	
Energia direta de origem Biológica								
Mão de obra		Comum	Tratorista					
Tratos culturais	Analise de solo	0,16		H/H	4,79	0,80	0,01	
	Distribuir Calcário		2,59	H/H		5,83	14,80	0,19
	Adubação	1,6	4,02	H/H	4,79	5,83	34,21	0,43
	Pulverizações		9,53	H/H		5,83	62,14	0,78
	Roçadeira		5,6	H/H		5,83	36,51	0,46
Colheita	Rastelar		3,85	H/H		5,83	25,10	0,32
	Trinchar (triturar)		1,14	H/H		5,83	7,43	0,09
	Colheita	5,90	19,97	H/H	4,79	5,83	158,46	1,99
Pós colheita	Terreiro	4,07	2,23	H/H	4,79	5,83	34,88	0,44
	Lavador de café	0,5	5,6	H/H	4,79	5,83	34,88	0,44
	Secador de café	3,78		H/H	4,79		18,90	0,24
	Beneficiamento	4,08		H/H	4,79		20,40	0,26
	Carregamento da palha	0,45	0,64	H/H	4,79	5,83	6,42	0,08
Subtotal						454,93	5,72	
Energia direta de origem Fóssil Combustíveis								
Gasolina			27	L		2,88	77,76	0,98
Subtotal						77,76	0,98	
Energia direta de origem Industrial Máquinas e equipamentos								
Tratos culturais	Trator		15,44	H/M	43,39		669,94	8,42
	Pá carregadeira		0,70	H/M	56,04		39,23	0,49
	Adubadora		5,91	H/M	4,93		29,14	0,37
	Pulverizador		9,53	H/M	21,18		201,85	2,54
	Subtotal						940,15	11,82
Colheita	Trator		26,17	H/M	43,39		1.135,52	14,28
	Roçadeira		5,6	H/M	3,58		20,05	0,25
	Rastelo		9,55	H/M	3,80		36,29	0,46
	Trinchar (triturar)		1,14	H/M	7,44		8,48	0,11
	Colheitadeira		4,4	H/M	55,14		242,62	3,05
	Kokinha		2,86	H/M	12,16		34,78	0,44
	Cata café		3,22	H/M	24,36		78,44	0,99
	Carreta		9,5	H/M	2,57		24,42	0,31
Subtotal						1.580,58	19,88	
Pós colheita	Trator		1,39	H/M	43,39		60,31	0,76
	Carreta		1,39	H/M	2,57		3,57	0,04
	Lavador de café		0,5	H/M	11,47		5,74	0,07
	Secador de café		2,09	H/M	20,26		42,34	0,53

Beneficiamento	2,35	H/M	13,38	31,44	0,40
Subtotal				143,41	1,80
Insumos					
Corretivos de solo					
Calcário	980	kg	0,09	88,20	1,11
Subtotal				88,20	1,11
Aubos					
Adubo 23-00-18	1200	kg	1,06	1.272,00	16,00
Cloreto de potássio	500	kg	1,73	863,00	10,85
Superfosfato simples	500	kg	1,09	546,00	6,87
Nitrato de amônia	1100	kg	1,04	1.144,00	14,39
Subtotal				3.825,00	48,10
Micronutrientes					
Ácido bórico	10	kg	3,00	30,00	0,38
Subtotal				30,00	0,38
Defensivos					
Fungicida					
Priori xtra	2,5	L	100,00	250,00	3,14
Cobre supera	4,8	kg	25,00	120,00	1,51
Subtotal				370,00	4,65
Adjuvante					
Nimbus	4	L	10,67	42,68	0,54
Subtotal				42,68	0,54
Acaricida					
Abamex	4,2	L	26,00	109,20	1,37
Subtotal				109,20	1,37
Herbicida					
Glifosato	5	L	13,00	65,00	0,82
Zapp	2,5	L	9,91	24,78	0,31
Subtotal				89,78	1,13
Espalhante adesivo					
Agral	1	L	6,00	6,00	0,08
Subtotal				6,00	0,08
Inseticida					
Actara WG	1,2	kg	132,00	158,40	1,99
Subtotal				158,40	1,99
Análise de solo	1		36,00	36,00	0,45
Gás para secado					
Total				7.952,09	100,00

Fonte: Dados de pesquisa

Tabela 7 - Estimativa de custo operacional para cultura de café convencional em um hectare, ano 2015.

Especificações		Quantidade	Unidade	Valor (R\$)	Valor (R\$)	Total	%	
Energia direta de origem Biológica								
Mão de obra		Comum	Tratorista					
Tratos culturais	Analise de solo	0,16		H/H	5,41	0,87	0,01	
	Distribuir Calcário		2,59	H/H	5,41	6,52	14,80	0,16
	Distribuidora de gesso	0,44	1,77	H/H	5,41	6,52	13,92	0,15
	Adubação	1,6	4,02	H/H	5,41	6,52	34,86	0,38
	Pulverizações		9,53	H/H		6,52	62,14	0,67
Colheita	Roçadeira		5,6	H/H		6,52	36,51	0,39
	Rastelar		3,85	H/H		6,52	25,10	0,27
	Trinchar (triturar)		1,14	H/H		6,52	7,43	0,08
	Colheita	5,95	19,97	H/H	5,41	6,52	162,38	1,75
	Terreiro	4,02	2,23	H/H	5,41	6,52	36,28	0,39
Pós colheita	Trator		1,39			6,52	9,06	0,10
	Carreta		1,39			6,52	9,06	0,10
	Secador de café	3,78		H/H	5,41		20,45	0,22
	Lavador de café	0,5	4,6	H/H	5,41	6,52	32,69	0,35
	Beneficiamento	4,08		H/H	5,41		22,07	0,24
Carregamento da palha	0,45	0,64	H/H	5,41	6,52	6,60	0,07	
Subtotal						464,24	5,00	
Energia direta de origem Fóssil								
Combustíveis								
	Gasolina		49	L		3,12	152,88	1,65
Subtotal						152,88	1,65	
Energia direta de origem Industrial								
Máquinas e equipamentos								
Tratos culturais	Trator		17,2	H/M	42,24		726,53	7,82
	Pá carregadeira		0,70	H/M	56,04		39,23	0,42
	Distribuidora de gesso		1,77	H/M	6,57		11,63	0,1
	Adubadora		5,91	H/M	5,56		32,86	0,35
	Pulverizador		9,53	H/M	16,77		159,82	1,72
Subtotal						970,06	10,44	
colheita	Trator		26,17	H/M	42,24		1.105,42	11,90
	Roçadeira		5,6	H/M	6,23		34,89	0,38
	Rastelo		9,55	H/M	8,43		80,51	0,87
	Trinchar (triturar)		1,14	H/M	9,84		11,22	0,12
	Colheitadeira		4,4	H/M	45,89		201,92	2,17
Kokinha		2,86	H/M	13,26		37,92	0,41	
Carreta		9,5	H/M	1,97		18,72	0,20	

Pós colheita	Cata café	3,22	H/M	14,53	46,79	0,50
	Subtotal				1.537,37	16,54
	Trator	1,39	H/M	42,24	58,71	0,63
	Carreta	1,39	H/M	1,97	2,74	0,03
	Lavador de café	0,5	H/M	12,01	6,01	0,06
	Secador de café	5,90	H/M	21,09	124,43	1,34
	Beneficiamento	2,75	H/M	14,84	40,81	0,44
	Subtotal				232,70	2,50
	Insumos					
	Corretivos de solo					
	Calcário	1300	kg	0,09	117,00	1,26
	Gesso	1000	kg	0,11	110,00	1,18
	Subtotal				227,00	2,44
	Adbos					
	Adubo 23-00-18	1800	kg	1,10	1.983,60	21,35
	Cloreto de potássio	600	kg	1,26	758,40	8,16
	Superfosfato simples	400	kg	1,05	420,40	4,52
	Nitrato de amônia	1000	kg	1,10	1.102,00	11,86
	Subtotal				4.264,40	45,89
	Micronutrientes					
	Ácido bórico	12	kg	2	24,00	0,26
Subtotal				24,00	0,26	
Defensivos						
Fungicida						
Priori xtra	2,4	L	80,00	192,00	2,07	
Cobre supera	4,8	kg	28,00	134,40	1,45	
Alto 100	1	kg	114,00	114,00	1,23	
Subtotal				440,40	4,74	
Adjuvante						
Nimbus	4,7	L	21	98,70	1,06	
Subtotal				98,70	1,06	
Acaricida						
Abamex	4,8	L	25,00	120,00	1,29	
Subtotal				120,00	1,29	
Herbicida						
Glifosato	2,5	L	18,7	46,75	0,50	
Zapp	2,5	L	17,00	42,50	0,44	
Subtotal				89,25	0,96	
Espalhante adesivo						
Agral	1,2	L	5	6,00	0,06	
Subtotal				6,00	0,06	

Inseticida						
Actara WG	3,4	kg	184,00	625,60	6,73	
Subtotal				625,60	6,73	
Análise de solo	1		40,00	40,00	0,43	
Gás para secado						
Total				9.292,60	100,00	

Fonte: Dados de pesquisa

Tabela 8 - Estimativa de custo operacional efetivo para cultura de café irrigado em um hectare, ano 2012.

Especificações		Quantidade		Unidade	Valor (R\$)	Valor (R\$)	Total	%
Energia direta de origem Biológica								
Mão de obra		Comum	Tratorista					
Tratos culturais	Análise de solo	0,17		H/H	3,83		0,65	0,01
	Distribuir Calcário	0,85	1,03	H/H	3,83	4,58	7,97	0,08
	Distribuir gesso	1,2	1,31	H/H	3,83	4,58	10,59	0,11
	Adução	3,03	3,92	H/H	3,83	4,58	29,55	0,30
	Pulverização		9,91	H/H		4,58	45,38	0,46
	Irrigação	1,48		H/H	3,83		5,67	0,06
	Tirar ramos	7,38		H/H	3,83		28,27	0,29
Colheita	Roçadeira		4,8	H/H		4,58	21,98	0,22
	Rastelar		3,08	H/H		4,58	14,11	0,14
	Trinchar (triturar)		5,18	H/H		4,58	23,72	0,24
	Colheita	4,60	24,8	H/H	3,83	4,58	131,19	1,34
	Kokinha		21	H/H		4,58	96,18	0,98
Pós colheita	Cata café		8,84	H/H		4,58	40,49	0,41
	Lavador	0,5	5,66	H/H	3,83	4,58	27,84	0,28
	Terreiro		2,97	H/H		4,58	13,60	0,14
	Secador de café		3,44	H/H		4,58	15,76	0,16
	Beneficiamento		10,46	H/H		4,58	47,91	0,49
	Carregamento da palha	0,45	0,67	H/H	3,83	4,58	4,79	0,05
	Subtotal						565,65	5,76
Energia direta de origem Fóssil								
Combustíveis								
	Gasolina		28	L		2,69	75,32	0,77
	Subtotal						75,32	0,77
Energia direta de origem Industrial								
Máquinas e equipamentos								
Tratos culturais	Trator		16,57	H/M	39,09		647,72	6,59
	Pá carregadeira		0,77	H/M	47,36		36,47	0,37
	Aduçadora		6,26	H/M	6,91		43,26	0,44
	Pulverizador		10,31	H/M	12,72		131,14	1,33
	Irrigação		1,48	H/M	0,75		1,11	0,01
	Subtotal						859,70	8,75
Co	Trator		55,30	H/M	39,09		2.161,68	22,00

Pós colheita	Roçadeira	4,80	H/M	3,46	16,61	0,17
	Rastelo	3,80	H/M	2,98	11,32	0,12
	Trinchar (triturar)	5,18	H/M	5,12	26,52	0,27
	Colheitadeira	12,40	H/M	47,74	591,98	6,02
	Kokinha	10,50	H/M	8,18	85,89	0,87
	Carreta	22,90	H/M	0,91	20,84	0,21
	Cata café	8,84	H/M	10,69	94,50	0,96
	Subtotal				3.009,34	30,63
	Trator	0,67	H/M	39,09	26,19	0,27
	Carreta	0,67	H/M	0,91	0,61	0,01
	Lavador de café	0,5	H/M	10,94	5,47	0,06
	Secador de café	3,04	H/M	6,96	21,16	0,22
	Beneficiamento	2,80	H/M	10,68	29,90	0,30
	Subtotal				83,33	0,85
	Insumos					
	Corretivos de solo					
	Calcário	0,96	kg	83,00	79,68	0,81
	Gesso	1,04	kg	108,00	112,32	1,14
	Subtotal				192,00	1,95
	Alubos					
	Adubo 23-00-18	1670	kg	1,01	1.693,38	17,23
	Cloreto de Potássio	200	kg	1,89	378,00	3,85
	Nitrato de cálcio	700	kg	1,20	840,00	8,55
	Nitrato de amônia	500	kg	0,89	445,00	4,53
	Nitran	570	kg	0,77	436,05	4,44
	Subtotal				3.792,43	38,60
	Micronutrientes					
	Ácido bórico	13,3	kg	2,83	37,64	0,38
	Sulfato de zinco	10,2	kg	1,63	16,63	0,17
	Sulfato de magnésio	3,54	kg	0,66	2,34	0,02
Subtotal				56,60	0,58	
Defensivos						
Fungicida						
Priori xtra	2,5	L	100,00	250,00	2,54	
Cobre recop	3,26	kg	14,30	46,62	0,47	
Amistar 500 WG	0,04	kg	491	19,64	0,20	
Amistar	0,13	L	51,95	6,75	0,07	
Subtotal				323,01	3,29	
Adjuvante						
Nimbus	3,9	L	7,58	29,56	0,30	
Subtotal				29,56	0,30	
Herbicida						
Glifosato	1,11	L	9,9	10,99	0,11	
Touchdow	3,3	L	9,91	32,70	0,33	
Subtotal				43,69	0,44	
Espalhante adesivo						
Agral	0,65	L	7,58	4,93	0,05	
Subtotal				4,93	0,05	

Inseticida						
Vertimec	1,2	L	22,3	26,76	0,27	
Actara WG	2,2	kg	140	308,00	3,13	
Subtotal				334,76	3,41	
Gás para secador				167,46	1,70	
Energia elétrica	826,87	kw	0,19	157,10	1,60	
Análise de solo	1			30,00	0,31	
Outorga da água				100,70	1,02	
Subtotal				455,26	4,63	
Total				9.825,58	100	

Fonte: Elaborada pela autora (2015)

Tabela 9 - Estimativa de custo operacional para cultura de café de irrigado em um hectare, ano 2013.

Especificações		Quantidade	Unidade	Valor (R\$)	Valor (R\$)	Total	%	
Energia direta de origem Biológica								
Tratos culturais	Mão de obra	Comum	Tratorista					
	Análise de solo	0,17		H/H	4,20	0,71	0,01	
	Distribuir Calcário	0,85	1,03	H/H	4,20	5,00	8,72	0,09
	Distribuir gesso	1,20	1,31	H/H	4,20	5,00	11,59	0,12
	Adubação	3,03	3,92	H/H	4,20	5,00	32,32	0,33
	Pulverização		9,91	H/H		5,00	49,55	0,51
	Irrigação	1,48		H/H	4,20		6,22	0,06
Colheita	Tirar ramos	7,38		H/H	4,20		31,00	0,32
	Roçadeira		4,8	H/H		5,00	24,00	0,25
	Rastelar		3,08	H/H		5,00	15,40	0,16
	Trinchar (triturar)		5,18	H/H		5,00	25,90	0,27
	Colheita		24,8	H/H		5,00	143,32	1,48
	Kokinha		21	H/H		5,00	105,00	1,09
	Cata café		8,84	H/H		5,00	44,20	0,46
Pós colheita	Lavador	0,5	5,66	H/H	4,20	5,00	30,40	0,29
	Terreiro		2,97	H/H		5,00	14,85	0,15
	Secador de café		3,44	H/H		5,00	17,20	0,18
	Beneficiamento		10,46	H/H		5,00	52,30	0,54
	Carregamento da palha	0,45	0,67	H/H	4,20	5,00	5,24	0,05
Subtotal						615,82	6,37	
Energia direta de origem Fóssil								
Combustíveis								
Gasolina		39	L		2,78	108,42	1,12	
Subtotal						108,42	1,12	
Energia direta de origem Industrial								

	Máquinas e equipamentos					
Tratos culturais	Trator	16,57	H/M	40,86	677,05	7,00
	Pá carregadeira	0,77	H/M	53,58	41,26	0,43
	Aubadora	6,26	H/M	13	81,38	0,84
	Pulverizador	10,31	H/M	12,71	131,04	1,36
	Irrigação	3,99	H/M	0,77	3,07	0,03
	Subtotal				933,80	9,66
Colheita	Roçadeira	4,8	H/M	1,85	8,88	0,09
	Trator	55,3	H/M	40,86	2.259,56	23,37
	Rastelo	3,8	H/M	2,98	11,32	0,12
	Trinchar (triturar)	5,18	H/M	5,63	29,16	0,30
	Colheitadeira	12,4	H/M	52,95	656,58	6,79
	Kokinha	10,5	H/M	10,66	111,93	1,16
	Carreta	22,9	H/M	2,84	65,036	0,67
	Cata café	8,84	H/M	11,57	102,28	1,06
	Subtotal				3.244,75	33,56
	Pós colheita	Trator	0,67	H/M	40,86	27,38
Carreta		0,67	H/M	2,84	1,90	0,02
Lavador		0,5	H/M	11,05	5,53	0,06
Secador de café		3,04	H/M	19,01	57,79	0,60
Beneficiamento		2,80	H/M	12,08	33,82	0,35
Subtotal					126,42	1,31
	Insumos					
	Corretivos de solo					
	Calcário	1,28	kg	88,00	112,64	1,17
	Gesso	0,47	kg	110,90	52,12	0,54
	Subtotal				164,76	1,70
	Aubos					
	Adubo 22-00-18	1640	kg	1,02	1.672,80	17,30
	Cloreto de Potássio	290	kg	1,73	501,70	5,19
	Superfosfato simples	160	kg	0,01	1,60	0,02
	Nitrato de amônia	410	kg	0,94	383,35	3,96
	Nitrato de cálcio	180	kg	1,37	246,60	2,55
	Nitran	550	kg	0,83	454,30	4,70
	Subtotal				3.260,35	33,72
	Micronutrientes					
	Ácido bórico	10,4	kg	3,05	31,72	0,33
	Sulfato de zinco	4,5	kg	2,1	9,45	0,10
	Subtotal				41,17	0,43
	Defensivos					
	Fungicida					
	Priori xtra	2,4	L	100,00	240,00	2,48
	Cobre supera	4,3	kg	14,30	61,49	0,64
	Amistar 500 WG	0,01	kg	491,00	4,91	0,05
	Amistar	0,83	L	59,00	48,97	0,51
	Subtotal				355,37	3,68
	Adjuvante					
	Nimbus	3,3	L	9,4	31,02	0,32
	Subtotal				31,02	0,32
	Herbicida					
	Glifosato	0,3	L	12,96	3,89	0,04

Goal	0,3	L	43,71	13,11	0,14
Subtotal				17,00	0,18
Espalhante adesivo					
Agral	0,6	L	7,58	4,55	0,05
Subtotal				4,55	0,05
Inseticida					
Actara WG	2	kg	140,00	280,00	2,90
Vertimec	1,2	L	22,30	26,76	0,28
Subtotal				306,76	3,17
Gás para secado				209,95	2,17
Energia elétrica	679,56	kw	0,17	115,52	1,19
Análise de solo	1		32,00	32,00	0,33
Outorga de água				100,70	1,04
Subtotal				458,17	4,74
Total				9.668,36	100

Fonte: Dados de pesquisa

Tabela 10 - Estimativa de custo operacional para cultura de café de irrigado em um hectare, ano 2014.

Especificações		Quantidade	Unidade	Valor (R\$)	Valor (R\$)	Total	%	
Energia direta de origem Biológica								
Tratos culturais	Mão de obra	Comum	Tratorista					
	Análise de solo	0,17		H/H	4,79	0,81	0,01	
	Distribuir Calcário	0,85	1,03	H/H	4,79	5,83	10,07	0,09
	Distribuir gesso	1,2	1,31	H/H	4,79	5,83	13,38	0,12
	Adubação	3,03	3,92	H/H	4,79	5,83	37,36	0,34
	Pulverização		9,91	H/H		5,83	57,77	0,52
	Irrigação	1,48		H/H	4,79		7,09	0,06
Colheita	Tirar ramos	7,38		H/H	4,79		35,35	0,32
	Roçadeira		4,8	H/H		5,83	27,98	0,25
	Rastelar		3,08	H/H		5,83	17,96	0,16
	Trinchar (triturar)		5,18	H/H		5,83	30,20	0,27
	Colheita		24,8	H/H		5,83	166,61	1,51
	Kokinha		21,00	H/H		5,83	122,43	1,11
	Cata café		8,84	H/H		5,83	51,54	0,47
Pós colheita	Lavador		5,66	H/H		5,83	33,00	0,30
	Terreiro		2,97	H/H		5,83	17,32	0,16
	Secador de café		3,44	H/H		5,83	20,06	0,18
	Beneficiamento		10,46	H/H		5,83	60,98	0,55
	Carregamento da palha	0,45	0,67	H/H	4,79	5,83	6,06	0,06
	Subtotal						718,37	6,50
	Energia direta de origem Fóssil							
Combustíveis								
Gasolina		39	L		2,88	112,32	1,02	

	Subtotal				112,32	1,02
	Energia direta de origem Industrial					
	Máquinas e equipamentos					
Tratos culturais	Trator	16,57	H/M	43,52	721,13	6,55
	Pá carregadeira	0,77	H/M	56,04	43,15	0,39
	Aubadora	6,26	H/M	4,93	30,86	0,28
	Pulverizador	10,31	H/M	21,18	218,37	1,98
	Irrigação	9,57	H/M	0,88	8,42	0,08
	Subtotal				1.021,93	9,28
Colheita	Trator	55,3	H/M	43,52	2.406,66	21,86
	Roçadeira	4,8	H/M	3,58	17,18	0,16
	Rastelo	3,8	H/M	3,8	14,44	0,13
	Trinchar (triturar)	5,18	H/M	7,44	38,54	0,35
	Colheitadeira	12,4	H/M	55,14	683,74	6,21
	Kokinha	10,5	H/M	12,16	127,68	1,16
	Carreta	22,9	H/M	2,57	58,85	0,53
	Cata café	8,84	H/M	24,36	215,34	1,96
	Subtotal				3.562,43	32,26
	Pós colheita	Trator	0,67	H/M	43,52	29,16
Carreta		0,67	H/M	2,57	1,72	0,02
Lavador		0,5	H/M	11,47	5,74	0,05
Secador de café		3,02	H/M	20,26	61,19	0,56
Beneficiamento		2,60	H/M	13,38	34,79	0,32
Subtotal					132,59	1,20
Insumos						
Corretivos de solo						
Calcário		1000	kg	0,10	95,00	0,86
Subtotal					95,00	0,86
Aubos						
Aubo 23-00-18		1300	kg	1,06	1.378,00	12,52
Aubo 21-00-21		660	kg	1,00	660,00	6,00
Cloreto de Potássio		250	kg	0,99	247,50	2,25
Superfosfato simples		200	kg	0,74	148,00	1,34
Ureia		800	kg	1,17	936,00	8,50
Nitran		770	kg	0,85	651,42	5,92
Subtotal				4.020,92	36,53	
Micronutrientes						
Ácido bórico	8,75	kg	2,49	21,79	0,20	
Sulfato de zinco	8,54	kg	1,85	15,80	0,14	
Subtotal				37,59	0,34	
Defensivos						
Fungicida						
Priori xtra	1,3	L	105,00	136,50	1,24	
Amistar 500WG	0,03	kg	500,00	15,00	0,14	
Cobre supera	4,58	kg	25,00	114,50	1,04	
Cobre recop	0,41	kg	13,26	5,44	0,05	
Subtotal				271,44	2,47	

Adjuvante						
Nimbus	0,83	L	9,40	7,80	0,07	
Subtotal				7,80	0,07	
Herbicida						
Glifosato	0,8	L	11,50	9,20	0,08	
Touchdown	5	L	10,00	50,00	0,45	
Hert	0,05	L	165,00	8,25	0,07	
			0			
Subtotal				67,45	0,61	
Espalhante adesivo						
Agral	0,1	L	10,35	1,04	0,01	
Subtotal				1,04	0,01	
Inseticida						
Actara WG	0,58	kg	132,00	76,56	0,70	
			0			
Kraft abamectina	0,1	L	59,90	5,99	0,05	
Verdadeiro.	0,83	L	355,00	294,65	2,68	
			0			
Subtotal				377,20	3,43	
Gás para secado				203,60	1,85	
Energia elétrica	1217,84	kW	0,20	243,56	2,21	
Análise de solo	1		36,00	36,00	0,33	
Outorga de água				100,70	0,91	
Subtotal				58,86	5,30	
Total				11.007,54	100	

Fonte: Dados de pesquisa

Tabela 11 - Estimativa de custo operacional para cultura de café irrigado em um hectare, ano 2015.

Especificações		Quantidade	Unidade	Valor (R\$)	Valor (R\$)	Total	%	
Energia direta de origem Biológica								
Mão de obra		Comunidade	Tratorista					
		m	ta					
Tratos culturais	Análise de solo	0,17	H/H	5,41		0,92	0,01	
	Distribuir Calcário	0,85	1,03	H/H	5,41	6,52	11,31	0,10
	Distribuir gesso	1,20	1,31	H/H	5,41	6,52	15,03	0,14
	Adubação	3,03	3,92	H/H	5,41	6,52	41,94	0,38
	Pulverização		7,07	H/H		6,52	64,62	0,59
	Irrigação	1,48		H/H	5,41		8,01	0,07
	Tirar ramos	7,38		H/H	5,41		39,93	0,36
Colheita	Roçadeira		4,8	H/H		6,52	31,30	0,28
	Rastelar		3,08	H/H		6,52	20,08	0,18
	Trinchar (triturar)		5,18	H/H		6,52	33,77	0,31
	Colheita	4,60	24,8	H/H	5,41	6,52	186,58	1,70
	Kokinha		21,0	H/H		6,52	136,92	1,25
	Cata café		8,84	H/H		6,52	57,64	0,52

Pós colheita	Lavador	5,66	H/H	6,52	36,90	0,34		
	Terreiro	2,97	H/H	6,52	19,36	0,18		
	Secador de café	3,44	H/H	6,52	22,43	0,20		
	Beneficiamento	10,46	H/H	6,52	68,20	0,62		
	Carregamento da palha	0,45	0,67	H/H	5,41	6,52	6,79	0,06
	Subtotal					801,73	7,30	
Tratos culturais	Energia direta de origem Fóssil Combustíveis							
	Gasolina	39	L	3,12	121,68	1,11		
	Subtotal				121,68	1,11		
	Energia direta de origem Industrial							
	Máquinas e equipamentos							
	Trator	16,57	H/M	42,16	698,59	6,36		
	Pá carregadeira	0,77	H/M	56,04	43,15	0,39		
	Aubadora	6,26	H/M	5,56	34,81	0,32		
	Pulverizador	10,31	H/M	16,77	172,90	1,57		
	Irrigação	9,15	H/M	1,02	9,33	0,08		
	Subtotal				958,78	8,73		
	Colheita	Trator	55,3	H/M	42,16	2.331,45	21,22	
Roçadeira		4,8	H/M	6,23	29,90	0,27		
Rastelo		3,8	H/M	8,43	32,03	0,29		
Trinchar (triturar)		5,18	H/M	9,84	50,97	0,46		
Colheitadeira		12,4	H/M	45,89	569,04	5,18		
Kokinha		10,5	H/M	13,26	139,23	1,27		
Carreta		22,9	H/M	1,97	45,11	0,41		
Cata café		8,84	H/M	14,53	128,45	1,17		
Subtotal					3.326,18	30,28		
Pós colheita		Trator	0,67	H/M	42,16	28,25	0,26	
	Carreta	0,67	H/M	1,97	1,32	0,01		
	Lavador	0,5	H/M	12,01	6,01	0,05		
	Secador de café	7,90	H/M	21,09	166,61	1,52		
	Beneficiamento	3,94	H/M	14,84	58,47	0,53		
	Subtotal				260,65	2,37		
	Insumos							
	Corretivos de solo							
	Calcário	1000	kg	0,09	90,00	0,82		
	Gesso	2000	kg	0,11	220,00	2,00		
Subtotal				310,00	2,82			
Adubos								
Adubo 23-00-18	1500	kg	1,10	1.653,00	15,05			
Cloreto de Potássio	273	kg	2,06	562,38	5,12			
Nitrato de amônia	600	kg	1,05	630,00	5,74			
Ureia	2,58	kg	2,08	5,37	0,05			
Nitran	1000	kg	0,87	865,00	7,87			

Subtotal				3.715,75	33,83
Micronutrientes					
Sulfato de zinco	3,0	kg	1,03	3,09	0,03
Boro	10,3	kg	0,99	10,19	0,09
Subtotal				13,29	0,12
Defensivos					
Fungicida					
Priori xtra	1,93	L	96,63	186,50	1,70
Amistar	0,03	kL	59,00	1,77	0,02
Cobre supera	4,51	kg	38,8	174,99	1,59
Subtotal				363,25	3,31
Adjuvante					
Nimbus	2,9	L	10,35	30,02	0,27
Subtotal				30,01	0,27
Herbicida					
Glifosato	2,5	L	18,37	45,93	0,42
Subtotal				45,93	0,42
Espalhante adesivo					
Agral	0,5	L	5	2,50	0,02
Subtotal				2,50	0,02
Inseticida					
Actara WG	1,26	kg	184,00	231,84	2,11
Kraft abamectina	0,31	L	96,65	29,96	0,27
Subtotal				261,80	2,38
Gás para secado				309,60	2,82
Energia elétrica	1.041,6	kW	0,31	322,89	2,94
	0				
Análise de solo	1		40,00	40,00	0,36
Outorga de água				100,70	0,92
Subtotal				773,19	7,04
Total				10.984,74	100

Fonte: Dados de pesquisa

APÊNDICE B – Entradas energéticas na produção de café convencional e irrigado por gotejo

Tabela 12 - Coeficientes de fertilizantes para conversão de unidades físicas em unidades energéticas.

Entradas (input)	Unidade física	Unidade energética (kcal)	Unidade energética (MJ)	Fonte
N P ₂ O ₅ K ₂ O	Kg	13.875	58,09	Serra, Moreira e Goldemberg (1979)
N P ₂ O ₅ K ₂ O	Kg	1.665	6,97	Serra, Moreira e Goldemberg (1979)
N P ₂ O ₅ K ₂ O	Kg	1.110	306,72	Serra, Moreira e Goldemberg (1979)
Nitrato de amônia	Kg		20,4	Zanini et al. (2003)
Superfosfato simples	Kg		9,6	Locckeretz (1980)
Cloreto de potássio	Kg		5,68	Zanini et al. (2003)
Ácido Bórico	Kg	400	1,67	Ferraro Jr. (1999)
Calcário	Kg	13.279	0,17	Bueno (2002)
Gesso	Kg	13.279	0,17	Bueno (2002)

Fonte: Dados de pesquisa

Tabela 13 - Coeficientes de defensivos para conversão de unidades físicas em unidade energética

Entrada (input)	Especificação	Unidade física	Unidade energética (MJ)	Fonte
Priori xtra	Fungicida	L	276	Unakitan; Hurma; Yilmaz (2010)
Amistar 500WG	Fungicida	GR	276	Unakitan; Hurma; Yilmaz (2010)
Amistar	Fungicida	LI	276	Unakitan; Hurma; Yilmaz (2010)
Cobre	Fungicida	KG	276	Unakitan; Hurma; Yilmaz (2010)
Cobre supera	Fungicida	KG	276	Unakitan; Hurma; Yilmaz (2010)
Actara WG	Inseticida	L	278	Unakitan; Hurma; Yilmaz (2010)
Vertimec	Inseticida	L	278	Unakitan; Hurma; Yilmaz (2010)
Kraft abamectina	Inseticida	L	278	Unakitan; Hurma; Yilmaz (2010)
Verdadeiro	Inseticida	L	278	Unakitan; Hurma; Yilmaz (2010)
Touchdow	Herbicida	L	288	Unakitan; Hurma;

Glifosato	Herbicida	L	288	Yilmaz (2010) Unakitan; Hurma; Yilmaz (2010)
Hert	Herbicida	L	288	Unakitan; Hurma; Yilmaz (2010)
Goal	Herbicida	L	288	Unakitan; Hurma; Yilmaz (2010)
Abamex	Acaricida	L		

Fonte: Dados de pesquisa

Tabela 14 - Estrutura de dispêndio por tipo, fonte e forma de energia bruta do sistema de café de convencional, safra 2012, em MJ ha⁻¹.

Especificações		Quantidade	Unidade	Valor (MJ.ha ⁻¹)	Total	%	
Energia direta de origem biológica							
Tratos culturais	Mão de obra	Tratorista					
	Análise de solo	0,16	H/H	2,2	0,35	0,00	
	Distribuir calcário	2,59	H/H	2,2	5,70	0,01	
	Adubação	5,62	H/H	2,2	12,36	0,02	
	Pulverizações	9,53	H/H	2,2	20,97	0,03	
Colheita	Roçadeira	5,6	H/H	2,2	12,32	0,02	
	Rastelar	3,85	H/H	2,2	8,47	0,01	
	Trinchar	1,14	H/H	2,2	2,51	0,00	
	Colheita	25,54	H/H	2,2	56,19	0,08	
Pós colheita	Terreiro	6,25	H/H	2,2	13,75	0,02	
	Secador de café	3,78	3,78	H/H	2,2	8,32	0,01
	Lavador de café	0,5	6,1	H/H	2,2	13,42	0,02
	Beneficiamento	4,08	4,08	H/H	2,2	8,98	0,01
	Carregamento da palha	0,45	1,09	H/H	2,2	2,40	0,00
Subtotal					165,73	0,23	
Energia direta de origem fóssil							
Combustíveis							
	Gasolina	38	L	32,22	1.224,36	1,69	
	Diesel	391	L	42,29	16.535,39	22,88	
	Graxa	0,53	Kg	39,07	20,71	0,03	
	Gás	5,9	kg	46,6	274,94	0,38	
	Óleo	5,24	L	42,37	222,02	0,31	
Subtotal					18.277,42	25,20	
Energia direta de origem industrial							
Maquinas e equipamentos							
Tratos culturais	Trator	15,44	H/M	9,45	145,91	0,20	
	Pá carregadeira	0,7	H/M	10,38	7,27	0,01	

Colheita	Aduadora	5,91	H/M	1,12	6,62	0,01
	Pulverizador	9,53	H/M	1,31	12,48	0,02
	Subtotal				172,28	0,24
	Trator	26,17	H/M	9,45	247,31	0,34
	Roçagem	5,6	H/M	0,08	0,45	0,00
	Rastelar	9,55	H/M	0,05	0,48	0,00
	Trinchar (triturar)	1,14	H/M	0,11	0,13	0,00
	Colheitadeira	4,4	H/M	8,01	35,24	0,05
	Kokinha	2,86	H/M	0,83	2,37	0,00
	Cata café	3,22	H/M	2,26	7,28	0,01
	Carreta	9,5	H/M	3,7	35,15	0,05
	Subtotal				328,4	0,45
Pós colheita	Trator	1,39	H/M	9,45	13,14	0,02
	Carreta	1,39	H/M	3,7	5,14	0,01
	Lavar o café	0,5	H/M	0,12	0,06	0,00
	Secador de café	4,85	H/M	0,53	2,57	0,00
	Beneficiamento	2,01	H/M	0,15	0,3	0,00
	Subtotal				21,21	0,03
	Insumos					
	Calcário	1260	kg	0,17	214,2	0,30
	Subtotal				214,2	0,30
	Aubos					
Adubo 23-00-18	899,5	kg	58,09	17.460,37	24,07	
Cloreto de Potássio	700	kg	5,68	3.976,00	5,48	
Superfosfato simples	900	kg	9,6	8.640,00	11,91	
Nitrato de amônia	900	kg	20,4	18.360,00	25,31	
Subtotal				48.436,37	66,78	
Micronutrientes						
Ácido bórico	17,7	kg	1,67	29,56	0,04	
Subtotal				29,56	0,04	
Defensivos						
Fungicida						
Priori xtra	3	L	276	828,00	1,14	
Cobre supera	4	kg	276	1.104,00	1,52	
Alto 100	1	kg	276	276,00	0,38	
Subtotal				2.208,00	3,04	
Acaricida						
Abamex	4,8	L	288	1.368,00	1,89	
Subtotal				1.368,00	1,89	
Herbicida						
Glifosato	1,7	L	276	469,20	0,65	
Zapp	1,5	L	276	414,00	0,57	
Subtotal				883,20	1,22	
Actara WG	1,5	kg	288	432,00	0,60	

Subtotal	432,00	0,60
Total	72.536,37	100,00

Fonte: Dados de pesquisa

Tabela 15 - Estrutura de dispêndio por tipo, fonte e forma de energia bruta do sistema de café convencional, safra 2013, em MJ ha⁻¹

Especificações	Quantidade	Unidade	Valor (MJ.ha ⁻¹)	Total	%	
Energia direta de origem biológica						
Tratos culturais	Mão de obra	Comum Tratorista				
	Análise de solo	0,16	H/H	2,2	0,35	0,00
	Distribuir Calcário	2,59	H/H	2,2	5,70	0,01
	Distribuidora de gesso	2,21	H/H	2,2	4,86	0,01
	Adubação	5,62	H/H	2,2	12,36	0,02
	Pulverizações	9,53	H/H	2,2	20,97	0,03
	Roçadeira	5,6	H/H	2,2	12,32	0,02
	Rastelar	3,85	H/H	2,2	8,47	0,01
	Trinchar	1,14	H/H	2,2	2,51	0,00
	Colheita	25,97	H/H	2,2	57,13	0,08
Pós colheita	Terreiro	6,25	H/H	2,2	13,75	0,02
	Lavador de café	6,1	H/H	2,2	13,42	0,02
	Secador de café	3,78	H/H	2,2	8,32	0,01
	Beneficiamento	4,08	H/H	2,2	8,98	0,01
	Carregamento da palha	1,19	H/H	2,2	2,62	0,00
	Subtotal			171,75	0,24	
Energia direta de origem fóssil						
Combustíveis						
	Gasolina	39	L	32,22	1.256,58	1,75
	Diesel	407,31	L	42,29	17.225,14	24,03
	Graxa	0,54	Kg	39,07	21,10	0,03
	Gás	6,9	kg	46,6	321,54	0,45
	Óleo	5,46	L	42,37	231,34	0,32
	Subtotal				19.055,70	26,58
Energia direta de origem industrial						
Tratos culturais	Maquinas e equipamentos					
	Trator	17,2	H/M	9,45	162,54	0,23
	Pá carregadeira	0,7	H/M	10,38	7,27	0,01
	Distribuidora de gesso	1,77	H/M	1,12	1,98	0,00
	Adubadora	5,91	H/M	1,31	7,74	0,01
	Pulverizador	9,53	H/M	1,31	12,48	0,02
	Subtotal				192,01	0,27
} lne	: Trator	26,17	H/M	9,45	247,31	0,35

	Roçagem	5,6	H/M	0,08	0,45	0,00
	Rastelar	9,55	H/M	0,05	0,48	0,00
	Trinchar (triturar)	1,14	H/M	0,11	0,13	0,00
	Colheitadeira	4,4	H/M	8,01	35,24	0,05
	Kokinha	2,86	H/M	0,83	2,37	0,00
	Carreta	9,5	H/M	3,7	35,15	0,05
	Cata café	3,22	H/M	2,26	7,28	0,01
	Subtotal				328,4	0,46
Pós colheita	Trator	1,39	H/M	9,45	13,14	0,02
	Carreta	1,39	H/M	3,7	5,14	0,01
	Lavador de café	0,5	H/M	0,12	0,06	0,00
	Secador de café	3,9	H/M	0,53	2,07	0,00
	Beneficiamento	2,75	H/M	0,15	0,41	0,00
	Subtotal				20,82	0,03
	Insumos					
	Corretivos de solo					
	Calcário	1180	kg	0,17	200,60	0,28
	Gesso	900	kg	0,17	153,00	0,21
	Subtotal				353,60	0,49
	Adbos					
	Adubo 23-00-18	900	kg	58,09	17.470,08	24,37
	Cloreto de Potássio	400	kg	5,68	2.272,00	3,17
	Superfosfato simples	400	kg	9,6	3.840,00	5,36
	Nitrato de amônia	1000	kg	20,4	20.400,00	28,46
	Subtotal				43.982,08	61,36
	Micronutrientes					
	Ácido bórico	10	kg	1,67	16,70	0,02
	Subtotal				16,70	0,02
	Defensivos					
	Fungicida					
	Priori xtra	2,9	L	276	800,40	1,12
	Cobre supera	4,5	kg	276	1.242,00	1,73
	Alto 100	0,8	kg	276	220,00	0,31
	Subtotal				2.263,20	3,16
	Acaricida					
	Abamex	4,8	L	288	1.382,40	1,93
	Subtotal				1.382,40	1,93
	Herbicida					
	Glifosato	12	L	276	3312,00	4,62
	Subtotal				3.312,00	4,62
	Inseticida					
	Actara WG	2,1	kg	288	604,80	0,84
	Subtotal				604,80	0,84

Total 71.683,46 100,00

Tabela 16 - Estrutura de dispêndio por tipo, fonte e forma de energia bruta do sistema de café convencional, safra 2014, em MJ ha⁻¹

Especificações		Unidade	Valor (MJ.ha ⁻¹)	Total	%		
Energia direta de origem biológica							
Mão de obra							
Tratos culturais	Analise de solo	0,16	H/H	2,2	0,35	0,00	
	Distribuir calcário	2,59	H/H	2,2	5,70	0,01	
	Adubação	5,62	H/H	2,2	12,36	0,02	
	Pulverizações	9,53	H/H	2,2	20,97	0,03	
	Roçadeira	5,6	H/H	2,2	12,32	0,02	
	Rastelar	3,85	H/H	2,2	8,47	0,01	
	Trinchar	1,14	H/H	2,2	2,51	0,00	
	Colheita	25,87	H/H	2,2	56,91	0,07	
	Pós colheita	Terreiro	6,3	H/H	2,2	13,86	0,02
		Lavador de café	6,1	H/H	2,2	13,42	0,02
Secador de café		3,78	H/H	2,2	8,32	0,01	
Beneficiamento		4,08	H/H	2,2	8,98	0,01	
Carregamento da palha		1,19	H/H	2,2	2,62	0,00	
Subtotal				166,78	0,21		
Energia direta de origem fóssil							
Combustíveis							
	Gasolina	27	L	32,22	869,94	1,12	
	Diesel	391,3	L	42,29	16.548,07	21,26	
	Graxa	0,5	Kg	39,07	19,535	0,03	
	Óleo	5,24	L	42,37	222,02	0,29	
	Gás	6,2	kg	46,6	288,92	0,37	
Subtotal				17,948,49	23,06		
Energia direta de origem industrial							
Maquinas e equipamentos							
Colheita	Trator	15,44	H/M	9,45	145,91	0,19	
	Pá carregadeira	0,7	H/M	10,38	7,27	0,01	
	Adubadora	5,91	H/M	1,12	6,62	0,01	
	Pulverizador	9,53	H/M	1,31	12,48	0,02	
	Subtotal				172,28	0,22	
	Trator	26,17	H/M	9,45	247,31	0,32	
Colheita	Roçagem	5,6	H/M	0,08	0,45	0,00	

	Rastelar	9,55	H/M	0,05	0,48	0,00
	Trinchar	1,14	H/M	0,11	0,13	0,00
	Colheitadeira	4,4	H/M	8,01	35,24	0,05
	Kokinha	2,86	H/M	0,83	2,37	0,00
	Cata café	3,22	H/M	2,26	7,28	0,01
	Carreta	9,5	H/M	3,7	35,15	0,05
	Subtotal				328,41	0,42
Pós colheita	Trator	1,39	H/M	9,45	13,14	0,02
	Carreta	1,39	H/M	3,7	5,14	0,01
	Lavador de café	0,5	H/M	0,12	0,06	0,00
	Secador de café	2,09	H/M	0,53	1,11	0,00
	Beneficiamento	2,35	H/M	0,15	0,35	0,00
	Subtotal				19,80	0,03
	Insumos					
	Corretivos de solo					
	Calcário	980	kg	0,17	166,60	0,21
	Subtotal				166,60	0,21
	Adbos					
	Adubo 23-00-18	910	kg	58,09	23.308,80	29,94
	Cloreto de potássio	500	kg	5,68	2.840,00	3,65
	Superfosfato simples	500	kg	9,6	4.800,00	6,17
	Nitrato de amônia	1100	kg	20,4	22.440,00	28,83
	Subtotal				53.388,80	68,58
	Micronutrientes					
	Ácido bórico	10	kg	1,67	16,7	0,02
	Subtotal				16,70	0,02
	Defensivos					
	Fungicida					
	Priori xtra	2,5	L	276	690	0,89
	Cobre supera	4,8	kg	276	1324,8	1,70
	Subtotal				2.014,80	2,59
	Acaricida					
	Abamex	4,2	L	288	1209,6	1,55
	Subtotal				1.209,60	1,55
	Herbicida					
	Glifosato	5	L	276	1380	1,77
	Zapp	2,5	L	276	690	0,89
	Subtotal				2.070,00	2,66
	Inseticida					
	Actara WG	1,2	kg	288	345,6	0,44
	Subtotal				345,6	0,44
	Total				77.847,86	100,00

Fonte: Dados de pesquisa

Tabela 17 - Estrutura de dispêndio por tipo, fonte e forma de energia bruta do sistema de café convencional, safra 2015, em MJ ha⁻¹

	Especificações	Quantidade	Unidade	Valor (MJ.ha ⁻¹)	Total	%
	Energia direta de origem biológica					
Tratos culturais	Mão de obra					
	Análise de solo	0,16	H/H	2,2	0,35	0,00
	Distribuir calcário	2,59	H/H	2,2	5,70	0,01
	Distribuidora de gesso	1,21	H/H	2,2	2,66	0,00
	Adubação	5,62	H/H	2,2	12,36	0,01
	Pulverizações	9,53	H/H	2,2	20,97	0,02
	Roçadeira	5,6	H/H	2,2	12,32	0,01
	Rastelar	3,85	H/H	2,2	8,47	0,01
	Trinchar	1,14	H/H	2,2	2,51	0,00
	Colheita	25,92	H/H	2,2	57,02	0,06
Terreiro		6,25	H/H	2,2	13,75	0,02
	Trator	1,39	H/H	2,2	3,06	0,00
Pós colheita	Carreta	1,39	H/H	2,2	3,06	0,00
	Lavador de café	6,1	H/H	2,2	13,42	0,02
	Secador de café	3,78	H/H	2,2	8,32	0,01
	Beneficiamento	4,08	H/H	2,2	8,98	0,01
	Carregamento da palha	1,01	H/H	2,2	2,22	0,00
	Subtotal				175,16	0,20
	Energia direta de origem fóssil					
	Combustíveis					
	Gasolina	49	L	32,22	1.578,78	1,77
	Diesel	407,31	L	42,29	17.225,14	19,34
	Graxa	0,55	Kg	39,07	21,49	0,02
	Gás	6,7	kg	46,6	312,22	0,35
	Óleo	5,4	L	42,37	228,80	0,26
	Subtotal				19.366,43	21,74
	Energia direta de origem industrial					
	Maquinas e equipamentos					
Tratos culturais	Trator	17,2	H/M	9,5	162,5	0,18
	Pá carregadeira	0,7	H/M	10,8	7,60	0,01
	Distribuidora de gesso	1,77	H/M	1,1	2,00	0,00
	Adubadora	5,91	H/M	1,1	6,60	0,01
	Pulverizador	9,53	H/M	1,3	12,50	0,01
	Subtotal				191,20	0,21
Colheita	Trator	26,17	H/M	9,5	247,30	0,28
	Roçagem	5,6	H/M	0,1	0,40	0,00
	Rastelar	9,55	H/M	0,1	0,50	0,00
	Trinchar	1,14	H/M	0,1	0,10	0,00
	Colheitadeira	4,4	H/M	8	35,20	0,04
	Kokinha	2,86	H/M	0,8	2,40	0,00
	Carreta	9,5	H/M	3,7	35,20	0,04
	Cata café	3,22	H/M	2,3	7,30	0,01
	Subtotal				328,40	0,37
col	Trator	1,39	H/M	9,45	13,14	0,01

Carreta	1,39	H/M	3,7	5,14	0,01
Lavador de café	0,5	H/M	0,12	0,06	0,00
Secador de café	5,9	H/M	0,53	3,13	0,00
Beneficiamento	2,75	H/M	0,15	0,41	0,00
Subtotal				21,88	0,02
Insumos					
Corretivos de solo					
Calcário	1300	kg	0,17	221,00	0,25
Gesso	1000	kg	0,17	170,00	0,19
Subtotal				391,00	0,44
Adubos					
Adubo 23-00-18	1800	kg	58,09	34.940,16	39,22
Cloreto de potássio	600	kg	5,68	3.408,00	3,83
Superfosfato simples	400	kg	9,6	3.840,00	4,31
Nitrato de amônia	1000	kg	20,4	20.400,00	22,90
Subtotal				62.588,16	70,26
Micronutrientes					
Ácido bórico	12	kg	1,67	20,04	0,02
Subtotal				20,04	0,02
Defensivos					
Fungicida					
Priori xtra	2,4	L	276	662,4	0,74
Cobre supera	4,8	kg	276	1.324,80	1,49
Alto 100	1	kg	276	276	0,31
Subtotal				2.263,20	2,54
Acaricida					
Abamex	4,8	L	288	1.382,40	1,55
Subtotal				1.382,40	1,55
Herbicida					
Glifosato	2,5	L	276	690,00	0,77
Zapp	2,5	L	276	690,00	0,77
Subtotal				1.380,00	1,55
Inseticida					
Actara WG	3,4	kg	288	979,20	1,10
Subtotal				979,20	1,10
Total				89.087,07	100,00

Fonte: Dados de pesquisa

Tabela 18 - Estrutura de dispêndio por tipo, fonte e forma de energia bruta do sistema de café irrigado, safra 2012, em MJ ha⁻¹

	Especificações	Quantidade	Unidade	Valor (MJ.ha⁻¹)	Total	%
	Energia direta de origem biológica					
	Mão de obra	Tratorista				
Tratos culturais	Análise de solo	0,17	H/H	2,2	0,37	0,00
	Distribuir calcário	1,88	H/H	2,2	4,14	0,00
	Distribuir gesso	2,51	H/H	2,2	5,52	0,01
	Adubação	6,95	H/H	2,2	15,29	0,02
	Pulverizações	9,91	H/H	2,2	21,80	0,02
	Bomba de irrigação	1,48	H/H	2,2	3,26	0,00
	Tirar ramos	7,38	H/H	2,2	16,24	0,02
Colheita	Roçadeira	4,8	H/H	2,2	10,56	0,01
	Rastelar	3,08	H/H	2,2	6,78	0,01
	Trinchar	5,18	H/H	2,2	11,40	0,01
	Colheita	29,4	H/H	2,2	64,68	0,07
	Kokinha	21	H/H	2,2	46,20	0,05
	Cata café	8,84	H/H	2,2	19,45	0,02
	Lavador	5,71	H/H	2,2	12,56	0,01
Pós colheita	Terreiro	2,97	H/H	2,2	6,53	0,01
	Secador de café	3,44	H/H	2,2	7,57	0,01
	Beneficiamento	10,46	H/H	2,2	23,01	0,03
	Carregamento da palha	1,12	H/H	2,2	2,46	0,00
	Subtotal				277,82	0,31
	Energia direta de origem fóssil					
	Combustíveis					
	Gasolina	28	L	32,22	902,16	0,99
	Diesel	600,1	L	42,29	25.378,65	27,96
	Graxa	0,9	kg	39,07	35,16	0,04
	Gás	6,9	kg	46,6	321,54	0,35
	Óleo	8,84	L	42,37	374,55	0,41
	Subtotal				27.012,06	29,75
	Energia direta de origem industrial					
	Maquinas e equipamentos					
Tratos culturais	Trator	16,57	H/M	9,45	156,59	0,17
	Pá carregadeira	0,77	H/M	10,38	7,99	0,01
	Adubadora	6,26	H/M	1,12	7,01	0,01
	Pulverizador	10,31	H/M	1,10	11,34	0,01
	Bomba de irrigação	8,11	H/M	0,01	0,08	0,00
	Subtotal				183,01	0,20
Colheita	Trator	55,3	H/M	9,45	522,59	0,58
	Roçagem	4,8	H/M	0,08	0,38	0,00
	Rastelar	3,8	H/M	0,05	0,19	0,00
	Trinchar (triturar)	5,18	H/M	0,11	0,57	0,00
	Colheitadeira	12,4	H/M	8,01	99,32	0,11
	Kokinha	10,5	H/M	0,83	8,72	0,01
	Carreta	22,9	H/M	3,70	84,73	0,09
	Cata café	8,84	H/M	2,26	19,98	0,02

	Subtotal			736,48	0,81
Pós colheita	Trator	0,67	H/M	9,45	6,33 0,01
	Carreta	0,67	H/M	3,7	2,48 0,00
	Lavador	0,5	H/M	0,13	0,07 0,00
	Secador de café	3,02	H/M	0,53	1,6 0,00
	Beneficiamento	2,8	H/M	0,15	0,42 0,00
	Subtotal				10,9 0,01
	Insumos				
	Corretivos de solo				
	Calcário	960	kg	0,17	163,2 0,18
	Gesso	1040	kg	0,17	176,8 0,19
	Subtotal				340 0,37
	Aubos				
	Adubo 23-00-18	1670	kg		31.319,52 34,50
	Cloreto de potássio	200	kg	5,68	1.136,00 1,25
	Nitrato de cálcio	700	kg		6095,25 6,71
	Nitrato de amônia	500	kg	20,4	10.200,00 11,24
	Nitran	570	kg		6.617,70 7,29
	Subtotal				55.368,47 60,99
	Micronutrientes				
Ácido bórico	13,3	kg	1,67	22,21 0,02	
Sulfato de zinco	10,2	kg	1,67	17,03 0,02	
Sulfato de magnésio	3,54	kg	1,67	5,91 0,01	
Subtotal				45,16 0,05	
Defensivos					
Fungicida					
Priori xtra	2,5	L	276	690 0,76	
Cobre recop	3,26	kg	276	899,76 0,99	
Amistar 500 WG	0,04	kg	276	11,04 0,01	
Amistar	0,13	L	276	35,88 0,04	
Subtotal				1.636,68 1,80	
Herbicida					
Glifosato	1,11	L	276	306,36 0,34	
Touchdow	3,3	L	276	910,8 1,00	
Subtotal				1.217,16 1,34	
Inseticida					
Vertimec	1,2	L	288	345,6 0,38	
Actara WG	2,2	kg	288	633,6 0,70	
Subtotal				979,2 1,08	
Sistema de irrigação	826,87	kw	3,6	2.976,73 3,28	
Subtotal				2.976,73 3,28	
Total				90.783,67 100,00	

Fonte: Dados de pesquisa

Tabela 19 - Estrutura de dispêndio por tipo, fonte e forma de energia bruta do sistema de café irrigado, safra 2013, em MJ ha⁻¹

	Especificações	Quantidade	Unidade	Valor (MJ.ha ⁻¹)	Total	%
	Energia direta de origem biológica					
	Mão de obra	Mão de obra				
Tratos culturais	Análise de solo	0,17	H/H	2,2	0,37	0,00
	Distribuir calcário	1,88	H/H	2,2	4,14	0,00
	Distribuir gesso	2,51	H/H	2,2	5,52	0,01
	Adubação	6,95	H/H	2,2	15,29	0,02
	Pulverização	9,91	H/H	2,2	21,80	0,02
	Bomba de irrigação	1,48	H/H	2,2	3,26	0,00
	Tirar ramos	7,38	H/H	2,2	16,24	0,02
Colheita	Roçadeira	4,8	H/H	2,2	10,56	0,01
	Rastelar	3,08	H/H	2,2	6,78	0,01
	Trinchar	5,18	H/H	2,2	11,40	0,01
Pós colheita	Colheita	29,4	H/H	2,2	64,68	0,07
	Kokinha	21	H/H	2,2	46,20	0,05
	Cata café	8,84	H/H	2,2	19,45	0,02
	Lavador	5,71	H/H	2,2	12,56	0,01
	Terreiro	2,97	H/H	2,2	6,53	0,01
	Secador de café	3,44	H/H	2,2	7,57	0,01
	Beneficiamento	10,46	H/H	2,2	23,01	0,03
Carregamento da palha	1,12	H/H	2,2	2,46	0,00	
	Subtotal				277,82	0,31
	Energia direta de origem fóssil					
	Combustíveis					
	Gasolina	39	L	32,22	1256,58	1,41
	Diesel	660,11	L	42,29	27.916,05	31,25
	Graxa	0,9	Kg	39,07	35,16	0,04
	Gás	7,2	kg	46,6	335,52	0,38
	Óleo	8,84	L	42,37	374,55	0,42
	Subtotal				29.917,86	33,50
	Energia direta de origem industrial					
	Maquinas e equipamentos					
Tratos culturais	Trator	16,57	H/M	9,45	156,59	0,18
	Pá carregadeira	0,77	H/M	10,35	7,97	0,01
	Adubadora	6,26	H/M	1,12	7,01	0,01
	Pulverizador	10,31	H/M	1,31	13,51	0,02
	Bomba de irrigação	3,99	H/M	1,31	5,23	0,01
	Subtotal				190,3	0,21
Colheita	Roçagem	4,8	H/M	0,08	0,38	0,00
	Trator	55,3	H/M	9,45	522,59	0,59
	Rastelar	3,8	H/M	0,05	0,19	0,00
	Trinchar (triturar)	5,18	H/M	0,11	0,57	0,00
	Colheitadeira	12,4	H/M	8,01	99,32	0,11
	Kokinha	10,5	H/M	0,83	8,72	0,01
	Carreta	22,9	H/M	3,7	84,73	0,09

Pós colheita	Cata café	8,84	H/M	2,26	19,98	0,02
	Subtotal				736,48	0,82
	Trator	0,67	H/M	9,45	32,4	0,04
	Carreta	0,67	H/M	3,7	1,85	0,00
	Lavador	0,5	H/M	0,13	0,065	0,00
	Secador de café	3,02	H/M	0,53	1,6	0,00
	Beneficiamento	2,8	H/M	0,15	0,42	0,00
	Subtotal				36,34	0,04
	Insumos					
	Corretivos de solo					
	Calcário	1280	kg	0,17	217,6	0,24
	Gesso	470	kg	0,17	79,9	0,09
	Subtotal				297,5	0,33
	Azubos					
	Adubo 22-00-18	1640	kg		30.865,57	34,56
	Cloreto de potássio	290	kg	5,68	1647,2	1,84
	Superfosfato simples	160	kg		200,74	0,22
	Nitrato de amônia	410	kg	20,4	8.364,00	9,36
	Nitrato de cálcio	180	kg		1.566,95	1,75
	Nitran	550	kg		9.578,74	10,72
	Subtotal				52.223,20	58,47
Micronutrientes						
Ácido bórico	10,4	kg	1,67	17,37	0,02	
Sulfato de zinco	4,5	kg	1,67	7,52	0,01	
Subtotal				24,88	0,03	
Defensivos						
Fungicida						
Priori xtra	2,4	L	276	662,4	0,74	
Cobre supera	4,3	kg	276	1.186,80	1,33	
Amistar 500 WG	0,01	kg	276	2,76	0,00	
Amistar	0,83	L	276	229,08	0,26	
Subtotal				2.081,04	2,33	
Herbicida						
Glifosato	0,3	L	276	82,8	0,09	
Goal	0,3	L	276	82,8	0,09	
Subtotal				165,6	0,19	
Inseticida						
Actara WG	2	kg	288	576	0,64	
Vertimec	1,2	L	288	345,6	0,39	
Subtotal				921,6	1,03	
Energia elétrica	679,56	kw	3,6	2.446,42	2,74	
Subtotal				2.446,42	2,74	
Total				89.319,04	100,00	

Fonte: Dados de pesquisa

Tabela 20 - Estrutura de dispêndio por tipo, fonte e forma de energia bruta do sistema de café irrigado, safra 2014, em MJ ha⁻¹

	Especificações	Quantidade	Unidade	Valor (MJ.ha ⁻¹)	Total	%	
	Energia direta de origem biológica						
	Mão de obra	Mão de obra					
00,00	Tratos culturais	Análise de solo	0,17	H/H	2,2	0,37	0,00
		Distribuir Calcário	1,88	H/H	2,2	4,14	0,00
		Distribuir gesso	1,51	H/H	2,2	3,32	0,00
		Adubação	6,95	H/H	2,2	15,29	0,01
		Pulverização	9,91	H/H	2,2	21,80	0,02
		Bomba de irrigação	1,48	H/H	2,2	3,26	0,00
		Tirar ramos	7,38	H/H	2,2	16,24	0,02
Colheita	Roçadeira	4,8	H/H	2,2	10,56	0,01	
	Rastelar	3,08	H/H	2,2	6,78	0,01	
	Trinchar	5,18	H/H	2,2	11,40	0,01	
	Colheita	29,4	H/H	2,2	64,68	0,06	
	Kokinha	21	H/H	2,2	46,20	0,05	
	Cata café	8,84	H/H	2,2	19,45	0,02	
	Lavador	5,71	H/H	2,2	12,56	0,01	
Pós colheita	Terreiro	2,97	H/H	2,2	6,53	0,01	
	Secador de café	3,44	H/H	2,2	7,57	0,01	
	Beneficiamento	10,46	H/H	2,2	23,01	0,02	
	Carregamento da palha	1,12	H/H	2,2	2,46	0,00	
	Subtotal				275,62	0,27	
		Energia direta de origem Fóssil					
		Combustíveis					
	Gasolina	39	L	32,22	1256,58	1,23	
	Diesel	660	L	42,29	27911,4	27,33	
	Graxa	0,9	kg	39,07	35,16	0,03	
	Óleo	8,84	L	42,37	374,55	0,37	
	Gás	6,2	kg	46,60	288,92	0,28	
	Subtotal				29866,61	29,25	
	Energia direta de origem Industrial						
	Maquinas e equipamentos						
Tratos culturais	Trator	16,57	H/M	9,45	156,59	0,15	
	Pá carregadeira	0,77	H/M	10,35	7,97	0,01	
	Adubadora	6,26	H/M	1,12	7,01	0,01	
	Pulverizador	10,31	H/M	1,31	13,51	0,01	
	Bomba de irrigação	9,57	H/M	1,31	12,54	0,01	
	Subtotal				197,62	0,19	
Colheita	Trator	55,3	H/M	9,45	522,59	0,51	
	Roçagem	4,8	H/M	0,08	0,38	0,00	
	Rastelar	3,8	H/M	0,05	0,19	0,00	
	Trinchar (triturar)	5,18	H/M	0,11	0,57	0,00	
	Colheitadeira	12,4	H/M	8,01	99,32	0,10	
	Kokinha	10,5	H/M	0,83	8,72	0,01	
	Carreta	22,9	H/M	3,7	84,73	0,08	
	Cata café	8,84	H/M	2,26	19,98	0,02	
	Subtotal				736,48	0,72	
3	co	Trator	0,67	H/M	9,45	6,33	0,01

Carreta	0,67	H/M	3,7	2,48	0,00
Lavador de café	0,5	H/M	0,13	0,07	0,00
Secador de café	3,02	H/M	0,53	1,6	0,00
Beneficiamento	2,6	H/M	0,15	0,39	0,00
Subtotal				10,87	0,01
Insumos					
Corretivos de solo					
Calcário	1000	kg	0,17	170,00	0,17
Subtotal				170,00	0,17
Aubos					
Adubo 23-00-18	1300	kg		18.911,60	18,52
Adubo 21-00-21	660	kg		8.689,24	8,51
Cloreto de Potássio	250	kg	5,68	1.420,00	1,39
Superfosfato simples	200	kg		250,56	0,25
Ureia	800	kg		20.899,08	20,47
Nitran	770	kg		13.410,24	13,13
Subtotal				63.580,72	62,27
Micronutrientes					
Ácido bórico	8,75	kg	1,67	14,61	0,01
Sulfato de zinco	8,54	kg	1,67	14,26	0,01
Subtotal				28,87	0,03
Defensivos					0,00
Fungicida					0,00
Priori xtra	1,3	L	276	358,8	0,35
Amistar 500WG	0,03	kg	276	8,28	0,01
Cobre supera	4,58	kg	276	1.264,08	1,24
Cobre recop	0,41	kg	276	113,16	0,11
Subtotal				1.744,32	1,71
Herbicida					
Glifosato	0,8	L	276	220,80	0,22
Touchdow	5	L	276	1380,00	1,35
Hert	0,05	L	276	13,80	0,01
Subtotal				1.614,60	1,58
Inseticida					
Actara WG	0,58	kg	288	167,040	0,16
Kraft abamectina	0,1	L	288	28,800	0,03
Verdadeiro.	0,83	L	288	239,04	0,23
Subtotal				434,88	0,43
Energia elétrica	957,8	kw	3,6	3.448,08	3,38
Subtotal				3.448,08	3,38
Total				102.108,67	100,00

Fonte: Dados de pesquisa

Tabela 21 - Estrutura de dispêndio por tipo, fonte e forma de energia bruta do sistema de café irrigado, safra 2015, em MJ ha⁻¹

	Especificações	Quantidade	Unidade	Valor	Total	%
	Energia direta de origem biológica					
	Mão de obra					
Tratos culturais	Analise de solo	0,17	H/H	2,2	0,37	0,00
	Distribuir calcário	1,88	H/H	2,2	4,14	0,00
	Distribuir gesso	1,51	H/H	2,2	3,32	0,00
	Adubação	6,95	H/H	2,2	15,29	0,02
	Pulverização	7,07	H/H	2,2	15,55	0,02
	Bomba de irrigação	1,48	H/H	2,2	3,26	0,00
	Tirar ramos	7,38	H/H	2,2	16,24	0,02
Colheita	Roçadeira	4,8	H/H	2,2	10,56	0,01
	Rastelar	3,08	H/H	2,2	6,78	0,01
	Trinchar	5,18	H/H	2,2	11,40	0,01
	Colheita	29,4	H/H	2,2	64,68	0,07
	Kokinha	21	H/H	2,2	46,20	0,05
Pós colheita	Cata café	8,84	H/H	2,2	19,45	0,02
	Lavador	5,71	H/H	2,2	12,56	0,01
	Terreiro	2,97	H/H	2,2	6,53	0,01
	Secador de café	3,44	H/H	2,2	7,57	0,01
	Beneficiamento	10,46	H/H	2,2	23,01	0,02
	Carregamento da palha	1,12	H/H	2,2	2,46	0,00
	Subtotal				269,37	0,27
	Energia direta de origem fóssil					
	Combustíveis					
	Gasolina	39	L	32,22	1256,58	1,27
	Diesel	661	L	42,29	27.953,69	28,15
	Graxa	0,9	kg	39,07	35,16	0,04
	Óleo	8,84	L	42,37	374,55	0,38
	Gás	7,9	kg	46,6	368,14	
	Subtotal				29.988,12	29,83
Tratos culturais	Trator	16,57	H/M	9,45	156,59	0,16
	Pá carregadeira	0,77	H/M	10,35	7,97	0,01
	Adubadora	6,26	H/M	1,12	7,01	0,01
	Pulverizador	10,31	H/M	1,31	13,51	0,01
	Bomba de irrigação	9,15	H/M	1,31	11,99	0,01
	Subtotal				197,07	0,20
Colheita	Trator	55,3	H/M	9,45	522,59	0,53
	Roçagem	4,8	H/M	0,08	0,38	0,00
	Rastelar	3,8	H/M	0,05	0,19	0,00
	Trinchar (triturar)	5,18	H/M	0,11	0,57	0,00
	Colheitadeira	12,4	H/M	8,01	99,32	0,10
	Kokinha	10,5	H/M	0,83	8,72	0,01
	Carreta	22,9	H/M	3,7	84,73	0,09
	Cata café	8,84	H/M	2,26	19,98	0,02
	Subtotal				736,48	0,74
Pós colheita	Trator	0,67	H/M	9,45	6,33	0,01
	Carreta	0,67	H/M	3,7	2,48	0,00
	Lavador de café	0,5		0,13	0,07	0,00
	Secador de café	7,9	H/M	0,53	4,19	0,00
	Beneficiamento	3,94	H/M	0,15	0,59	0,00
	Subtotal				13,66	0,01
	Insumos					
	Corretivos de solo					

Calcário	1000	kg	0,17	170,00	0,17
Gesso	2000	kg	0,17	340,00	0,34
Subtotal				510,00	0,51
Adubos					
Adubo 23-00-18	1500	kg		21.281,08	21,43
Cloreto de Potássio	273	kg	5,68	1550,64	1,56
Nitrato de amônia	600	kg	20,4	12.240,00	12,33
Ureia	2,58	kg		67,39	0,07
Nitran	1000	kg		26.123,85	26,31
Subtotal				61.262,96	61,69
Micronutrientes					
Sulfato de zinco	3	kg	1,67	5,01	0,01
Boro	10,3	kg	1,67	17,20	0,02
Subtotal				22,21	0,02
Defensivos					
Fungicida					
Priori xtra	1,93	L	276	532,68	0,54
Amistar	0,03	kL	276	8,28	0,01
Cobre supera	4,51	kg	276	1.244,76	1,25
Subtotal				1.785,72	1,8
Herbicida					
Glifosato	2,5	L	276	690,00	0,69
Subtotal				690,00	0,69
Inseticida					
Actara WG	1,26	kg	288	362,88	0,37
Kraft abamectina	0,31	L	288	89,28	0,09
Subtotal				452,16	0,46
Energia elétrica	847	kW	3,6	3.049,20	3,78
Subtotal				3.049,20	3,78
Total				98.976,95	100

Fonte: Dados de pesquisa