

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

NÚBIA APARECIDA RODRIGUES

**COMPORTAMENTO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO DO CAFÉ
ARÁBICA EM RELAÇÃO AOS FATORES CLIMÁTICOS**

**UBERLÂNDIA
2013**

NÚBIA APARECIDA RODRIGUES

**COMPORTAMENTO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO DO CAFÉ
ARÁBICA EM RELAÇÃO AOS FATORES CLIMÁTICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Administração.

Área de Concentração: Gestão Financeira e Controladoria.

Orientador: Prof. Dr. Ernando Antônio dos Reis

**Uberlândia
2013**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

R696c

2013 Rodrigues, Núbia Aparecida, 1977-
Comportamento dos custos de produção do café arábica em relação aos
fatores climáticos / Núbia Aparecida Rodrigues. -- 2013.
133 f. : il.

Orientador: Ernando Antônio dos Reis.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Administração.
Inclui bibliografia.

1. Administração - Teses. 2. Café - Custos - Teses. I. Reis, Ernando
Antônio dos. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-
Graduação em Administração. III. Título.

CDU: 658



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE GESTÃO E NEGÓCIOS

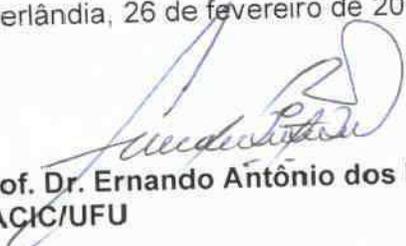


ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
NÚBIA APARECIDA RODRIGUES– Mat 11112ADM015

NÚMERO DE ORDEM: 108
DATA: 26/02/2013

Às quatorze horas do dia vinte e seis de fevereiro de dois mil e treze, no Bloco 1F sala 1F261 do Campus Santa Mônica, reuniu-se a banca examinadora composta pelos Professores Doutores: Ernando Antônio dos Reis (UFU), Sirlei Lemes (UFU), Paulo Arnaldo Olak (UEL), para desenvolver os trabalhos de avaliação da Dissertação de Mestrado intitulada: "**Comportamento dos custos de produção do café arábica em relação aos fatores climáticos**", sob a orientação do Prof. Ernando Antônio dos Reis, apresentada pela aluna Núbia Aparecida Rodrigues, em complementação aos requisitos determinados pela Resolução Nº 24/2003 do Conselho de Pesquisa e Pós-Graduação que dispõe sobre o Regulamento do Programa de Pós-Graduação em Administração. A candidata apresentou oralmente seu trabalho diante da Banca Examinadora e da comunidade universitária, sendo arguida em seguida. Depois de examinado, o trabalho foi julgado pela Banca Examinadora, sendo considerado Aprovado, conferindo à aluna o título de **Mestre em Administração** na Área de Gestão Organizacional na linha de pesquisa Gestão Financeira e Controladoria. As correções observadas pelos examinadores deverão ser realizadas no prazo máximo de **30 dias**. Para constar, lavrou-se a presente ata que será assinada pela presidente e demais membros da banca. Nada mais a ser tratado, foi encerrada a presente sessão.

Uberlândia, 26 de fevereiro de 2013.


Prof. Dr. Ernando Antônio dos Reis
FACIC/UFU


Profa Dra. Sirlei Lemes
Orientadora/Presidente/FACIC/UFU


Prof. Dr. Paulo Arnaldo Olak
UEL

NÚBIA APARECIDA RODRIGUES

**COMPORTAMENTO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO DO CAFÉ
ARÁBICA EM RELAÇÃO AOS FATORES CLIMÁTICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Administração.

Área de Concentração: Gestão Financeira e Controladoria.

Uberlândia, 26 de fevereiro de 2013.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Ernando Antônio dos Reis (orientador)
Universidade Federal de Uberlândia - UFU

Prof. Dra. Sirlei Lemes
Universidade Federal de Uberlândia – UFU

Prof. Dr. Paulo Arnaldo Olak
Universidade Estadual de Londrina - UEL

*Aos meus amigos,
A minha mãe Aparecida,
Ao meu pai Edson (in memoriam),
À Deus.*

AGRADECIMENTOS

Neste momento de gratidão, algumas pessoas merecem ser lembradas, devido à colaboração e ao apoio que me ofereceram e por ser fonte de inspiração na minha caminhada. Nesta singela homenagem dedico a essas pessoas o meu respeito, a minha admiração e o meu carinho. Meus sinceros agradecimentos

... a **Anelise**, minha aluna e amiga, pelo auxílio nas traduções para o inglês durante o mestrado, inclusive no resumo desta dissertação.

... a **Karen**, minha amiga, graduada em Letras pelo Instituto de Letras e Linguística - UFU e em Administração Financeira pela UNIMINAS, pelo auxílio na revisão textual deste trabalho.

... ao IPREMU, autarquia municipal onde trabalho, especialmente ao **Dilson**, supervisor do setor em que atuo, pela compreensão quanto aos meus horários diferenciados por causa do curso e ao **Harrison** (Recursos Humanos) pela paciência com a minha falta de organização no registro do ponto.

... aos meus amigos, **Eliane** e **Edimilson**... Dádiva divina em minha vida! Obrigada pela presença e orações em todos os momentos que precisei.

... aos meus companheiros de turma: **Breno**, **Gilvania**, **Sérgio** e **Thiago**. Agradeço, especialmente, a **Luciana**, minha parceira nas atividades do mestrado, com quem eu dividi os momentos difíceis vividos durante o curso e que, generosamente, me presenteou com a sua amizade.

... ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, especialmente à **Maria Helena Rocha** e **Cristina Costa**, pela atenção no fornecimento dos dados meteorológicos.

... a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, especialmente ao **Astrubal**, pelos esclarecimentos sobre a forma de apuração do custo de produção do café arábica.

... ao **Prof. Dr. Benjamin de Melo** professor do Instituto de Ciências Agrárias - UFU, pela presteza com que me atendeu e pelos esclarecimentos sobre o comportamento produtivo do cafeeiro.

... ao **Prof. Dr. Marcelo Tavares**, professor da Faculdade de Matemática - UFU, pelo auxílio na parte estatística deste trabalho e pelas valiosas contribuições na banca de qualificação.

... a **Profª. Drª. Sirlei Lemes**, professora da Faculdade de Ciências Contábeis - UFU, vinculada ao programa de mestrado da Faculdade de Gestão de Negócios - UFU, minha

primeira professora de contabilidade, a quem devo o amor que tenho pelas ciências contábeis. Obrigada pelos seus ensinamentos, pelas valiosas contribuições na banca de qualificação e pela participação na banca de defesa.

... ao **Prof. Dr. Paulo Olak**, professor da Universidade Estadual de Londrina, por disponibilizar seu tempo para participar da banca de defesa e por ofertar o seu conhecimento para enriquecer este trabalho.

... ao **Prof. Dr. Ernando Reis**, professor da Faculdade de Ciências Contábeis - UFU, vinculado ao programa de mestrado da Faculdade de Gestão de Negócios - FAGEN, que contribuiu com a minha formação acadêmica e profissional, desde a graduação. Obrigada pelo brilhante exemplo de conduta profissional ética, pelos ensinamentos e pela confiança em mim depositada no desenvolvimento deste trabalho.

... aos **meus alunos**, razão da minha busca constante por qualificação e aperfeiçoamento profissional.

“Cada um de nós compõe a sua história,
Cada ser em si
Carrega o dom de ser capaz
E ser feliz...”
(TEIXEIRA; SATER, 1991)

RESUMO

O gerenciamento dos custos de produção do café arábica enfrenta desafios devido à diversidade de fatores que afetam a sua formação dentro das propriedades rurais. Dentre os diversos fatores que interferem na formação dos custos de produção do café arábica se destacam os fatores climáticos, especialmente as condições de precipitação e de temperatura. O café se diferencia das demais plantas frutíferas perenes, pois necessita de dois anos para completar o seu ciclo reprodutivo, isto quer dizer que o florescimento e a frutificação não ocorre no mesmo ano civil. Esta particularidade fez com que estudiosos dividissem o ciclo fenológico do cafeeiro em fases fenológicas com a finalidade de facilitar o entendimento das exigências climáticas da planta. Estas fases são: (1) vegetação e formação das gemas foliares, (2) indução e maturação das gemas florais, (3) floração, chumbinho e expansão dos frutos, (4) granação, (5) maturação e (6) repouso. O comportamento das condições climáticas em cada uma destas fases interfere no desempenho produtivo da planta. A revisão teórica apontou que a produtividade da lavoura afeta a formação dos custos de produção. Diante disso, pretendeu investigar o comportamento dos custos de produção do café arábica em relação aos fatores climáticos nas fases fenológicas do cafeeiro. A amostra deste estudo foi composta pelas cidades referência das principais regiões produtoras do país, no período de 2003 a 2012. Os componentes de custos mais representativos na atividade neste período foram a mão de obra, as operações com máquinas, os fertilizantes, os defensivos e agrotóxicos e os outros itens. O comportamento destes componentes foi observado em relação às condições de precipitação e de temperatura. A análise descritiva e quantitativa deste estudo foi desenvolvida em três etapas. A primeira apresentou a composição do custo de produção e o comportamento das condições térmicas e hídricas no período estudado. A segunda investigou por meio de correlação simples (r) o comportamento do custo de produção do café arábica em relação aos fatores climáticos em cada localidade. Finalmente, a regressão linear múltipla (R^2) - método *backward* buscou as relações entre o custo de produção e os fatores climáticos para todas as cidades conjuntamente. Na primeira etapa observou-se que as cidades com as temperaturas mais altas e índice pluviométrico diferenciado no período foram aquelas que obtiveram o maior custo de produção total. Na associação dos componentes do custo de produção do café arábica com os fatores climáticos, as análises de correlação simples (r) evidenciaram a importância das condições térmicas e hídricas nas fases fenológicas da indução da gema floral, máxima vegetação e granação. Este resultado é semelhante àquele encontrado por Weill et. al. (1999) e Arruda et. al. (2000) que investigaram a produção do cafeeiro em relação aos fatores climáticos. Os resultados da regressão linear múltipla (R^2) apresentaram problemas de autocorrelação dos resíduos e de multicolinearidade, portanto precisam de mais investigações. A relevância deste estudo está associada principalmente a contribuição teórica relativa ao comportamento do custo de produção do café arábica em relação aos fatores climáticos, devido a escassez de estudos desta natureza.

Palavras-chave: Café arábica. Custos de produção. Precipitação. Temperatura. Fases fenológicas.

ABSTRACT

Arabica coffee production cost management faces challenges due to the diversity of factors that affect its formation within farms. Among the various factors that interfere in arabica coffee production costs formation, climatic factors stand out, especially temperature and precipitation conditions. The coffee plant is different from other fruit plants because it needs two years to complete its full reproductive cycle; that means flowering and fructification do not occur in the same calendar year. Such peculiarity made researchers divide the phenological cycle of the coffee plant into phenological phases, so as to facilitate the understanding of the climatic requirements of the plant. These phases are: (1) vegetation and formation of leaf buds, (2) induction and maturation of flower buds, (3) flowering, pelleting and fruit expansion, (4) graining, (5) maturation, and (6) rest. Climatic condition behavior patterns during each of these phases interfere directly in the productive performance of the plant. Theoretical review points out that the productivity of the crop affects the formation of the production costs of the crop. Thus, the aim was to investigate arabica coffee production cost behavior in relation to the climatic factors during the phenological phases of the coffee plant. The sample in this study was made of the major cities in the main production regions in the country, from 2003 to 2012. The most representative activity cost components within this period of time were manpower, machinery operations, fertilizers, pesticides, agricultural chemicals, and other items. The behavior of these components was observed in relation to temperature and precipitation conditions. The descriptive and quantitative analysis in this study was developed in three stages. The first stage presented production cost composition and behavior of temperature and humidity conditions for the period of time studied. The second stage used simple correlation (r) to investigate the behavior of arabica coffee production costs related to the climatic factors in each place studied. Finally, the *backward* method multiple linear regressions (R^2) were used to search for a relation between production costs and climatic factors for all the cities altogether. During the first stage the cities with higher temperatures and differential rainfall indices within the period studied were those with higher final production costs. In associating arabica coffee production costs with climatic factors, the simple correlation analyses (r) highlighted the importance of temperature and humidity conditions in the phenological phases of flower bud induction, maximum vegetation, and graining. This result is similar to the one found by Weill et. al. (1999) and Arruda et. al. (2000,) who investigated coffee plant production in relation to climatic factors. The results of the multiple linear regressions (R^2) presented waste autocorrelation problems and multicollinearity, and therefore need further investigation. The relevance of this study is mainly associated to the theoretical contribution of the behavior of arabica coffee production costs in relation to climatic factors, due to the scarcity of studies of such nature.

Keywords: Arabica coffee. Production costs. Precipitation. Temperature. Phenological phases.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 -	Classificação dos métodos de custeio em função da apropriação dos gastos.....	29
FIGURA 2 -	Fases fenológicas do cafeeiro arábica.....	45
FIGURA 3 -	Estádios fenológicos registrados por Pezzopane et. al. (2003).....	46
FIGURA 4 -	Esquematização dos trimestres associados às fases fenológicas para definição das variáveis climáticas.....	64
FIGURA 5 -	Composição do custo total médio de produção, no período de 2003 a 2012.....	76
FIGURA 6 -	Composição do custo variável médio de produção, no período de 2003 a 2012.....	78
FIGURA 7 -	Composição das despesas de custeio da lavoura, no período de 2003 a 2012.....	80
FIGURA 8 -	Médias anuais de precipitação e temperatura, em cada cidade analisada.....	83
FIGURA 9 -	Médias mensais de precipitação e temperatura, no período de 2002 a 2011.....	85
QUADRO 1 -	Sistemas de plantio do café.....	25
QUADRO 2 -	Definição e classificação dos custos no agronegócio.....	32
QUADRO 3 -	Principais itens de composição do custo de produção do café.....	39
QUADRO 4 -	Consequências de adversidades climáticas em cada fase fenológica.....	50
QUADRO 5 -	Síntese dos resultados empíricos das correlações da produtividade com os fatores climáticos, por fases fenológicas.....	54
QUADRO 6 -	Esquema geral para adubação do cafeeiro em produção.....	56
QUADRO 7 -	Relação das principais pragas e doenças dos cafezais com os fatores climáticos.....	60
QUADRO 8 -	Amostra das cidades produtoras do café arábica.....	61
QUADRO 9 -	Descrição da composição do custo de produção médio do café arábica, no período de 2003 a 2012.....	62
QUADRO 10 -	Estações meteorológicas por cidades.....	63
QUADRO 11 -	Descrição das variáveis climáticas trimestrais de acordo com as fases e estádios fenológicos.....	65
QUADRO 12 -	Exemplo de geração dos modelos de regressão múltipla (método <i>backward</i>).....	67
QUADRO 13 -	Síntese das características predominantes na cafeicultura local.....	74
QUADRO 14 -	Síntese do comportamento do custo de produção do café arábica e das condições climáticas em cada cidade.....	87

QUADRO 15 -	Número de correlações significativas (sig. < 0,05) entre os componentes do custo de produção e as variáveis climáticas, por fases fenológicas do café arábica.....	103
QUADRO 16 -	Síntese dos coeficientes de correlação simples (<i>r</i>) significativas (sig. < 0,05) entre as variáveis climáticas e os componentes de custo de produção, por fases fenológicas do café arábica.....	104
QUADRO 17 -	Síntese dos parâmetros das equações de regressão múltipla (R^2) entre os componentes de custo e as variáveis significativas (sig. t. 0,05).....	110

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Coeficiente de correlação simples (r) entre o custo da mão de obra e as variáveis climáticas.....	90
TABELA 2 -	Coeficiente de correlação simples (r) entre o custo das operações com máquinas e as variáveis climáticas.....	93
TABELA 3 -	Coeficiente de correlação simples (r) entre o custo de fertilizantes e as variáveis climáticas.....	96
TABELA 4 -	Coeficiente de correlação simples (r) entre o custo de defensivos e agrotóxicos e as variáveis climáticas.....	99
TABELA 5 -	Coeficiente de correlação simples (r) entre o custo de outros itens e as variáveis climáticas.....	101
TABELA 6 -	Quantidade de modelos significativos gerados (sig. $F < 0,05$) e número de repetições das variáveis climáticas significativas (sig. $t < 0,05$) presentes nos modelos significativos.....	107

LISTA DE SIGLAS

AIC	Acordo Internacional do Café
BDMEP	Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa
COE	Custo Operacional Efetivo
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
COT	Custo Operacional Total
CTP	Custo Total de Produção
IBC	Instituto Brasileiro do Café
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto de Meteorologia
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1. Problema	20
1.2. Objetivos	20
1.3. Justificativa	21
1.4. Estrutura do Trabalho	22
2. CAFEICULTURA, CUSTOS DE PRODUÇÃO E FATORES CLIMÁTICOS	23
2.1. <i>Coffea Arábica</i> L: história e características da cultura	23
2.2. Custos de produção	27
2.2.1 Custos de produção no agronegócio.....	30
2.2.2 Custos de produção na cafeicultura	33
2.3. Comportamento da produtividade do cafeeiro em relação aos fatores climáticos.....	41
2.3.1. Fenologia do cafeeiro	44
2.3.2. Características e exigências climáticas do cafeeiro nas suas fases fenológicas	47
2.3.3. Evidências empíricas sobre o comportamento da produtividade do cafeeiro em relação aos fatores climáticos.....	51
2.3.4. Comportamento da absorção de fertilizantes pelo cafeeiro em relação aos fatores climáticos.....	55
2.3.5. Comportamento (proliferação ou controle) de pragas e doenças do cafeeiro em relação aos fatores climáticos	58
3. ASPECTOS METODOLÓGICOS	61
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	72
4.1. Breve caracterização da cafeicultura nas cidades analisadas.....	72
4.2. Descrição do custo de produção da cafeicultura nas cidades analisadas, no período de 2003 a 2012	75
4.2.1. Composição do custo total de produção.....	75
4.2.2. Composição do custo variável de produção.....	77
4.2.3. Composição das despesas de custeio da lavoura.....	79
4.3. Descrição das condições de precipitação e temperatura nas cidades analisadas, no período de 2002 a 2011.....	81

4.4.	Síntese das principais observações sobre o comportamento do custo de produção e dos fatores climáticos, nas cidades analisadas	87
4.5.	Comportamento local dos componentes do custo de produção do café arábica em relação aos fatores climáticos, por fases fenológicas.....	88
4.5.1.	Mão de Obra	88
4.5.2.	Operações com máquinas	92
4.5.3.	Fertilizantes	95
4.5.4.	Defensivos e Agrotóxicos	98
4.5.5.	Outros Itens	100
4.5.6.	Síntese dos principais resultados locais do comportamento do custo de produção do café arábica em relação aos fatores climáticos, por fases fenológicas.....	102
4.6.	Comportamento conjunto dos componentes do custo de produção do café arábica em relação aos fatores climáticos, por fases fenológicas.....	105
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	113
	REFERÊNCIAS.....	119
	ANEXO I – Plano de contas CONAB para o custo de produção do café arábica.....	130
	APÊNDICE I – Teste de Normalidade.....	131
	APÊNDICE II – Resultado das regressões múltiplas (R^2).....	132

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico brasileiro esteve atrelado à cafeicultura até meados do século XX, sendo esta atividade apontada como a principal responsável pelo financiamento da industrialização do país. Tamanha foi a importância da cafeicultura para a economia nacional que a partir dela formou-se um ciclo econômico e uma classe aristocrática.

No início do século XX o país detinha cerca de 80% do mercado externo (GHELLI; NASSIF, 2004) e no final do mesmo século a participação ficava em torno de 23% (ICO, 2012b). No início do século XXI o Brasil recuperou parte deste mercado e, na última década, respondeu por mais de um terço da produção mundial e das exportações de café. Atualmente é necessário o somatório dos países que ocupam do segundo ao quinto lugar no *ranking* mundial dos produtores para equivaler à produção brasileira (ICO, 2012b).

Atualmente, o país é o maior produtor, maior exportador e segundo mercado consumidor mundial de café, atrás apenas dos Estados Unidos (ANUÁRIO BRASILEIRO DO CAFÉ, 2012; ICO, 2012a; BRASIL, 2012a). O consumo interno do café acumulou um crescimento de 90% entre 1990 e 2005 (ANDRADE et. al., 2009). Estimativas demonstram que se a demanda brasileira continuar crescendo no mesmo ritmo, o país se tornará o maior consumidor de café a partir de 2016 (ICO, 2012a).

A principal espécie de café produzida no mundo é a espécie arábica. Esta espécie representa 75% da produção nacional (BRASIL, 2012a) e, aproximadamente, 70% do café produzido e consumido no mundo (DAMATTA; RAMALHO, 2006; DAMATTA et. al., 2007). Os principais estados brasileiros produtores desta espécie de café são Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo, Paraná e Bahia. Na safra de 2011/2012, estes estados foram responsáveis por 69%, 14%, 7%, 4% e 3% do café arábica produzido em território nacional, respectivamente (BRASIL, 2012a). Juntos, estes estados respondem por 97% da produção brasileira de café arábica.

No século passado observou-se também a redução da participação do café na receita das exportações brasileiras. Na década de 1950 esta participação representava 56%. Na última década ela correspondeu, em média, a 7% das exportações do agronegócio e a 3% das exportações brasileiras. Porém, o café contribui com saldo positivo na balança comercial, pois as importações ligadas a este produto são insignificantes (BRASIL, 2012a).

Embora a participação do café brasileiro no mercado internacional e na balança comercial brasileira tenha diminuído ao longo dos anos, a atividade continua sendo um dos

esteios do agronegócio brasileiro, devido a sua representatividade para a economia nacional e internacional (PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008).

Esta redução da participação do café brasileiro, tanto no mercado externo quanto nas receitas cambiais do país, deve-se por um lado, a diversificação econômica nacional com o crescimento da indústria e do setor de serviços. Por outro, a política protecionista adotado por parte do Estado que vigorou por quase um século e estimulou a entrada de novos países produtores e a formação de estoques (SILVA; REIS, 2001).

Dessa forma, esta estratégia política que tinha como objetivo sustentar os preços do café no mercado internacional via retenção da oferta, fez com que a cafeicultura brasileira reduzisse a sua participação relativa no mercado internacional (SAES; FARINA, 1999; PAGNANI; WAHLMANN; MOEIRA, 2007).

Tal postura adotada pelo Estado impôs desafios à imagem internacional do café brasileiro. Apesar de o Brasil ser o principal fornecedor mundial de café arábica, que é a espécie de melhor qualidade, o país passou a ser visto como fornecedor de quantidade. Isto tornou o produto brasileiro menos valorizado em relação a alguns de seus concorrentes, como a Colômbia, Costa Rica, Guatemala e Quênia que são reconhecidos e são premiados no mercado dos cafés especiais (CANTO NETO, 2007).

A comercialização do café *commodity* também contribuiu para reduzir a competitividade do produto brasileiro e agravar a sua imagem no mercado internacional, “justamente no momento em que novos paradigmas de produção passou a ser baseado num padrão de concorrência que privilegia a qualidade” (SAES; FARINA, 1999, p. 41).

O Instituto Brasileiro do Café (IBC), que existiu até o ano de 1990, de acordo com Pereira et. al. (2010), geria políticas públicas cafeeiras e coordenava as estratégias desde a produção até a comercialização do produto final. O Acordo Internacional do Café (AIC) que garantia aos produtores preços compensadores e aos consumidores a estabilidade da oferta vigeu também até o início da década de 1990. A extinção destes dois organismos marcou o início do processo de desregulamentação do mercado do café que “completou-se com o fim do tabelamento dos preços no mercado brasileiro, em 1992” (PEREIRA et. al., 2010, p. 658).

Dessa forma, a retirada do governo deste setor da economia expôs a cafeicultura brasileira às condições de instabilidade impostas pelo livre comércio (COSTA et. al., 2009a). Este novo cenário de incerteza da comercialização de toda a produção por preços satisfatórios exigiu o investimento na qualidade do produto, até então negligenciados (PEREIRA et. al., 2010). Conforme estes autores, a qualidade do produto final e a redução dos custos de produção adquirem relevância no mercado cafeeiro a partir da desregulamentação.

A baixa rentabilidade do café *commodity* está relacionada com a impossibilidade do produtor em interferir nos preços do produto, uma vez que o preço das *commodities* de exportação é determinado pelo mercado internacional (SAES; FARINA, 1999; DUARTE; TAVARES; REIS, 2010).

Assim, a competitividade de produtos agroindustriais, principalmente as *commodities*, está baseada na redução de custos (NICOLELI; MOLLER, 2006). O Brasil atinge o menor padrão de custos na cafeicultura em âmbito mundial (CANTO NETO, 2007). Mas apesar da sua competitividade o gerenciamento dos custos não fornece instrumentos satisfatórios que auxiliem na compreensão de como eles se formam dentro das propriedades.

A gestão bem sucedida dos custos de produção nos empreendimentos modernos está associada ao planejamento e controle dos mesmos, que são afetados por variáveis controláveis ou não controláveis inerentes ao ambiente no qual a empresa está inserida (WELSCH, 1983). No caso da cafeicultura, os fatores controláveis referem-se a escolha das cultivares plantadas, aos sistemas de plantio adotados, a tecnologia empregada, ao perfil da propriedade, dentre outros (OLIVEIRA; VEGRO, 2004; PAGNANI; WAHLMANN; MOEIRA, 2007). Neste sentido, Almeida (2010, p.17) diz que “a variação do custo do café depende da região produtora, do tipo de lavoura, do grau de mecanização, da quantidade de insumos utilizados e, inclusive, do adensamento da lavoura”.

As variáveis que não podem ser controladas pelo cafeicultor relacionam-se com o comportamento dos mercados fornecedores e consumidores, com o ciclo bienal da cultura e com as condições climáticas (ALMEIDA, 2010). Compreender os efeitos das variáveis que não podem ser manipuladas sobre os custos é fundamental para o planejamento da atividade empresarial (WELSCH, 1983).

No caso específico da interferência das condições climáticas sobre os custos de produção da cafeicultura, verifica-se a relação de ambos com a produtividade da lavoura.

Sistemas de produção que empregam maior nível de tecnologia, como irrigação e mecanização, ou adotam o plantio adensado incorrem em custos fixos mais altos. Porém, estes sistemas proporcionam alta produtividade, o que acarreta na redução de custos por unidade produzida, melhor desempenho dos recursos aplicados e maior competitividade do produto.

O desempenho produtivo das plantas depende de sua integração com o meio e dos estímulos impostos pelo ambiente ao longo de sua vida (PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008). Dentre os fatores climáticos que exercem influência na cafeicultura destacam-se as condições de precipitação e temperatura (PICINI et. al., 1999; WEILL et. al., 1999; ARRUDA et. al., 2000; IAFFE et. al. 2000; CAMARGO; CAMARGO, 2001;

PEZOPANE et. al. , 2003; SARRAIPA, 2003; ASSAD et. al., 2004). Tais variáveis podem afetar positiva ou negativamente a produtividade da lavoura de acordo com o seu comportamento favorável ou desfavorável em determinado período.

O cafeeiro arábica é diferente das outras plantas frutíferas perenes, pois necessita de dois anos para completar o seu ciclo fenológico. Isto quer dizer que o florescimento e a frutificação não ocorrem no mesmo ano civil. Em função desta particularidade Camargo e Camargo (2001) propuseram a divisão do ciclo fenológico do café arábica em seis fases distintas. Elas são chamadas de fases fenológicas e são descritas como: (1) vegetação e formação das gemas foliares, (2) indução e maturação das gemas florais, (3) florada, chumbinho e expansão dos frutos, (4) granação dos frutos, (5) maturação dos frutos e, finalmente, (6) repouso. Cada fase fenológica possui uma exigência climática específica para que a produção dos cafezais seja economicamente viável.

A compreensão das exigências climáticas nas fases fenológicas do cafeeiro pode auxiliar no entendimento da estruturação dos custos de produção da cafeicultura. Este entendimento pode ser adquirido a partir de interpretações das relações do comportamento dos fatores climáticos, em cada fase fenológica, com a produtividade da planta. Assim, os reflexos dos fatores climáticos nos custos de produção seriam interpretados, analogamente, com base nos resultados da interferência climática na produtividade da lavoura.

Os componentes do custo de produção do café mais recorrentes na literatura são os gastos com mão de obra, com as operações com máquinas, com fertilizantes e com defensivos e agrotóxicos (COSTA; GARCIA; TEIXEIRA, 2001; VEGRO; MARTIN; MORICOCHI, 2000; SILVA; REIS, 2001; OLIVEIRA; VEGRO, 2004; ABRANTES; REIS; SILVA, 2009; COSTA et. al., 2009a; ALMEIDA et. al., 2010; DUARTE; TAVARES; REIS, 2010; DUARTE et. al., 2011; FERREIRA et. al., 2011; FEHR et. al., 2012). Estes componentes também se destacam na composição dos custos apurados pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). De acordo, com esta companhia eles respondem, em média, por 75% do custo de produção do café arábica apurado nas principais regiões produtoras.

Os gastos com a mão de obra e com as operações com máquinas refletem os efeitos da produtividade dos cafezais, principalmente, na época da colheita. No caso dos gastos com fertilizantes e defensivos e agrotóxicos a interferência do clima relaciona-se com as condições que favorecem (ou não) a absorção de tais substâncias pelas plantas. Para os defensivos e agrotóxicos observa-se, ainda, as condições climáticas que interferem na proliferação ou controle de pragas e doenças nas lavouras.

O avanço tecnológico tem contribuição relevante para a adaptabilidade do cafeeiro a regiões inapropriadas ao cultivo, tais como a irrigação, as novas técnicas de manejo, a correção do solo, o melhoramento genético e desenvolvimento de novas cultivares. Apesar disso, Pereira, Camargo e Camargo (2008) consideram que a principal influência no desempenho produtivo do cafeeiro ainda são os fatores climáticos.

1.1 Problema

A interferência dos fatores climáticos na produtividade do cafeeiro indica a existência de relação entre o custo de produção e estes fatores. Estudos sobre o comportamento da produção de café arábica em relação às condições climáticas são bastante difundidas pelas ciências agrônomicas. No entanto, não foram identificados estudos que investigassem as relações entre os custos de produção da cafeicultura e os fatores climáticos.

Diante da importância da gestão de custos na cafeicultura e da escassez de estudos que abordam a relação deste com o clima, é relevante a discussão sobre o comportamento dos custos de produção em relação aos fatores climáticos. Dessa forma, propõe-se o seguinte problema de pesquisa: Qual o comportamento dos custos de produção do café arábica em relação aos fatores climáticos observados nas fases fenológicas do cafeeiro?

1.2 Objetivos

Este trabalho teve como objetivo principal verificar o comportamento dos custos de produção do café arábica em relação aos fatores climáticos observados nas fases fenológicas do cafeeiro, nas cidades representantes dos principais estados brasileiros produtores, no período de 2003 a 2012.

Os objetivos específicos pretendidos foram:

- Identificar os principais componentes do custo de produção do café arábica;
- Identificar o comportamento dos fatores climáticos que exercem maior influência na cafeicultura, nas cidades e períodos estudados;

- Analisar o comportamento dos componentes de custos de produção do café arábica em relação aos fatores climáticos, por fases fenológicas, em cada cidade produtora, de forma localizada;
- Analisar o comportamento dos componentes de custos de produção do café arábica em relação aos fatores climáticos, por fases fenológicas, em todas as cidades produtoras, de forma conjunta.

1.3 Justificativa

O trabalho justifica-se sob os seguintes aspectos: socioeconômico, prático e teórico. A participação da cafeicultura brasileira em mais de 30% do mercado internacional gera em torno de 3% das receitas cambiais do país. Esta participação associada à presença da atividade em um terço dos municípios brasileiros garante a movimentação da renda em cerca de 370 mil propriedades rurais, sendo que 25% delas destinam-se a agricultura familiar. A renda gerada com o agronegócio café estimula o crescimento de outros segmentos econômicos e contribui para geração de empregos (VEGRO; ASSUMPÇÃO 2003; VELOSO; VIEGAS; CARVALHO, 2008; NASSER et. al., 2012).

A relevância prática do comportamento dos custos de produção da cafeicultura em relação aos fatores climáticos está relacionada com a geração de informação para subsidiar o processo decisório, o planejamento da atividade por órgãos governamentais, de classe e cooperativas (VEGRO; ASSUMPÇÃO 2003). Para o produtor rural, tal conhecimento pode auxiliar na alocação racional dos recursos produtivos diante das condições impostas pelo meio ou da possibilidade de ocorrência de adversidades climáticas (WEILL et. al., 1999; ARRUDA et. al., 2000; IAFFE et. al., 2000). A racionalização dos custos de produção é fundamental na definição da rentabilidade e sustentabilidade do negócio, pois a comercialização do café ocorre na forma de *commodity*.

No campo teórico, o trabalho pretende contribuir para a construção do conhecimento acerca do comportamento dos custos de produção na cafeicultura em relação aos fatores climáticos, visto que a literatura que relaciona estes dois fatores é escassa, dificultando o desenvolvimento de pesquisas nesta área.

1.4 Estrutura do trabalho

O trabalho foi estruturado em cinco capítulos. A introdução, primeiro capítulo, trouxe a contextualização do tema, a relevância da cafeicultura para o país, o problema de pesquisa, os objetivos, a justificativa e, finalmente, a estrutura do trabalho que é este tópico.

O segundo capítulo, nomeado de: Cafeicultura, Custos de Produção e Fatores Climáticos, traz a revisão teórica. Este capítulo apresenta as características gerais da cultura do café arábica, discute os custos de produção na cafeicultura a partir dos conceitos gerais de custos e de custos aplicados ao agronegócio. Trata, principalmente, da relação dos fatores climáticos com a produtividade do cafeeiro e com os principais insumos utilizados nesta cultura.

Os aspectos metodológicos estão descritos no capítulo três. O quarto capítulo apresenta os principais resultados obtidos com a pesquisa, as análises e as discussões. No capítulo cinco constam as considerações finais, espaço destinado para um breve resumo do trabalho, apresentação dos limites da pesquisa e das oportunidades para continuidade de estudos relacionados com este assunto.

2 CAFEICULTURA, CUSTOS DE PRODUÇÃO E FATORES CLIMÁTICOS

A caracterização do cultivo do café arábica no Brasil e a revisão teórica para o desenvolvimento desta pesquisa são discutidas no presente capítulo.

Primeiramente, foi apresentado um breve histórico, algumas particularidades e as técnicas de produção relacionadas à cafeicultura. Na sequência discutiu-se a complexidade da estruturação dos custos de produção dos cafezais, sob a luz dos conceitos gerais de custos e dos custos aplicados ao agronegócio. Foram abordadas as relações dos fatores climáticos com a produtividade, considerando as exigências climáticas específicas de cada fase fenológica do cafeeiro. Finalmente, relacionou-se o comportamento da absorção de fertilizantes e de pragas e doenças nos cafezais com os fatores climáticos.

Assim, esta revisão teórica possibilitou a identificação dos componentes do custo de produção do café arábica mais recorrentes e também dos principais fatores climáticos que interferem no desempenho dos cafezais.

2.1 *Coffea Arabica* L: história e características da cultura

O café arábica (*coffea arabica* L.) é uma planta perene de porte arbustivo originária da Etiópia. O habitat natural da espécie de café arábica é o sub-bosque das florestas tropicais africanas, onde a planta cresce naturalmente compondo a vegetação nativa do local. Dos altiplanos etíopes o cafeeiro propagou-se para a Arábia e, posteriormente, para outras partes do mundo, inclusive para o Brasil (THOMAZIELLO et. al., 2000; DAMATTA; RAMALHO, 2006; ROSA, 2007; ABIC, 2011).

O café passou a integrar a economia nacional a partir de 1727, quando foi trazido da Guiana Francesa, sendo que as primeiras mudas foram introduzidas em Belém do Pará e no Maranhão. No território nacional a cultura comporta-se de maneira itinerante, pois alastrou-se para o Paraná, Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo e, mais recentemente, para o cerrado baiano (RIO DE JANEIRO, 1999; ROSA, 2007; VELOSO; VIÉGAS; CARVALHO, 2008; ABIC, 2011).

A cafeicultura adquiriu relevância no cenário econômico nacional a partir do final do século XVIII, quando o açúcar brasileiro perdeu mercado para o produto holandês e o algodão

não conseguiu competir com a produção norte-americana (RIO DE JANEIRO, 1999). A crise do café haitiano também favoreceu o desenvolvimento da cafeicultura no país (ABIC, 2011). Tudo isso aliado às condições climáticas e territoriais favoráveis para a cultura fizeram do país o maior produtor e exportador de café, situação que ainda vigora atualmente (VELOSO; VIÉGAS; CARVALHO, 2008).

O cafeeiro arábica pertence à família *rubiacae* e ao gênero *coffea*, e entre as dezenas de espécies, esta se destaca como aquela de maior importância econômica no cenário internacional (FAZUOLI, 1986; RIO DE JANEIRO, 1999; BRASIL, 2005), pois responde por aproximadamente 70% do café produzido e consumido no mundo (DAMATTA; RAMALHO, 2006; DAMATTA et. al., 2007).

A cafeicultura é uma cultura permanente, pois seu “ciclo de produção é de longo prazo, se considerando o tempo necessário para a formação do viveiro, para a formação e manutenção da planta e para a colheita” (ARAÚJO, 2010, p.15). Duarte (2010) e Callado e Callado (2011) complementaram a definição pela possibilidade da exploração da atividade por vários anos sem haver a necessidade de novo plantio e sem a morte do vegetal. O período de exploração pode se estender por 20 anos e após tratamento técnico por mais 20, sendo que a primeira safra ocorre após o terceiro ano de formação da lavoura (PAGNANI; WAHLMANN; MOEIRA, 2007). Porém Vegro, Martin e Moricochi (2000) relacionaram a vida útil da cultura com a densidade do plantio (quantidade de plantas por área cultivada), sendo de 12 anos para os sistemas super-adensados e de 24 anos para os sistemas tradicionais e adensados.

O desempenho dos cafezais é influenciado pela bienalidade, que é uma particularidade do cafeeiro arábica. Além disso, a cafeicultura no Brasil ocorre em ambientes com grande diversidade de clima, solo, relevo e manejo (sistemas de cultivo, sistema de plantio e sistema de colheita), que são fatores que também interferem no desempenho das lavouras.

A bienalidade do cafeeiro consiste na ocorrência simultânea das fases vegetativas e reprodutivas da planta (ROSA, 2007), o que resulta em anos alternados de baixa e alta safra. Nos anos de safra alta a planta direciona a maior parte dos nutrientes para o desenvolvimento dos frutos (THOMAZIELLO et. al., 2000; SANTOS, 2005). Diante disso, nestes anos, a formação de novas gemas é reduzida, devido à falta de nutrientes suficientes. Portanto, a produção do ano seguinte é prejudicada, resultando no ano de baixa safra.

Os fatores ambientais favoráveis ao cultivo do café arábica, nas condições tropicais do Brasil, são altitudes superiores a 400m, temperaturas anuais médias entre 18°C e 23°C e

precipitações anuais em torno de 1.200mm. No caso da precipitação, além da quantidade adequada, é necessário que as chuvas sejam distribuídas de acordo com as necessidades da planta (CANECCHIO FILHO, 1987; RIO DE JANEIRO, 1999; THOMAZIELLO et. al., 2000; FAZUOLI; THOMAZIELLO; CAMARGO, 2007; PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008).

A forma de cultivo refere-se ao sistema irrigado ou sequeiro. Zucolotto et. al. (2003) explica que o sistema de irrigação depende de outras decisões como: as condições climáticas do local, a resistência genética da planta a seca, a variedade cultivada, o espaçamento das plantas, a disponibilidade e qualidade da água, a velocidade e direção dos ventos, o valor econômico e o potencial da lavoura.

Os sistemas de plantio na cafeicultura dizem respeito ao espaçamento em que as mudas são plantadas na lavoura e são classificados em tradicional, renque e adensado (Quadro 1). Nos sistemas em renque o espaçamento de plantio entre as plantas na linha (covas) são reduzidos e nos adensados ocorre a redução tanto entre linhas quanto entre plantas na linha (FAZUOLI; THOMAZIELLO; CAMARGO, 2007).

Quadro 1 – Sistemas de plantio do café

Tipologia	Espaçamento entre linhas	Espaçamento entre covas	Mudas por cova	Plantas por hectare
Tradicional	3 a 4 metros	2 metros	2 mudas	até 3.000
Renque	3 a 4 metros	0,5 a 1 metro	1 muda	De 5.000 a 7.000
Adensado	2 metros	0,5 metros	--	De 5.000 a 10.000

Fonte: Elaboração própria, a partir da revisão teórica.

Vegro, Martin e Moricochi (2000) e Thomaziello (2001) também definiram o sistema tradicional como aquele em que é plantado até 3.000 plantas por hectare. Porém, no caso do sistema adensado ambos propuseram uma subdivisão, sendo que o plantio de 3.000 a 7.000 plantas por hectare é considerado adensado e acima de 7.000 plantas por hectare são os super-adensados.

Os plantios adensados e em renque reduzem a produtividade por planta, mas aumentam por área de cultivo devido ao maior número de plantas por hectare (FAZUOLI; THOMAZIELLO; CAMARGO, 2007). Nestes sistemas o cafeeiro está menos exposto ao estresse do ambiente, conforme explicaram os autores, pois a manutenção da planta mais enfolhada proporciona um microclima mais favorável, com menores temperaturas no interior da planta, abaixo do ambiente externo.

Os sistemas adensados ganharam espaço no parque cafeeiro nacional em substituição aos tradicionais que eram preferidos pelo cafeeiro brasileiro (RIO DE JANEIRO, 1999; THOMAZIELLO, 2001). Porém a decisão de qual sistema de plantio adotar está condicionada com outros fatores como: topografia, disponibilidade de mão de obra, cultivares e linhagens a serem plantadas, dentre outros (THOMAZIELLO, 2001). O sistema tradicional e em renque é mais utilizado em terrenos com topografia que permita a mecanização, já os adensados são mais adequados para áreas com declividade ou montanhosas (RIO DE JANEIRO, 1999; THOMAZIELLO, 2001).

O adensamento do plantio torna imprescindível a execução da poda, com a finalidade de facilitar o manejo da lavoura e reduzir as condições favoráveis ao ataque de pragas e doenças, pois permite a entrada de luz e de ar (THOMAZIELLO et. al., 2000). A poda é um trato cultural que consiste na correção e fechamento da lavoura, através da remoção do tecido foliar e vegetativo improdutivo que não possui condições de recuperação após períodos de alta produção (THOMAZIELLO et. al., 2000; THOMAZIELLO, 2001). As características e condições do cafezal, bem como, o objetivo do produtor determinarão a forma de poda a ser aplicada, sendo que os tipos mais difundidos são: decote, recepa, esqueletamento e desponte (THOMAZIELLO et. al., 2000; THOMAZIELLO, 2001; PAGNANI; WAHLMANN; MOEIRA, 2007).

Vegro, Martin e Moricochi (2000) chamaram a atenção para o fato de que a adoção de qualquer uma das formas de poda provoca atrasos no ciclo reprodutivo das plantas. Estes autores comentaram ainda que, nos sistemas super-adensados, para a manutenção da produtividade da planta é necessário efetuar o esqueletamento ou decote por volta do oitavo ano do ciclo, o que acarreta em não obtenção de receita neste período. Nos sistemas tradicionais e adensados o sistema de poda mais empregado é o decote a cada cinco anos.

Quanto à forma de colheita a ser implementada nas lavouras “o produtor de café pode decidir entre utilizar colheita manual, manual/mecânica e exclusivamente mecânica” (VEGRO; MARTIN; MORICOCHI, 2000, p. 303). Esta decisão depende principalmente da topografia do terreno. Locais com topografia plana são adequados ao sistema de plantio tradicional e em renque que por serem mais espaçados são mais propensos à mecanização. Em terrenos montanhosos e declives onde o plantio adensado é mais comum, a atividade mecânica é dificultada.

A cafeicultura é influenciada por vários fatores, Matiello (1986) os classificou em três categorias principais: fatores econômicos conjunturais, fatores climáticos e manejo da cultura. A tomada de decisão do cafeeiro é influenciada pelos preços do café, pela

disponibilidade e custo dos insumos e mão de obra, pelo custo e a disponibilidade do crédito, tais fatores são determinantes no nível de investimentos nas lavouras. As condições climáticas, as condições físicas do solo, o sistema de cultivo, o espaçamento, o manejo dos cafezais também exercem influência sobre a atividade.

Almeida (2010) comentou que a complexidade da cafeicultura está relacionada com a impossibilidade do produtor controlar muitos fatores relacionados à cultura, porém ele pode decidir qual a melhor forma de alocar os recursos produtivos diante das adversidades do meio. Assim, o conhecimento da estrutura de custos da lavoura é fundamental, uma vez que “a rentabilidade do produtor rural está diretamente relacionada com o bom gerenciamento de custos de produção” (DUARTE, 2010, p. 10).

Diante disso, o entendimento da estruturação dos custos de produção na cafeicultura e a sua relação com os fatores que interferem neste processo fornece subsídios para a tomada de decisão e planejamento da atividade. A otimização dos recursos produtivos e a minimização das ameaças impostas pelo ambiente são fatores determinantes na rentabilidade do produtor.

2.2 Custos de produção

A gestão dos empreendimentos modernos requer planejamento antecipado das operações como condição para o sucesso e desempenho organizacional no longo prazo. Assim, o emprego de abordagens técnicas desenvolvidas e de relevância comprovada para a execução do processo administrativo torna mais provável a consecução dos objetivos empresariais (WELSCH, 1983). Para este autor o processo decisório deve considerar o ambiente no qual a organização está inserida e o planejamento envolve a manipulação das variáveis relevantes à atuação empresarial. Porém, ressalta que nem todas as variáveis são controláveis pela empresa, dessa forma o planejamento requer a compreensão dos efeitos de variáveis desta natureza sobre as receitas, os custos e os investimentos.

Os custos de produção são considerados parâmetros importantes na definição da competitividade da organização. As informações acerca dos custos são relevantes para subsidiar o processo decisório em qualquer que seja o tipo e finalidade do empreendimento, especialmente no estágio atual de desenvolvimento e complexidade das organizações (MARTINS, 2003; BRUNI; FAMÁ, 2007; LEONE, 2008). O conhecimento da estrutura de

custos das empresas orienta a tomada de decisões, a análise da viabilidade de ofertar produtos e a alocação dos recursos produtivos de forma ótima e racional. Portanto, este conhecimento contribui para o desempenho e continuidade das organizações (MARTINS, 2003).

A análise de custos envolve etapas sucessivas, nas quais os custos são primeiramente acumulados, depois, classificados e, finalmente, atribuídos aos produtos. Os sistemas de acumulação de custos relacionam-se com ciclo operacional e com o processo produtivo, são eles: sistema de acumulação por ordem e por processos.

O sistema de acumulação de custos por ordem aplica-se a empresas nas quais a produção é diferenciada, não padronizada ou não repetitiva, inviabilizando o sequenciamento de processos produtivos (BRUNI; FAMÁ, 2007; PADOVEZE, 2007). Nas empresas em que a produção ocorre de forma contínua e homogênea, com o processamento de produtos com as mesmas características, a adoção do sistema de acumulação por processos é a mais adequada (MARTINS, 2003; BRUNI; FAMÁ, 2007). Há casos, ainda, em que é possível a combinação das duas formas de acumulação, o sistema híbrido ou por operações (MARTINS, 2003; PADOVEZE, 2007).

Custo é definido como o gasto relativo a determinados bens e serviços necessários para a produção de outros bens e serviços. Os custos podem ser classificados sob diversos aspectos, sendo mais relevantes as classificações quanto a sua aplicabilidade (diretos e indiretos) e variabilidade (variáveis e fixos). A primeira classificação refere-se à forma de associação dos custos aos produtos e a segunda ao comportamento dos custos em relação ao volume produzido. Os custos diretos são aqueles que podem ser direta e objetivamente alocados aos produtos. A distribuição dos custos indiretos é feita de maneira estimada e arbitrária, ou seja, depende de algum critério de rateio para serem atribuídos aos produtos. A classificação dos custos de produção em variáveis ou fixos é considerada a mais importante (MARTINS, 2003). Custos variáveis alteram em função do volume produzido e os fixos permanecem constantes, dentro de intervalos relevantes de produção, qualquer que seja o nível de atividade (MARTINS, 2003; BRUNI; FAMÁ, 2007; PADOVEZE, 2007).

A atribuição dos custos aos produtos ou custeamento dependerá da finalidade que esta informação será utilizada, se para valoração de estoques ou tomada de decisão. O custeio por absorção é considerado o método mais adequado para a primeira finalidade e o custeio variável para a segunda. (MARTINS, 2003; BRUNI; FAMÁ, 2007; PADOVEZE, 2007). Estas duas metodologias são consideradas clássicas na teoria contábil de custos e são baseadas no comportamento dos custos quanto à sua variabilidade, ou seja, fixos e variáveis

(PADOVEZE, 2007). De acordo com este autor os outros métodos existentes derivam das metodologias clássicas, conforme esquema proposto (Figura 1).

Figura 1 – Classificação dos métodos de custeio em função da apropriação dos gastos

Tipos de Gastos	Método de Custeio				
Matéria-Prima, Materiais Diretos e Embalagens	Teoria das Restrições	Custeio Direto ou Variável	Custeio por Absorção	Custeio ABC	Custeio Pleno (RKW)
Despesas Variáveis					
Mão de Obra Direta					
Mão de Obra Indireta					
Despesas Gerais e Industriais					
Depreciação					
Mão de Obra Administrativa / Comercial					
Despesas Administrativas / Comerciais					
Despesas Financeiras					
Gastos Totais + Métodos de Custeio					
↓	↓	↓	↓	↓	
Produto Serviço 1	Produto Serviço 2	Produto Serviço 3	Produto Serviço 4	Produto Serviço N	

Fonte: Padoveze (2007, p. 341).

A teoria das restrições e o custeio variável alocam apenas os custos variáveis aos produtos e não utilizam critérios de rateio para apropriar os custos fixos e indiretos de fabricação. A diferença entre as duas metodologias é que na primeira a mão de obra direta é considerada como gasto do período e na segunda é considerada gasto do produto. O custeio por absorção, o custeio ABC e o custeio pleno adotam critérios para apropriar os custos fixos e indiretos aos produtos. No custeio por absorção é feito o rateio da mão de obra indireta, despesas gerais industriais e depreciação. Além destes itens, no custeio ABC é feito o rastreamento da mão de obra indireta e das despesas administrativas e comerciais. No custeio pleno (conhecido no Brasil como RKW) todos os gastos da empresa, inclusive as despesas financeiras são alocadas aos produtos, conforme Figura 1 (MARTINS, 2003; PADOVEZE, 2007).

2.2.1 Custos de produção no agronegócio

O gerenciamento das empresas agrícolas também está inserido no cenário complexo que envolve as organizações contemporâneas, ou seja, é necessária a ocorrência de mudanças constantes para sua adaptação às exigências dos mercados. O moderno conceito de agricultura teve sua origem nos estudos de John Davis e Ray Goldberg, professores da Universidade de Harvard, nos Estados Unidos, em 1957, que analisaram a complexidade e a dinâmica que caracterizavam a nova realidade do setor, sendo que em 1968 Goldberg apresentou a primeira noção de sistemas agroindustriais (ARAÚJO, 2010; BATALHA; SILVA, 2011; CALLADO; CALLADO, 2011).

Em função dos estudos destes pesquisadores surgiu o termo *agribusiness* que foi enunciado como “a soma das operações de produção e distribuição de suprimentos agrícolas, das operações de produção nas unidades agrícolas, do armazenamento, processamento e distribuição dos produtos e itens produzidos a partir deles” (DAVIS; GOLDBERG, 1957 apud BATALHA; SILVA, 2011, p. 5). No Brasil essa nova visão de agricultura passou a ser difundida a partir da década de 1980, e foi chamada de agronegócio.

O agronegócio é caracterizado pelo encadeamento de todas as etapas produtivas “antes da porteira” como sendo os insumos, bens de produção e serviços para a agropecuária; “dentro da porteira”, a produção agropecuária em si e; “depois da porteira”, a produção agroindustrial e a produção até o varejo (ANDRADE, 2007). Assim, o novo paradigma das atividades agrícolas incluiu as dimensões a montante e a jusante que extrapolam os limites da fazenda.

A pulverização da agricultura, ou seja, a existência de muitos ofertantes dispersos numa dada base territorial contribui para a caracterização da agricultura como um setor tomador de preços (VEGRO, 2011). Isto significa que o produtor rural não controla a formação de preços dos produtos ofertados. Além disso, historicamente, o agronegócio tem registrado aumentos nos custos de produção e a diminuição dos preços dos bens produzidos (ARAÚJO, 2010). A consequência imediata disto é a redução da rentabilidade do negócio. Diante disso, é necessário buscar estratégias que possibilitem o emprego racional dos fatores de produção com o objetivo de conseguir custos de produção mais competitivos e tornar o negócio viável.

Tal fato decorre, principalmente, dos tipos de inter-relações com os segmentos a montante (antes da porteira) e a juzante (depois da porteira) (ARAÚJO, 2010). Em uma das pontas, a montante, a imposição de preços aos produtores por parte dos fornecedores de insumos agropecuários decorre da concentração e da baixa competição deste segmento (ARAÚJO, 2010; VEGRO, 2011). Na outra ponta, a juzante, a oligopolização da demanda, ou seja, das firmas compradoras dos bens de agropecuária, garante ao lado mais concentrado maior poder nas relações de troca (ARAÚJO, 2010). Assim, dentro da porteira, na fazenda, o produtor rural possui capacidade limitada para interferir na formação de preços de seus produtos.

No caso das *commodities* agrícolas a situação é mais complexa, pois como o seu preço segue a cotação do mercado, o produtor pode ser levado a praticar preços de venda abaixo do custo, impactando de forma negativa o resultado da atividade. Dessa forma, para que as *commodities* sejam competitivas o principal requisito é a redução de custos de produção (NICOLELI; MOLLER, 2006).

O gerenciamento de custos nas atividades agropecuárias exige atenção diferenciada, pois “os espaços de tempo entre produção, ou seja, entre custos e receitas, fogem a simplicidade de outros tipos de negócios, exigindo técnicas especiais para apresentação não dos custos, mas dos resultados econômicos do empreendimento” (SANTOS; MARION; SEGATTI, 2009, p. 34).

A racionalização dos custos, conforme diz Araújo (2010), é uma exigência para o agronegócio, a fim de garantir a competitividade e sustentação econômica da atividade, e a apresentação do resultado econômico é feita por meio do confronto das receitas com custos totais. Estes são determinados a partir da apuração isolada dos “investimentos e do capital de giro (custos), para compor os custos fixos e os custos variáveis, para a composição dos custos totais” (ARAÚJO, 2010, p. 69). Neste sentido, a definição de um sistema de custos auxilia na gestão rural, pois os custos representam uma informação essencial no estudo da viabilidade econômica do negócio.

Na acumulação dos custos das atividades agrícolas, o custeio por ordem é considerado mais adequado em comparação ao custeio por processo, pois a produção não é contínua e, além disso, é definida no tempo e no espaço geográfico, assim, o “elemento de custo é acumulado separadamente segundo as ordens específicas de produção. (...) A ordem de produção deve ser aberta no início da execução dos serviços (preparo do solo)” (SANTOS; MARION; SEGATTI, 2009, p. 38).

A classificação dos custos é outro fator que contribui para a gerência das atividades rurais. Santos, Marion e Segatti (2009) classificam os custos de produção agropecuários quanto à natureza, quanto à associação com o produto e quanto ao seu comportamento em relação ao volume produzido (Quadro 2).

Quadro 2 – Definição e classificação dos custos no agronegócio

Quanto à natureza	Quanto à associação com o produto	Quanto ao comportamento em relação ao volume produzido
Definição:		
Refere-se à identidade (natural) daquilo que foi consumido na produção.	Refere-se à maior ou menor facilidade de identificar os custos com produtos, através da medição precisa dos insumos utilizados, da relevância do seu valor ou da apropriação por sistemas de rateio.	Refere-se ao fato de os custos permanecerem inalterados ou variarem em relação às quantidades produzidas. Ou seja, pode acontecer que os custos variem proporcionalmente ao volume produzido
Classificação:		
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Materiais ou insumos</u>: materiais brutos ou trabalhados, destinados à obtenção de outro produto. Ex.: fertilizantes, sementes, mudas, rações, medicamentos etc. • <u>Mão de Obra Direta</u>: gastos com pessoal empregado diretamente na produção. Ex.: tratorista, campeiro, tratador, safrista, fiscal de turma etc. • <u>Mão de Obra Indireta</u>: Gastos com pessoal empregado indiretamente na produção. Ex.: técnico agrícola, agrônomo, auxiliar de escritório etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Custos Diretos</u>: são identificados com precisão no produto acabado, através de um sistema de medição, e cujo, valor é relevante como: horas de mão de obra; quilos de sementes ou rações; gastos com funcionamento e manutenção de tratores. 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Custos Variáveis</u>: são aqueles que variam em proporção direta com o volume de produção ou área de plantio. Ex.: mão de obra direta, materiais diretos (fertilizantes, sementes, rações), horas máquina.
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Manutenção de máquinas e equipamentos</u>: gastos com peças e serviços de reparos de tratores e outras máquinas e equipamentos da propriedade rural utilizados na produção. 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Custos Indiretos</u>: são aqueles necessários à produção, geralmente de mais de um produto, mas alocáveis arbitrariamente, através de um sistema de rateio, estimativas e outros meios. Ex.: salários de técnicos e chefia, produtos de alimentação, produtos de limpeza e higiene (pessoal e instalações). <p>Obs.: para fins de apuração de resultado gerencial não é recomendável a utilização de rateios.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Custos Fixos</u>: são os que permanecem inalterados em termos físicos de valor, independentemente do volume de produção e dentro de um intervalo de tempo relevante. Geralmente oriundos da posse de ativos e de capacidade ou estado de prontidão para produzir. Por isso, também são conhecidos como custos de capacidade. Ex.: depreciação de instalações, benfeitorias e máquinas agrícolas, seguro de bens, salários de técnicos rurais e chefias.

Fonte: Santos, Marion e Segatti (2009, p. 32 - 33), adaptado.

A diferenciação dos custos agropecuários, por meio da classificação, é útil para auxiliar o gestor rural no processo decisório, no planejamento e no controle da unidade de

produção. Esta diferenciação facilita a identificação das atividades mais lucrativas, bem como as operações de maior ou menor custo e as vantagens e possibilidades de substituir umas pelas outras (CALLADO; CALLADO, 2011).

Assim, conhecer a natureza e finalidade dos custos de produção no agronegócio, entender as suas especificidades e como os mesmos se estruturam contribui para a gestão e emprego racional dos recursos no processo produtivo.

2.2.2 Custos de produção na cafeicultura

A importância da cafeicultura para o cenário sócio econômico nacional e as peculiaridades que cercam esta atividade gera uma demanda constante para o desenvolvimento de um sistema de custos de produção. A finalidade deste sistema seria auxiliar os cafeicultores no processo decisório, as autoridades governamentais, os órgãos de classe e as cooperativas responsáveis pelas políticas e planejamento do setor (VEGRO; ASSUMPÇÃO, 2003).

O gerenciamento da cafeicultura brasileira relaciona-se com os desafios impostos à atividade dentro e fora da fazenda, pois o aumento da demanda pelo produto associado à necessidade de modernização dos cafezais como fator de competitividade, insere a cafeicultura na lógica da produção integrada (PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO 2008).

Tanto os preços quanto os custos de produção do café vêm de fora da atividade. Por um lado, a comercialização em forma de *commodity* faz com que o cafeicultor tenha capacidade limitada de formar seus preços. Por outro, devido à relação com segmentos oligopolizados, a formação dos custos também é externa a propriedade (VEGRO, 2011). Diante disso surge a necessidade do gerenciamento eficiente das bases materiais e tecnológicas como principal estratégia de competitividade, rentabilidade e sustentabilidade do negócio (PAGNANI; WAHLMANN; MOEIRA, 2007; DUARTE, 2010; VEGRO, 2011).

A ausência de controle contábil, especialmente dos custos de produção é a principal dificuldade encontrada pelo cafeicultor no planejamento de estratégias comerciais para a atividade (COSTA; GARCIA; TEIXEIRA, 2001; ABRANTES; REIS; SILVA, 2009; VEGRO, 2011). A não contabilização dos custos dificulta a tarefa de determinar se os resultados obtidos são economicamente viáveis, ou não (VEGRO, 2011).

Na apuração dos custos da cafeicultura tanto o custeio por processo, quanto por ordem podem ser utilizados. No primeiro caso, em função do cafeeiro necessitar de um determinado tempo para iniciar a produção, que se estenderá por um número aproximado de safras, o custeio por processo pode ser utilizado na apuração do custo da lavoura, para então ser distribuído entre as safras. No segundo caso, porque o lote produzido de cada safra é perfeitamente identificável e de venda provável, portanto seu custo pode ser acumulado pelo custeio por ordem (PAGNANI; WAHLMANN; MOEIRA, 2007).

Porém, estes autores ressaltam que o custo de produção do café não é uniforme devido a diversos fatores, tais como: diversidade de cultivares e linhagens plantadas, sistemas de plantio, tipo de região, tratos culturais, tipo e idade da lavoura, o que dificulta sobremaneira a sua apuração, o planejamento e o controle.

A formação dos custos de produção na cafeicultura está associada a diversos fatores, tais como: a tecnologia empregada e sistemas adotados nas lavouras e as condições do ambiente em que o cafezal está localizado. Estes custos são influenciados tanto por fatores controláveis quanto por não controláveis pelo produtor rural (ALMEIDA, 2010; DUARTE, 2010). Os fatores controláveis referem-se às decisões de alocação dos recursos produtivos, pois “a variação do custo do café depende da região produtora, do tipo da lavoura, do grau de mecanização, da quantidade de insumos utilizados e, inclusive do adensamento da lavoura” (ALMEIDA, 2010, p. 17). São incontroláveis, de acordo com a autora, o comportamento dos mercados fornecedores e consumidores e as condições climáticas.

O modelo produtivo adotado pelo produtor tem uma relação direta com o nível de produtividade da lavoura e, conseqüentemente, com os custos de produção da mesma. Esta relação entre a produtividade e o custo de produção dos cafezais tem levado alguns cafeicultores a optar por conduzir as lavouras de forma a obterem um ano com alta safra e o subsequente com safra zero, dada a insustentabilidade dos custos nos anos de safra baixa (BLISKA et. al., 2009).

A opção pelo sistema irrigado implica em planejamento minucioso, pois esta deve ser a última tecnologia adotada pelo cafeicultor, tais cuidados devem-se ao fato de ser uma tecnologia de alto custo e caso ela não seja empregada de maneira adequada pode não proporcionar o retorno desejado (ZUCOLOTTO et. al., 2003). A irrigação é considerada “como possível fator de aumento do ganho para os agricultores na tentativa de reduzir os impactos gerados na bienalidade da cultura” (DUARTE, 2010, p. 28), ou seja, diminuem as diferenças entre os anos de alta e baixa safra.

Os sistemas de plantio afetam os custos de produção de acordo com o nível de espaçamento adotado na lavoura. As vantagens do sistema tradicional são o baixo custo de implantação, a redução com o custo de mão de obra, pois permite a mecanização de alguns tratamentos culturais e da colheita, porém apresenta baixa produtividade se comparada às outras opções (RIO DE JANEIRO, 1999).

Os sistemas adensados, para o autor acima, apresentam alta produtividade principalmente nas primeiras safras, porém os custos de implantação são altos, incorrem em maiores cuidados fitossanitários, exigem mais gastos com mão de obra e são inapropriados para utilizar a mecanização.

A mecanização das lavouras interfere na estrutura dos custos, pois investimentos em tecnologia elevam os custos fixos totais, mas aumentam a produtividade o que provoca a redução dos custos fixos unitários. Além disso, a adoção de máquinas proporciona benefícios como a melhoria da qualidade da bebida, a rapidez na realização das operações e a redução de custos, principalmente, aqueles relacionados com a mão de obra (VEGRO; MARTIN; MORICOCCHI, 2000; OLIVEIRA et. al., 2007; COSTA et. al., 2009a). A mecanização da colheita reduz a necessidade de mão de obra de 20% a 75% dependendo do sistema adotado e em relação aos custos totais a redução pode ser de 10% a 40% (SILVA; SALVADOR; PÁDUA, 2000).

Dessa forma, as várias opções disponíveis para a definição do modelo produtivo repercutem sobre os custos de produção em função do nível de produtividade que cada um deles tem o potencial de proporcionar. Se por um lado os sistemas tradicionais e em renque ocasionam a redução dos custos de implantação e, também, dos gastos com mão de obra, por outro eles oneram os custos unitários pela baixa produtividade alcançada por estes modelos.

A irrigação e o adensamento, apesar dos altos gastos exigidos na implantação, provocam custos unitários menores, pois conseguem níveis de produtividade mais altos do que a obtida nos sistemas tradicionais. Assim, a substituição paulatina dos sistemas tradicionais pelos adensados, nas lavouras brasileiras, é explicada pelos ganhos de produtividade e maior retorno financeiro por hectare proporcionados pelos adensados (THOMAZIELLO, 2001; ALMEIDA et. al., 2010). Tal fato decorre da possibilidade da redução dos custos unitários contribuindo, assim, para a melhoria da competitividade do produto.

A complexidade da formação de custos na cafeicultura deve-se o fato de que os sistemas de gestão e manejo não são mutuamente excludentes, podendo ser combinados de forma a proporcionar o melhor custo benefício (ALMEIDA, 2010). Estas combinações podem

resultar em inúmeras possibilidades e diferentes estruturas de custos de produção. Além disso, as condições ambientais devem ser levadas em consideração nas opções feitas para a implantação da lavoura.

Na última década observou-se a propagação de estudos empíricos relacionados ao custo de produção da cafeicultura. Foram discutidos aspectos como: a composição e evolução dos custos de produção de determinadas regiões e em determinados períodos, identificando os itens mais relevantes (COSTA; GARCIA; TEIXEIRA, 2001; SILVA; REIS, 2001; OLIVEIRA; VEGRO, 2004; COSTA et. al., 2009a; ALMEIDA et. al., 2010; FEHR et. al., 2012); o efeito de diferentes sistemas produtivos na formação dos custos (VEGRO; MARTIN; MORICOCCHI, 2000); a influência dos preços de venda do café (DUARTE; TAVARES; REIS, 2010, DUARTE et. al., 2011) e dos preços de *commodities* não agrícolas sobre os custos de produção (FERREIRA et. al., 2011) e; finalmente, o impacto da tributação sobre os custos (ABRANTES; REIS; SILVA, 2009; ALMEIDA; REIS; TAVARES, 2011).

O emprego de coeficientes técnicos regionais foi a metodologia empregada para investigar o comportamento, estrutura e evolução, dos custos nas principais regiões produtoras do país (VEGRO; MARTIN; MORICOCCHI, 2000; OLIVEIRA; VEGRO, 2004; COSTA et. al., 2009a). O procedimento para o cálculo dos coeficientes técnicos foi o método painel, que consiste em reuniões realizadas entre os pesquisadores, técnicos e produtores rurais das regiões selecionadas. Nestas reuniões foram identificadas as diversas características das regiões produtoras e estabelecidos coeficientes técnicos. O método painel é considerado eficaz, pois através dele o custo de produção estimado não é arbitrário, ou seja, apresenta potencial para representar a realidade de cada local. Os coeficientes técnicos baseados no consumo de recursos são corroborados pelo conhecimento e pela experiência de campo dos participantes (ANDRADE et. al., 2009; COSTA et. al., 2009a). Os coeficientes técnicos representam os padrões que mais se aproximam do consumo de cada recurso nas lavouras para a região em análise. O conjunto de coeficientes técnicos compõem o pacote tecnológico empregado em cada região. De acordo com esta proposta os custos de produção são classificados em três grupos:

- Custo Operacional Efetivo (COE): representam os desembolsos realizados pelo produtor rural relacionados à mão de obra, às operações com máquinas, aos equipamentos e veículos e materiais consumidos no processo produtivo, tais como, fertilizantes, defensivos, corretivos e outros;

- Custo Operacional Total (COT): representa o somatório do COE com outros custos não desembolsáveis. Esta metodologia considera que não são desembolsáveis no período os gastos com as depreciações, os encargos sociais, os seguros e os juros relacionados ao maquinário e cafezal e gastos com armazenagem, sacaria e terreiro;
- Custo Total de Produção (CTP): representa o somatório do COT com o custo de oportunidade imputado à atividade, por exemplo, remuneração do capital fixo em terra, instalações e máquinas.

Com o propósito de saber quanto custa produzir café no Estado de São Paulo, Vegro, Martin, Moricochi (2000) estimaram os custos de diferentes sistemas de produção nas principais áreas produtoras do estado. Neste estudo foi observado que o nível de adensamento e a mecanização da colheita são fatores determinantes para a composição dos custos. Os sistemas super-adensados apresentaram os menores valores para o COT. A comparação entre os sistemas adensados mecanizáveis e os tradicionais demonstrou que os primeiros são mais competitivos, por apresentar COT mais baixo em relação aos segundos. Tal fato pode ser relacionado à alta produtividade comum aos super-adensados e a redução da necessidade de mão de obra ocasionada pela mecanização da colheita nos sistemas adensados mecanizáveis.

A representatividade da mão de obra na composição do COE demonstrou-se significativa, perfazendo mais da metade do total destes custos, em estudo que objetivava analisar a rentabilidade da cafeicultura paulista nas safras de 2000/01 e 2001/02 (OLIVEIRA; VEGRO, 2004). A produtividade afetou os custos de produção, pois as lavouras mais produtivas obtiveram COE, COT e CTP mais competitivos.

A composição dos custos da cafeicultura dos estados de Minas Gerais, Paraná, Espírito Santo, São Paulo e Bahia, principais estados produtores, teve maior participação dos gastos com fertilizantes, com a mão de obra, com a colheita e com o beneficiamento (COSTA et. al., 2009a). Além disso, os autores analisaram o impacto dos gastos com fertilizantes sobre o COT para todas as cidades e perceberam que o seu aumento, no período estudado, foi devido, principalmente, a elevação dos custos dos fertilizantes.

Pesquisas realizadas na região da cafeicultura de montanha do Espírito Santo (COSTA; GARCIA; TEIXEIRA, 2001) e em propriedades da região de Lavras - M.G (SILVA; REIS, 2001) identificaram a relevante participação dos custos variáveis na composição do custo de produção total nos períodos analisados. As análises destacaram os gastos com a mão de obra, no caso de custos variáveis, e com a formação da lavoura, para os custos fixos, como os itens que mais oneram o custo de produção.

Os gastos no período de formação da lavoura (DUARTE; TAVARES; REIS, 2010) e no período do replantio, que ocorre no segundo ano, (DUARTE et. al., 2011) foram investigados quanto ao seu comportamento em relação ao preço de venda do café. Neste estudo verificou-se que ocorre a influência do preço do café sobre os custos de produção para 16 das 22 variáveis de custo analisadas no ano de formação e nove das 12 variáveis no segundo ano.

Os principais itens de custos que sofreram os impactos das alterações nos preços de venda foram os gastos com plantio, capinas-desbrota, defensivos, fertilizantes e mudas para o primeiro ano (DUARTE; TAVARES; REIS, 2010). No segundo ano destacaram-se os custos relacionados a capina-desbrota, defensivos e fertilizantes (DUARTE et. al., 2011).

Tanto no primeiro quanto no segundo ano os gastos com fertilizantes foram aqueles em que o preço de venda do café apresentou menor poder preditivo (DUARTE; TAVARES; REIS, 2010; DUARTE et. al., 2011). Este resultado pode estar relacionado ao fato de que os custos com fertilizantes são afetados pelos preços de *commodities* não agrícolas como potássio, uréia e superfosfato, que são componentes químicos utilizados na fabricação de fertilizantes (FERREIRA et. al., 2011). Estes autores apontaram também, que os gastos relacionados a utilização de máquinas/equipamentos e defensivos são influenciados pelos preços das *commodities* não agrícolas. Os primeiros são afetados pelos preços do petróleo e do ferro e os segundos somente pelo preço do petróleo.

A identificação de itens de custos mais relevantes nas lavouras cafeeiras foi feita nas principais cidades brasileiras produtoras de café arábica e para o período de 2003 a 2009 (ALMEIDA et. al., 2010; FEHR et. al., 2012).

O comportamento diferenciado da cidade de Luís Eduardo Magalhães, na Bahia, foi atribuído ao emprego de padrão tecnológico de ponta com a utilização de irrigação. Este perfil fez com que os custos fixos das lavouras desta cidade mais fossem elevados em relação às demais localidades. Porém, foram observados também, os maiores índices de produtividade e, conseqüentemente, os custos unitários mais baixos (ALMEIDA et. al., 2010). Os gastos com mão de obra, fertilizantes e agrotóxicos, conforme relaciona os autores, foram os mais expressivos na composição dos custos nas cidades estudadas.

A análise temporal da evolução dos custos de produção do café não identificou diferenças significativas no período de 2003 a 2009, contrariando a expectativa de que os mesmos refletiriam os efeitos da bienalidade da cultura, ou seja, a alternância de períodos com custos unitários mais elevados decorrentes da baixa produção seguidos de períodos de custos unitários mais baixos devido a alta produção (FEHR et. al., 2012).

Os autores associaram os resultados a possível elevação de gastos com tratamentos culturais a fim de minimizar os efeitos do ciclo bienal e evitar quedas de produtividade. Outro fator discutido foi a questão de que os ciclos bienais não são obrigatoriamente sincronizados entre as lavouras, portanto quedas de produtividade em uma localidade podem ser compensadas com o aumento em outras.

A observação do efeito da tributação sobre o custo de produção do café demonstrou que a falta de hábito do produtor rural em planejar e controlar suas atividades onera os custos de produção (ABRANTES; REIS; SILVA, 2009; ALMEIDA; REIS; TAVARES, 2011). Por um lado, a incidência dos encargos trabalhistas sobre a folha de pagamento influencia significativamente a formação do custo do café devido a representatividade dos gastos com a mão de obra na composição dos custos (ABRANTES; REIS; SILVA, 2009). Por outro, o não aproveitamento do crédito do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços – ICMS caracteriza na perda da não cumulatividade deste imposto, portanto ele passa a incidir sobre o faturamento e a compor o custo de produção, provocando a redução na rentabilidade e na competitividade do produto final (ABRANTES; REIS; SILVA, 2009; ALMEIDA; REIS; TAVARES, 2011). Para estes autores, os custos mais onerados pelo não aproveitamento de tal crédito são os gastos relacionados com máquinas e equipamentos, com transporte e com insumos.

Os estudos apontaram os itens de custos que mais oneram a produção da cafeicultura (Quadro 3). A identificação destes componentes é uma ferramenta útil para o controle e planejamento da atividade.

Quadro 3 – Principais itens de composição do custo de produção do café

Componentes de Custos	Autores
Defensivos/Agrotóxicos	<ul style="list-style-type: none"> • Almeida et. al. (2010); Duarte, Tavares e Reis (2010); • Duarte et. al. (2011); Ferreira et. al. (2011); • Fehr et. al. (2012).
Fertilizantes	<ul style="list-style-type: none"> • Abrantes, Reis e Silva (2009); Costa et. al. (2009a); • Almeida et. al. (2010); Duarte, Tavares e Reis (2010); • Duarte et. al. (2011); Ferreira et. al. (2011); • Fehr et. al. (2012).
Mão de Obra	<ul style="list-style-type: none"> • Costa, Garcia e Teixeira (2001); Vegro, Martin e Moricochi (2000); • Silva e Reis (2001), • Oliveira e Vegro (2004); • Abrantes, Reis e Silva (2009); Costa et. al. (2009a); • Almeida et. al. (2010); Duarte, Tavares e Reis (2010); • Fehr et. al. (2012).
Operações com Máquinas e Equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> • Abrantes, Reis e Silva (2009); • Almeida, Tavares e Reis (2011); Ferreira et. al. (2011).

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão teórica.

A produtividade da lavoura foi apontada nas pesquisas como um fator que influencia na composição dos custos de produção do café (VEGRO; MARTIN; MORICOCCHI, 2000; OLIVEIRA; VEGRO, 2004; ALMEIDA et. al., 2010). Dentro de certos limites, os custos são inversamente proporcionais aos níveis de produtividade, pois muitos itens de custos são consumidos de forma semelhante independente da quantidade produzida, estes são os custos fixos (MATIELLO, 1986). Para este autor, os gastos com capinas, arruação, esparramação, despesas com administrador, depreciações, taxas e impostos são alguns exemplos deste tipo de custo, portanto a unidade produzida (saca) é mais onerada com produção baixa.

Diante disso observa-se que os estudos citados abordam diversos fatores que afetam os custos de produção da cafeicultura. Porém, ainda existem algumas lacunas, pois observa-se a ausência da abordagem de fatores importantes para a composição dos custos, tais como o clima.

Sobre o comportamento dos custos da cafeicultura em relação aos fatores climáticos, algumas observações foram feitas, embora não fosse este o objetivo das pesquisas realizadas por Vegro e Assumpção (2003) e Oliveira e Vegro (2004).

O estabelecimento do custo operacional de produção (COT) de propriedades do Estado de São Paulo, de acordo com Vegro e Assumpção (2003), revelou que um dos fatores responsáveis pela grande amplitude do custo de formação dos cafezais foram distúrbios climáticos como chuvas fortes, estiagens e geadas. Os autores atribuíram o maior custo de formação por hectare, na região de Garça, à necessidade de irrigação devido à estiagem no período de implantação da lavoura. Enquanto que, em Franca, a estiagem no período da pós-florada e chumbinho não afetou a produtividade do cafezal. Este desempenho deve-se ao alto padrão tecnológico adotado pelos cafeicultores e a vocação natural da cidade para a cafeicultura, ou seja, condições climáticas favoráveis ao cultivo. Desta forma o impacto sobre os custos foram baixos. A variabilidade dos custos de manutenção do cafezal nas regiões estudadas decorreu de baixas produtividades médias ocasionadas pela estiagem da segunda safra.

Com a análise da composição dos custos foi identificado que a elevação dos mesmos em uma propriedade tradicional de São Paulo ocorreu devido à baixa produtividade de um talhão adensado. A queda dos chumbinhos foi um dos fatores apontados como responsável pelo baixo desempenho produtivo observado neste talhão (OLIVEIRA; VEGRO, 2004). A frutificação do café depende do sucesso da formação dos chumbinhos. A expansão dos

chumbinhos depende da disponibilidade hídrica, portanto a queda dos mesmos na propriedade de São Paulo pode estar associada à estiagem no período.

A complexidade do planejamento e controle dos custos na atividade cafeeira deve-se aos diversos fatores que condicionam a cultura, sejam eles internos ou externos à propriedade, controláveis ou não controláveis pelo produtor rural. No caso dos fatores não controláveis destacam-se os climáticos (DUARTE et. al., 2011). O avanço tecnológico contribuiu para adaptabilidade do cafeeiro a regiões inapropriadas ao cultivo, tais como a irrigação, as novas técnicas de manejo da cultura, a correção do solo, o melhoramento genético e desenvolvimento de novas cultivares. Apesar disso, os principais fatores de influência na produção do café arábica são os fatores climáticos (PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008; PETEK; SERA; FONSECA, 2009).

Dessa forma, o entendimento das relações entre as condições climáticas e a produtividade, e, conseqüentemente, na formação de custos da cafeicultura podem gerar informações relevantes no planejamento da atividade.

2.3 Comportamento da produtividade do cafeeiro em relação aos fatores climáticos

O desempenho produtivo das plantas depende da sua integração com o meio e dos estímulos impostos pelo ambiente ao longo de sua vida, de forma que as condições ambientais apropriadas para o cultivo são aquelas semelhantes ao de seu habitat natural (PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008)

As exigências climáticas do *coffea arábica* L. fora do seu local de origem, portanto, assemelham-se às condições percebidas nos altiplanos da Etiópia, onde a planta cresce naturalmente, sob temperaturas médias anuais que se situam na faixa de 17°C a 22°C, com precipitação média anual entre 1.500mm a 2.000mm e em altitudes que variam entre 1.500m e 1.900m (SARRAIPA, 2003). “O início do período de chuvas em março durante o equinócio de primavera no hemisfério norte e com fotoperíodo acima de 12 horas diárias, estimula o florescimento” (PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008, p. 27).

Assim, o cultivo comercial do café arábica, no Brasil, encontra condições de temperaturas médias anuais favoráveis entre 18°C e 23°C ou ideais entre 19°C e 21°C, níveis médios anuais de precipitação adequados entre 1.200mm e 1.800mm e altitudes entre 400m e 1.200m (THOMAZIELLO et. al., 2000). Os autores explicam que o cultivo em altitudes

inferiores a este limite é prejudicado por temperaturas elevadas e longos períodos de seca e em altitudes superiores é comum a ocorrência de ventos frios que prejudicam o desenvolvimento do cafeeiro.

A velocidade, a direção e a frequência dos ventos devem ser observadas nas áreas de cultivo a fim de adotar medidas de proteção ao cafezal. Ventos frios, moderados ou fortes, causam a morte dos tecidos e derrubam as flores e os frutos, ventos quentes e secos provocam o dessecamento da planta (THOMAZIELLO et. al., 2000; SANTOS, 2005; PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008).

A temperatura do ar, as condições hídricas (umidade do ar, quantidade e distribuição pluviométrica), os ventos e a variação fotoperiódica são fatores ambientais que afetam o florescimento, desenvolvimento dos frutos e, conseqüentemente, o alcance de níveis aceitáveis de produtividade do cafeeiro (FARIA, 2002; CAMARGO et. al., 2001; FAZUOLI; THOMAZIELLO; CAMARGO, 2007; PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008; BRASIL, 2009a; PETEK; SERA; FONSECA, 2009; SILVA et. al., 2009). Nesse sentido, a produção econômica do café está condicionada a localidades onde os fatores ecológicos são mais favoráveis (CANECHIO FILHO, 1987).

A fisiologia de cada cultura necessita de condições climáticas favoráveis durante o seu ciclo vegetativo, portanto o atendimento ou não de tais exigências, faz de uma região, em princípio, apta ou inapta para esta cultura (FARIA, 2002).

Diante da importância das condições térmicas e hídricas, na classificação das regiões brasileiras quanto à aptidão climática para o cultivo do café arábica, as variáveis consideradas foram as temperaturas médias anuais e a média anual de deficiência hídrica.

A temperatura do ar é um fator importante para definir a aptidão climática da cafeicultura comercial (DAMATTA; RAMALHO, 2006; CAMARGO, 2010). Temperaturas que extrapolem os limites aceitáveis pelos cafezais, ou seja, médias anuais inferiores a 18°C, ocorrência de geadas, mesmo que esporádicas, ventos frios e médias anuais superiores a 23°C prejudicam o desenvolvimento do cafeeiro e limitam a exploração econômica, pois ocasiona baixos níveis de produtividade (PINTO et. al., 2001; SEDIYAMA et. al., 2001; SARRAIPA, 2003; PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008; BRASIL, 2009a). Portanto, tais áreas apresentam inaptidão térmica. Os limites térmicos toleráveis pelo cafeeiro são temperaturas máximas absolutas inferiores a 34°C, pois acima desse valor o florescimento é prejudicado, e temperaturas mínimas absolutas acima de 2°C, pois temperaturas inferiores ocasionam a morte dos tecidos da planta (SEDIYAMA et. al., 2001; FAZUOLI; THOMAZIELLO; CAMARGO, 2007).

Na avaliação da aptidão de uma região, quanto à disponibilidade hídrica, para o cultivo do cafeeiro não basta considerar a quantidade absoluta e média da precipitação anual, é necessário verificar a distribuição das chuvas durante o ano, bem como a época e intensidade dos déficits e excessos hídricos (THOMAZIELLO et. al., 2000; CANECCHIO FILHO, 1987; PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008).

A combinação entre a temperatura e a precipitação influenciam na determinação das áreas aptas ao cultivo, pois, se por um lado, o estresse hídrico reduz a necessidade térmica da planta. Por outro, o excesso de água exige a elevação da temperatura para se completar os estádios fenológicos, que são determinantes na produtividade do cafeeiro (PETEK; SERA; FONSECA; 2009).

A relevância das variáveis térmicas e hídricas para o sucesso da cafeicultura motivou a elaboração de diversos zoneamentos agroclimáticos das regiões (SILVA et. al., 2000a; SILVA et. al., 2000b; PINTO et. al., 2001; SEDYIAMA et. al., 2001; ASSAD et. al., 2004; BARDIN-CAMPAROTTO; CAMARGO; MORAES, 2012). Os zoneamentos climáticos ou agroclimáticos são instrumentos que identificam e classificam as regiões em aptas ou inaptas para o cultivo do café arábica. A identificação de áreas agrícolas com menores probabilidades de ocorrência de extremos climáticos orienta o estabelecimento de um cultivo racional e o planejamento das atividades agrícolas (PINTO et. al., 2001; SEDIYAMA et. al., 2001).

A exploração econômica da cafeicultura no sudoeste baiano e no Estado de Goiás demonstrou-se viável, por meio de zoneamento climático, somente se for conduzida com irrigação, devido à elevada deficiência hídrica (SILVA et. al., 2000a; SILVA et. al., 2000b). As temperaturas médias anuais e temperatura média do mês de novembro, conforme comentam os autores, foram as variáveis que definiram a aptidão da região.

Minas Gerais tem 48,7% de sua área apta sem restrições ao cultivo do café que localizam-se no sul, centro e leste do estado, 15,1% da área total foi considerada inapta no zoneamento e referem-se as regiões nordeste e parte do norte do estado, e as demais que somam 36,2% são aptas com restrição hídrica, ou seja, é necessária a irrigação (SEDIYAMA et. al., 2001). As temperaturas médias anuais na faixa de 18°C a 23,5°C associadas à altitude determinou a aptidão de Minas Gerais para a cafeicultura. Em altitudes mais elevadas a temperatura tende a ser mais baixa, como é caso do sul do estado e as regiões mais quentes se situam entre o norte e nordeste, devido às baixas altitudes e baixos índices pluviométricos.

Pinto et. al. (2001) propuseram um zoneamento de riscos climáticos para a cafeicultura do Estado de São Paulo. Eles buscaram identificar possibilidades de ocorrência de adversidades climáticas nas fases críticas do desenvolvimento do cafeeiro, tais como

estiagens severas e temperatura fora dos limites aceitáveis pela planta. O resultado foi a indicação de municípios com riscos ao redor de 20% de perda de safra, devido à incidência de extremos meteorológicos nas fases fenológicas críticas.

Com o intuito de avaliar a potencialidade futura da cafeicultura brasileira, Assad et. al. (2004) simularam novas configurações para o zoneamento agroclimático favoráveis ao cultivo do cafeeiro arábica, nas principais regiões produtoras. Para a simulação os pesquisadores consideraram o impacto de aumentos da temperatura média do ar e da precipitação pluvial, a partir de previsões do relatório do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), de 1°C, 3°C e 5,8°C e de 15%, respectivamente. Os resultados apontaram que a confirmação das previsões utilizadas nas simulações resultaria na redução de até 95% da área apta nos Estados de Goiás, Minas Gerais e São Paulo e de até 75% no Paraná.

Além do conhecimento das condições ambientais favoráveis ao bom desenvolvimento do cafeeiro a compreensão da sua fenologia é outro fator importante, pois cada período de seu ciclo possui uma exigência específica.

2.3.1 Fenologia do cafeeiro

A fenologia das plantas refere-se aos seus hábitos de crescimento e desenvolvimento durante sua vida e depende das condições do ambiente (ROSA, 2007; PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008).

O cafeeiro arábica é uma planta especial, pois necessita de dois anos para completar o seu ciclo fenológico, diferentemente das outras plantas frutíferas perenes, que florescem na primavera e frutificam no mesmo ano (CAMARGO; CAMARGO, 2001; ROSA, 2007; CORRÊA 2011). Devido ao ciclo fenológico relativamente longo, o cafeeiro fica mais exposto às adversidades do clima, portanto é importante o entendimento da relação de cada fase fenológica com os fatores climáticos (PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008; PETEK; SERA; FONSECA, 2009). Quanto aos riscos climáticos associados ao cultivo do cafeeiro, devido a perenidade da cultura, a planta está exposta a “geadas, ventos frios persistentes, veranicos¹ frequentes, deficiências hídricas prolongadas, má distribuição do regime pluvial ao longo do ano, entre outros” (BRASIL, 2009a, p.22).

¹ Fenômeno meteorológico que consiste em um período de estiagem na época das chuvas, de no mínimo quatro dias, acompanhado por intenso calor, forte insolação e baixa umidade relativa do ar.

Diante disso, Camargo e Camargo (2001) apresentaram um esquema no qual é proposta a divisão do ciclo fenológico do cafeeiro arábica em seis fases, considerando as condições tropicais do Brasil (Figura 2).

Figura 2 – Fases e estádios fenológicos do cafeeiro arábica

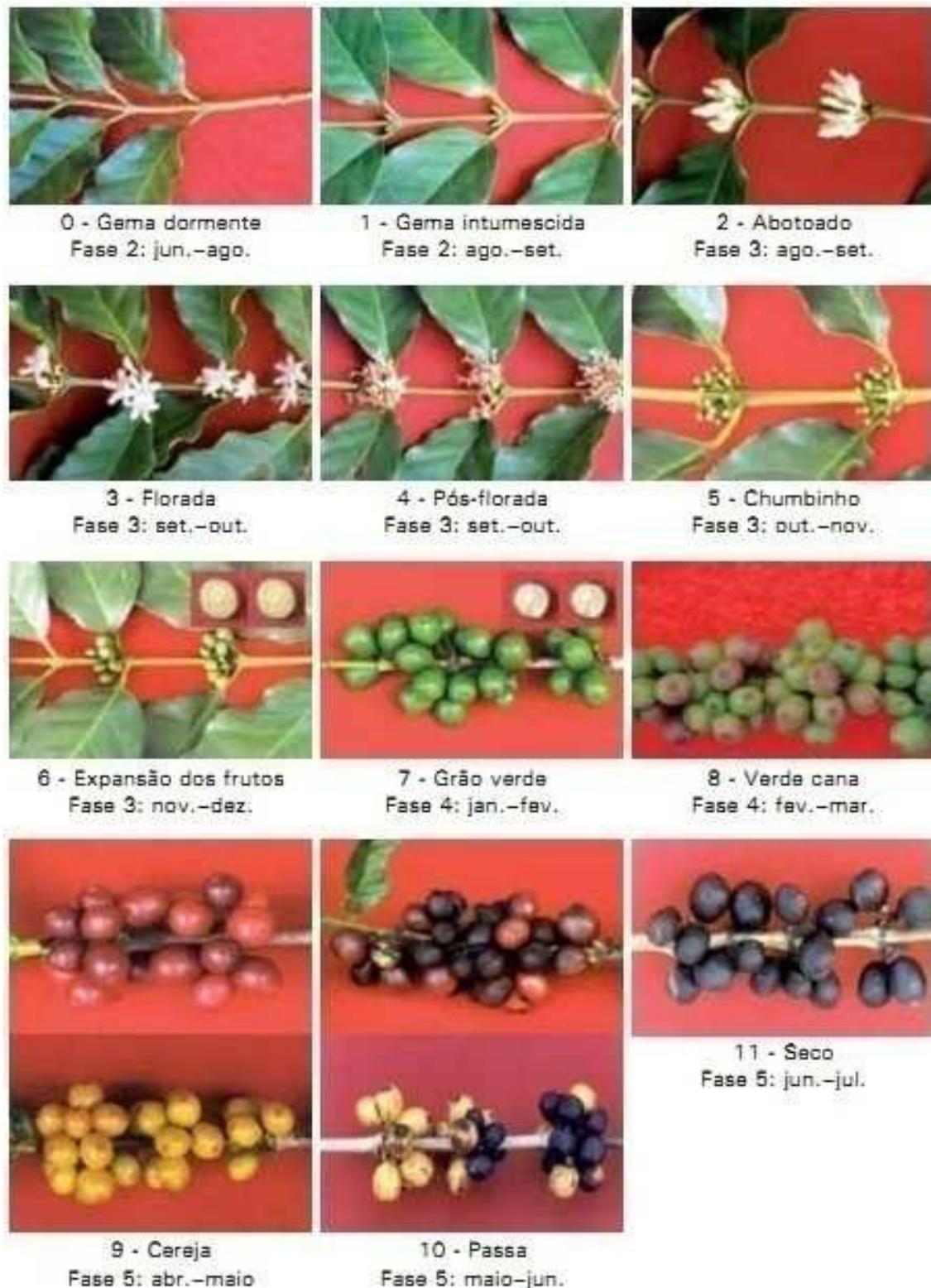
1º Ano fenológico – Período Vegetativo													
set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago		
1ª Fase Vegetação e formação das gemas foliares							2ª Fase Indução e maturação das gemas florais					Repouso	
												(0)	(0)
2º Ano fenológico – Período Reprodutivo													
set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago		
3ª Fase Florada, chumbinho e expansão dos frutos				4ª Fase Granação dos frutos			5ª Fase Maturação dos frutos			6ª Fase Repouso e senescência de ramos 3 ^{os} e 4 ^{os}			
										Auto-poda			
(1) (2) (3) (4)	(3) (4) (5)	(5) (6)	(6)	(7)	(7) (8)	(8)	(9)	(9) (10)	(10) (11)	(11)			

Fontes: Camargo e Camargo (2001) e Pezzopane et. al. (2003), adaptado.

A esquematização proposta no modelo permite associação das exigências climáticas do cafeeiro com cada momento de seu ciclo, que foi representado em dois anos fenológicos divididos em seis fases distintas (Figura 2). O primeiro ano fenológico é composto por duas fases chamadas de fases vegetativas: vegetação e formação das gemas foliares e indução e formação das gemas florais. O segundo ano contempla quatro fases reprodutivas: florada, chumbinho e expansão dos frutos; granação dos frutos; maturação dos frutos e, finalmente, repouso e senescência dos ramos terciários e quaternários (PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008).

Pezzopane et. al. (2003) propuseram, adicionalmente, uma escala para avaliação dos estádios fenológicos do cafeeiro arábica (Figura 3). A escala resultou em doze estádios (Figura 3) que correspondem, principalmente, às fases do segundo ano fenológico ou período reprodutivo, propostas por Camargo e Camargo 2001 (Figura 2).

Figura 3 – Estádios fenológicos do cafeeiro arábica registrados por Pezzopane et. al. (2003)



Fontes: Pezzopane et. al. (2003) e Brasil (2009a).

Assim, a numeração que aparece na Figura 2 corresponde a escala que representa os doze estádios fenológicos do cafeeiro arábica (Figura 3), propostos por Pezzopane et. al.

(2003), que foram associados, principalmente, às fases reprodutivas do segundo ano fenológico delineadas por Camargo e Camargo (2001). A escala é visual, na qual é atribuída uma nota para avaliar os estádios do cafeeiro arábica começando pela nota zero (Figura 2), conforme descrição: (0) gema dormente; (1) gema entumescida; (2) abotoado; (3) florada; (4) pós-florada; (5) chumbinho; (6) expansão dos frutos; (7) grão verde; (8) verde cana; (9) cereja; (10) passa e; (11) seco (PEZZOPANE et. al. 2003; PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008).

A utilidade da esquematização do ciclo vegetativo e reprodutivo do cafeeiro em fases fenológicas e a definição de uma escala para avaliar os estádios fenológicos, segundo Camargo e Camargo (2001) e Pezzopane et. al. (2003), é facilitar a identificação das exigências climáticas em cada fase e, principalmente, orientar pesquisas e observações associadas ao assunto.

A divisão do ciclo fenológico do cafeeiro em fases e estádios permite a compreensão da influência que os fatores climáticos exercem sobre a produtividade do cafeeiro, pois é possível avaliar as necessidades de cada fase fenológica e as consequências de condições adversas.

2.3.2 Características e exigências climáticas do cafeeiro nas suas fases fenológicas

A **primeira fase** fenológica, vegetação e formação das gemas foliares, ocorre durante os meses de dias longos nas regiões tropicais, ou seja, de setembro a março (Figura 2), quando o fotoperíodo corresponde de 13 a 14 horas de luz efetiva ou acima de 12 horas de brilho solar (CAMARGO et. al., 2001; PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008). A maior incidência solar dos dias mais longos dos quatro primeiros meses desta fase provoca a formação dos ramos vegetativos e, a partir de janeiro, quando os dias começam a encurtar, estes são induzidos pela redução do fotoperíodo a formar as gemas reprodutivas (GOUVEIA, 1984; CAMARGO; CAMARGO, 2001).

O fotoperíodo continua a atuar na **segunda fase**, com a chegada dos dias curtos nos meses de abril a agosto (Figura 2), pois ele é o responsável pela indução das gemas formadas na primeira fase a tornarem-se reprodutivas (GOUVEIA, 1984), por isso o cafeeiro arábica é considerado uma planta de dias curtos (FAZUOLI; THOMAZIELLO; CAMARGO, 2007). O fotoperíodo crítico está entre 13 e 14 horas, assim, fisiologicamente, o florescimento ocorrerá

quando a planta for submetida a fotoperíodos inferiores ao valor crítico. A partir de abril quando o fotoperíodo é menor que 12 horas diárias, a indução das gemas florais é intensificada, pois elas amadurecem e entram em dormência no inverno, encerrando o período vegetativo da fenologia do cafeeiro (PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008).

A florada marca o início da **terceira fase** e do segundo ano fenológico ou período reprodutivo (Figura 2). As condições térmicas e hídricas neste estágio são determinantes para a produtividade do cafeeiro e qualidade do grão (PICINI et. al., 1999; CAMARGO; CAMARGO, 2001; ASSAD et. al., 2004; BARDIN-CAMPAROTTO; CAMARGO; MORAES, 2012).

O aumento do potencial hídrico provocado por chuvas, irrigação ou até mesmo a umidade do ar, a partir de agosto, provoca a quebra da dormência das gemas florais maduras e as prepara para a florada (CAMARGO; CAMARGO 2001; PEZZOPANE et. al. 2003).

A abundância e frequência de chuvas, nesta fase, provocam uma floração indefinida, portanto, no estágio anterior das gemas dormentes, nos meses de junho a agosto (Figura 3), a ocorrência de déficits hídricos favorece a uniformidade da florada (PICINI et. al., 1999; CAMARGO; CAMARGO 2001; PEZZOPANE et. al. 2003). O florescimento principal e bem definido promove a sincronia no amadurecimento dos frutos, e isto facilita o processo de colheita e provoca ganhos de produtividade (CAMARGO; CAMARGO 2001; DAMATTA; RAMALHO, 2006; DAMATTA et. al. 2007; GASPARI-PEZZOPANE et. al., 2009; CAMARGO, 2010).

A ocorrência de temperaturas elevadas (máximas acima de 34°C e médias anuais acima de 23°C) na terceira fase causa o abortamento das flores, ou seja, os botões não florescem e não frutificam, fenômeno conhecido por estrelinhas, provocando perda de produtividade e de qualidade do produto (CAMARGO; CAMARGO, 2001; SARRAIPA, 2003; ASSAD et. al., 2004; THOMAZIELO; CAMARGO, 2007). Faz-se importante destacar que a disponibilidade hídrica interfere nos níveis térmicos aceitáveis, ou seja, o aumento do potencial hídrico pode elevar a temperatura suportada pelo cafeeiro e vice-versa (PETEK; SERA; FONSECA, 2009; CAMARGO, 2010).

Além da florada (abotoado, florada propriamente dita e pós-florada), ocorre na terceira fase os estádios de formação dos chumbinhos e da expansão dos frutos (Figura 3). Estes estádios dependem da disponibilidade hídrica, pois estiagens fortes prejudicam o crescimento dos frutos, resultando em grãos menores que dão uma peneira baixa (CAMARGO; CAMARGO, 2001; PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008).

Na **quarta fase** ocorre a granação dos frutos, nos meses de janeiro a março (Figura 2), que necessita da precipitação pluviométrica para ser bem sucedida, pois a estiagem provoca a má formação do endosperma, processo conhecido como chocamento dos frutos (WEILL et. al., 1999; CAMARGO; CAMARGO, 2001; PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008). Os estádios fenológicos da escala de Pezzopane et. al. (2003) correspondentes a esta fase são o grão verde e verde cana (Figura 3).

A maturação dos frutos que ocorre na **quinta fase**, nos meses de abril a junho (Figura 2), é favorecida por deficiências hídricas moderadas, que beneficiam a qualidade do produto.

Condições de temperatura ideais nesta fase também determinam a qualidade do grão, pois temperaturas superiores aos limites suportados pelo cafeeiro antecipam a maturação, que pode ocorrer durante a estação chuvosa, dificultando a colheita e o processo de secagem do fruto (FAZUOLI; THOMAZIELLO; CAMARGO, 2007; PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008). No outro extremo, conforme explicam os mesmos autores, temperaturas inferiores às toleráveis faz com que o cafeeiro não complete o seu ciclo fenológico, de forma que a colheita ocorra no período da nova florada. Assim a colheita danifica as flores e prejudica a próxima safra.

A colheita do café no estágio cereja (Figura 3), conforme escala de Pezzopane et. al. (2003), favorece a obtenção de bebida de qualidade superior, pois no estágio anterior os grãos são considerados verdes e no estágio posterior eles entram em senescência (SALVADOR; SILVA; PÁDUA, 2000).

Por fim, na **sexta fase**, os ramos produtivos não primários secam e morrem, processo definido como a auto-poda dos cafeeiros (CAMARGO; CAMARGO, 2001).

De maneira geral, as condições térmicas devem respeitar os limites toleráveis pelo cafeeiro durante todo o ciclo fenológico, quanto à disponibilidade hídrica algumas fases e estádios são beneficiados por períodos chuvosos e outros por estiagens (Quadro 4).

Temperaturas elevadas provocam o abortamento das flores e redução do tempo de maturação dos frutos. Assim a colheita ocorre na época das chuvas. Baixas temperaturas retardam a maturação, portanto, a colheita coincide com a florada da próxima safra (Quadro 4). Portanto, temperaturas fora dos limites toleráveis, durante todo o ciclo, prejudicam a produtividade do cafeeiro.

As condições hídricas afetam a produtividade de acordo com a exigência de cada fase fenológica, sendo que nos meses de setembro a março a ocorrência de chuvas favorece a primeira, terceira e a quarta fase do ciclo fenológico. A primeira fase (setembro a março) do

primeiro ano do ciclo ocorre simultaneamente à terceira (setembro a dezembro) e a quarta fase (janeiro a março) do segundo ano (Quadro 4). Deficiência hídrica neste período afeta a formação das gemas (primeira fase), ocasiona frutos peneira baixa (terceira fase) e o chocamento dos grãos (quarta fase) (PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008).

Quadro 4 – Consequências de adversidades climáticas em cada fase fenológica

Período	Fase Fenológica		Condição climática favorável	Consequências de adversidades
	Ano Fenológico 1	Ano Fenológico 2		
set – dez	1ª Fase Vegetação e formação das gemas foliares	3ª Fase Florada, chumbinho e expansão dos frutos	Chuvas $T_{\text{média}} < 23^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{máxima}} < 34^{\circ}\text{C}$	<ul style="list-style-type: none"> • Afeta as gemas e produção do ano seguinte; • Peneira baixa; • Chocamento dos grãos; • Abortamento floral.
jan – mar		4ª Fase Granação dos frutos		
abr – jun	2ª Fase Indução das gemas florais e quebra da dormência das gemas	5ª Fase Maturação dos frutos	Estiagem $18^{\circ}\text{C} < T_{\text{média}} < 23^{\circ}\text{C}$	<ul style="list-style-type: none"> • Florada indefinida; • Maturação precoce ou tardia.
jul – ago		6ª Fase Repouso e senescência dos ramos não primários		

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão teórica.

A segunda fase do primeiro ano fenológico (abril a agosto), a quinta fase (abril a junho) e a sexta fase (julho a agosto) também são simultâneas (Quadro 6). Estas fases são beneficiadas por deficiências hídricas moderadas, pois na segunda fase um período seco induz ao florescimento uniforme e na quinta favorece a qualidade da bebida (PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008).

Nesse sentido, Brasil (2009a), diz que a deficiência hídrica provoca a queda na produtividade de acordo com a sua duração, intensidade e fase fenológica em que ela ocorre. Estes autores ressaltam que

(...) a cafeicultura comercial do Brasil apresenta o florescimento na primavera, a frutificação no verão, a maturação no outono e a colheita no inverno. Nas principais áreas cafeeiras do Centro-Sul do País, em latitudes superiores a 20°S , o clima, chuvoso na primavera/verão, seguido de uma estação relativamente seca no outono/inverno, favorece significativamente a frutificação e a produção do cafeeiro. As fases críticas, como a formação dos “chumbinhos” e a granação dos frutos, são beneficiadas pelas chuvas da primavera e do verão; e a maturação e a colheita são favorecidas pelo outono e pelo inverno, estações relativamente secas. (BRASIL, 2009a, p.21)

Os fatores ambientais considerados nos zoneamentos agroclimáticos e as exigências específicas em cada fase fenológica evidenciam a importância da temperatura e da precipitação para o crescimento e produção do cafeeiro. As condições térmicas e hídricas são apontadas como os principais fatores que influenciam na produção e rendimento dos grãos no Brasil (DAMATTA; RAMALHO, 2006; DAMATTA et. al., 2007; CAMARGO, 2010). Nesse sentido, a investigação da influência de mais de 2.000 atributos de clima, solo e manejo no desempenho produtivo do café arábica, por Weill et. al. (1999), evidenciou que as condições de temperatura e precipitação se sobressaem aos demais fatores que interferem na produção.

2.3.3 Evidências empíricas sobre o comportamento da produtividade do cafeeiro em relação aos fatores climáticos

A relevância dos fatores climáticos em relação à produtividade do cafeeiro motivou o desenvolvimento de estudos empíricos. Estes estudos são relacionados às exigências climáticas em cada uma das fases ou estádios fenológicos (PEZZOPANE et. al., 2003; GASPARI-PEZZOPANE et. al., 2009; PETEK; SERA; FONSECA, 2009) e à definição de modelos que possam quantificar a influência das variáveis climáticas na produtividade do cafeeiro (WEILL et. al., 1999; ARRUDA et. al., 2000; IAFFE et. al., 2000; CAMARGO et. al., 2001; SANTOS; CAMARGO, 2006).

O desempenho produtivo do cafeeiro é influenciado pelas condições climáticas nas suas diversas fases e estádios fenológicos. A ocorrência de chuvas em Campinas - SP, no final de agosto de 2001, promoveu a quebra de dormência das gemas, resultando em florescimento no início de setembro; em Mococa – SP as chuvas de agosto, deste mesmo ano, não foram suficientes para induzir o florescimento no início de setembro, o que foi possível somente a partir de meados de setembro quando a precipitação atingiu níveis adequados (PEZZOPANE et. al., 2003). A deficiência hídrica nas duas regiões no período do inverno de 2001, conforme observação destes autores induziu a uniformidade da florada. A precipitação acentuada, seguida de restrição hídrica no estádio das gemas dormentes, no ano agrícola de 2004/05, em Campinas –SP proporcionou uma florada principal significativa e bem definida (GASPARI-PEZZOPANE et. al., 2009). Ao contrário, no ano agrícola de 2005/06, estes autores observaram que a escassez e irregularidade das chuvas, bem como, a intensidade menor de

deficiência hídrica na dormência das gemas, resultaram em várias floradas, sendo duas significativas.

O período de desenvolvimento dos frutos e de maturação diferenciado entre as regiões de Mococa – SP e de Campinas - SP, no ano de 2002, foi ocasionado pela elevação da temperatura e pela deficiência hídrica a partir de fevereiro em Mococa (PEZZOPANE et. al., 2003). A maturação dos frutos foi acelerada pela elevação da temperatura na safra de 2004/05, em Campinas - SP, e na safra de 2005/06 observou-se uma porcentagem alta de frutos imaturos na época da colheita devido à ocorrência de várias floradas neste período (GASPARI-PEZZOPANE et. al., 2009).

A caracterização das exigências climáticas em cada estágio fenológico do cafeeiro arábica, em Londrina-PR, no período de 2004 a 2006, revelou que a temperatura exerce influência em todos os estádios fenológicos, exceto no verde cana (PETEK; SERA; FONSECA, 2009). De acordo com os autores, a exigência térmica na fase da florada até o estágio cereja, sofre forte influência da disponibilidade hídrica. A ocorrência de deficiências hídricas acelera a maturação dos frutos, portanto são reduzidas as necessidades térmicas para a maturação dos frutos em café arábica.

A modelagem matemática agrometeorológica é uma ferramenta que busca quantificar as relações entre a produtividade do cafeeiro e os fatores que interferem na produção, dentre eles os fatores climáticos (WEILL et. al., 1999; IAFFE et al, 2000; SANTOS; CAMARGO, 2006).

A inclusão de temperaturas adversas em proposta de modificação de um modelo agrometeorológico, por Santos e Camargo (2006), demonstrou melhor potencial para estimar a produtividade do café. Nas regiões em que houve a ocorrência de temperaturas que extrapolam os limites toleráveis pelo cafeeiro, ou seja, mínimas absolutas anuais inferiores a 2°C e máximas absolutas superiores a 34°C (ou média anual acima de 23°C), registrou-se a penalização da produtividade de 34% a 100%. Temperaturas elevadas no período do florescimento provocaram perda de produtividade de até 6%. A produtividade foi afetada, também, pela seca que, em alguns dos períodos analisados, iniciou-se em março e estendeu-se até novembro, afetando o pegamento do botão floral e a formação de novos ramos. Em alguns períodos em que não houve restrição hídrica, as lavouras tiveram suas produtividades prejudicadas pela época de ocorrência da estiagem que foi logo após a plena florada, o que prejudicou o desenvolvimento do chumbinho.

A investigação da influência de fatores climáticos na produção de cafeeiros em Ribeirão Preto – SP, no período de 1957 a 1967, evidenciou correlações positivas da

produtividade com as variáveis de precipitação acumulada e frequência de chuvas nos trimestres em que ocorreu a florada, o chumbinho e a expansão dos frutos. Foram observadas também, correlações negativas com a temperatura máxima no estágio do abotoamento e com a temperatura mínima no período de expansão dos frutos (IAFFE et. al., 2000).

Arruda et. al. (2000) observaram, em Pindorama – SP, que a frequência de chuvas destacou-se como fator de maior número de correlações com a produção. Estas correlações foram positivas nas fases da granação e da máxima vegetação. Nas fases do florescimento e do chumbinho as correlações foram negativas. A penalização da produtividade em função do aumento da frequência de chuvas na fase da florada e do chumbinho contraria os resultados encontrados por Iaffe et. al. (2000). As correlações significativas da produção com a temperatura foram negativas. Em relação a temperatura máxima, elas ocorreram nas fases do florescimento e da frutificação. A correlação negativa da temperatura mínima com a produção ocorreu na fase da maturação dos frutos (ARRUDA et. al., 2000).

A avaliação da influência de mais de 2.000 atributos de clima, solo e manejo na produção de café arábica, em dez lavouras comerciais do oeste paulista no período de seis anos, foi realizada por Weill et. al. (1999) através de correlações simples (r). Os atributos que apresentaram significância a 5% de probabilidade pelo teste t de Student foram combinados em sucessivas análises de regressão múltipla (método *backward*). Foram selecionadas três equações com 14, cinco e seis variáveis preditoras, com coeficiente de explicação (R^2) da produção observada da ordem de 77%, 73% e 75%, respectivamente. A precipitação acumulada no terceiro (jul – ago - set) e no sexto trimestre (abr – mai – jun) apareceu somente no modelo com 14 variáveis. Enquanto a média das temperaturas mínimas absolutas nos meses dos trimestres da indução da gema floral (maio e junho) e no início da dormência das gemas (julho) esteve presente nos três modelos. Esta análise do efeito integrado dos diversos atributos analisados por regressão múltipla evidenciou que os fatores climáticos, individualmente, explicaram a maior parte da variação total observada na produção, sendo que sua influência mais marcante foi nas fases do abotoamento e florescimento.

Neste estudo, os resultados das análises de correlação entre a produção e os fatores climáticos evidenciaram a importância da precipitação pluviométrica e da temperatura nas fases de abotoamento, florescimento, máxima vegetação, granação e amadurecimento dos frutos. As correlações da produção com a quantidade e frequência da precipitação foram negativas na fase da maturação e da colheita para nove das dez lavouras avaliadas. Esta fase coincide com o início do abotoamento no ano seguinte. Este resultado relaciona-se com a necessidade de estresse hídrico, após a iniciação da gema floral, como estímulo para a

liberação da dormência. Diversamente, na fase do florescimento, a correlação positiva com a quantidade e frequência da precipitação foi explicada pelo fato das primeiras chuvas, após a estação seca, representar um estímulo importante ao florescimento. De modo geral, as produções mostraram correlação positiva com a temperatura na fase da máxima vegetação, granação, e maturação e correlação negativa no abotoamento e florada (WEILL et. al., 1999).

A síntese dos principais resultados mostra que as correlações da produção com a precipitação acumulada foram positivas. Estas correlações ocorreram nas fases da máxima vegetação, abotoado, florada, chumbinho expansão dos frutos e granação (Quadro 5). Este resultado evidencia a importância da quantidade de chuvas nestas fases.

As correlações da produção com precipitação acumulada e com a frequência de chuvas na fase da maturação foram, na maioria dos casos, negativas (Quadro 5). Tal fato é justificado pela necessidade da estiagem nesta fase para o sucesso da produtividade.

Para a maioria das regiões sintetizadas no Quadro 5, as correlações com as variáveis de temperatura foram positivas nas fases da máxima vegetação, granação e maturação. Na fase do florescimento predominou correlações negativas.

Quadro 5 – Síntese dos resultados empíricos das correlações da produtividade com os fatores climáticos por fases fenológicas do café arábica

Variável Climática	Fase ou Estádio Fenológico	Meses	Weill et. al. (1999)										Arruda et. al. (2000)	Iaffe et. al. (2000)		
			L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10				
Precipitação Acumulada (mm)	Máxima Vegetação	jan-fev-mar	+												+	
	Ind. Gema Floral	abr-mai-jun														
	Gema dormente Gema Entumecida	mai-jun- jul-ago-set	+	+		+										
	Abotoado	ago-set-out	+	+		+										+
	Florada	ago-set-out	+	+		+										
	Chumbinho Expansão Frutos	nov-dez	+													
	Granação	jan-fev-mar	+												+	
Maturação	abr-mai-jun				-		-	-	-				+		+	
Frequência da Precipitação (n° dias)	Máxima Vegetação	jan-fev-mar				-		-							+	
	Ind. Gema Floral	abr-mai-jun														
	Gema dormente Gema Entumecida	mai-jun- jul-ago-set	+												+	
	Abotoado	ago-set-out	+	+											-	
	Florada	ago-set-out	+	+											-	
	Chumbinho Expansão Frutos	nov-dez		+											-	
	Granação	jan-fev-mar	-			-		-	-	-					+	
Maturação	abr-mai-jun	-			-			-	-						+	

(Continua)

(Conclusão)

Variável Climática	Fase ou Estádio Fenológico	Meses	Weill et. al. (1999)										Arruda et. al. (2000)	Iaffe et. al. (2000)
			L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12
Temperatura Máxima (°C)	Máxima Vegetação	jan-fev-mar			+			+				+		
	Ind. Gema Floral	abr-mai-jun		+				-						
	Gema dormente	mai-jun-jul-ago-set						+						
	Gema Entumescida			-	-	-								-
	Abotoado	ago-set-out											-	
	Florada		-	-										
	Chumbinho	nov-dez										+	-	-
	Expansão Frutos													
Granação	jan-fev-mar			+			+				+	+		
Maturação	abr-mai-jun			+		+	+	+			+			
Temperatura Mínima (°C)	Máxima Vegetação	jan-fev-mar												
	Ind. Gema Floral	abr-mai-jun						+						
	Gema dormente	mai-jun-jul-ago-set												
	Gema Entumescida													
	Abotoado	ago-set-out												
	Florada													
	Chumbinho	nov-dez												
	Expansão Frutos													-
Granação	jan-fev-mar													
Maturação	abr-mai-jun		+	+			+	+			+	-		

+ : correlações simples (*r*) positivas
- : correlações simples (*r*) negativas

L1 a L10 – Lavouras cafeeiras comerciais estabelecidas na região da Alta Paulista, distribuídas em dez municípios do estado de São Paulo (Sagres, Pompéia, Garça, Iacri, Bastos, Herculândia, Marília, Vera Cruz, Gália 1 e Gália 2).
L11 – Estação experimental do Instituto Agronômico, em Pindorama, no estado de São Paulo.
L12 - Estação experimental do Instituto Agronômico, em Ribeirão Preto, no estado de São Paulo.

Fonte: Elaboração própria, a partir da revisão teórica.

O estudo das exigências climáticas em cada fase fenológica auxilia no processo decisório da cafeicultura. As informações geradas a partir destes estudos permitem identificar os principais fatores climáticos que interferem na atividade. Além disso, Weill et. al. (1999), Arruda et. al. (2000) e Iaffe et. al. (2000) defendem que estas informações subsidiam o planejamento de níveis de insumos e avaliações de práticas de manejo dentro das fazendas, o que propicia a economia de recursos.

2.4 Comportamento da absorção de fertilizantes pelo cafeeiro em relação aos fatores climáticos

Fertilizantes são substâncias minerais ou orgânicas, naturais ou sintéticas, que fornece um ou mais nutrientes vegetais. Podem ser aplicados ao solo ou diretamente sobre a planta e tem o objetivo de aumentar a produtividade. Além disso, melhoram a resistência do cafeeiro ao ataque de doenças e pragas e de condições ambientais adversas (COSTA et. al., 2009b; BRASIL, 2010).

O estado nutricional do solo, seja natural ou por meio de adubação, é um dos principais fatores que influenciam na produtividade do cafeeiro. Neste sentido Bartholdo, Guimarães e Mendes (2001) explicaram que as características climáticas e fenológicas do cultivo do café devem ser consideradas para melhor utilização dos nutrientes pelas plantas através de adubações.

No Brasil a exploração econômica do café requer a adubação e a correção das lavouras, devido ao predomínio de solos de baixa e média fertilidade (GUIMARÃES, 1986). Para este autor não existem níveis pré-determinados de nutrição do solo que sirvam como recomendação para a adubação, pois a quantidade de fertilizantes a serem aplicados depende de diversos fatores, como: o nível natural de fertilidade do solo e as condições climáticas específicas do local.

Alguns fatores determinam a época de adubação da lavoura, sendo que um dos principais são os períodos de maior exigência do cafeeiro que, para as plantas em produção (a partir do quarto ano), são: depois da colheita e início da vegetação, pegamento da florada e crescimento dos frutos (MALAVOLTA, 1986). Porém, este autor ressalta que, na prática, para simplificar, a dose total é geralmente dividida em três parcelas iguais. Ainda considerando cafeeiros em produção, este autor propôs um esquema geral de fertilização no qual são feitas recomendações sobre períodos e substâncias a serem aplicadas nos cafezais (Quadro 6).

Quadro 6 – Esquema geral para adubação do cafeeiro em produção

Tipo	Substância	Período	Aplicações
Adubação Foliar	Sulfato de Zinco ($ZnSO_4$).	jan-fev-mar set-out-nov	1 a 2 vezes 1 a 2 vezes
Adubação do Solo	Nitrogênio, Fósforo, Potássio (Coberturas NPK).	jan-fev-mar-abr out-nov-dez	2 a 3 vezes 1 a 2 vezes
Calagem	Cálcio (Ca).	jun-jul	--

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão teórica.

A deficiência do zinco (Zn) prejudica o crescimento do cafeeiro e ocorre nos solos sujeitos a lavagem e erosão, causados pelas chuvas. Os sintomas das deficiências deste

elemento é a má formação das folhas, podendo ocasionar a queda das mesmas (MALAVOLTA, 1986; COSTA et. al., 2009b).

O nitrogênio (N), o potássio (K) e o fósforo (P) são os nutrientes mais exigidos pelo cafeeiro, nesta ordem (SILVA et. al., 2003).

O nitrogênio (N) estimula a vegetação, formação e o desenvolvimento de gemas florais, além de beneficiar a formação dos grãos (MALAVOLTA, 1986; COSTA et. al., 2009b). A falta deste nutriente provoca queda na produtividade, devido o desfolhamento da planta e, em estágio mais avançado ocasiona a morte dos ramos frutíferos. Por outro lado, o excesso deste nutriente altera as relações com a disponibilidade dos demais (K e P) prejudicando a produção (GUIMARÃES, 1986).

Como a maior absorção deste nutriente ocorre no período de granação e maturação dos frutos (MORAES; CATANI, 1964 *apud* FENILLI et. al., 2007) é preciso que seja feita a reposição deste nutriente através de adubações parceladas nos períodos de maior necessidade para a vegetação e para a produção (FERNANDES et. al., 2009).

O potássio (K) também favorece a vegetação e o crescimento dos frutos. Aumenta a resistência a seca, a pragas e doenças. A deficiência deste mineral provoca o chocamento dos grãos (MALAVOLTA, 1986; COSTA et. al., 2009b).

A importância do fósforo (P) está relacionada com a maturação dos frutos, enquanto que o cálcio (Ca) estimula o desenvolvimento das raízes e aumenta o pegamento das flores (COSTA et. al., 2009b).

As condições térmicas e hídricas influenciam no efeito ou absorção dos fertilizantes pelo cafeeiro. No caso do zinco (Zn) a temperatura, a umidade e a luz influenciam na absorção foliar (MALAVOLTA 1986; THOMAZIELLO et. al., 2000). Experimentos demonstram que a absorção deste elemento na presença de luz e em temperaturas de 30°C é o dobro daquela verificada a 17°C (BLANCO 1970 *apud* MALAVOLTA,1986).

O nitrogênio (N) sofre perdas pela lixiviação do solo e a seca intensa aumenta a severidade da falta deste nutriente, pois diminui a capacidade de absorção pela planta. Períodos secos também dificultam a absorção de fósforo (P) e do potássio (K) devido à falta de umidade do solo. Quanto à fixação ao solo, tanto fósforo (P) quanto o potássio (K) são mais pesados do que o nitrogênio (N), portanto estão menos sujeitos a perdas por lixiviação. Apesar da possibilidade de perda do nitrogênio, a recomendação para a aplicação da cobertura NPK é que seja feita no período chuvoso, pois a umidade favorece a absorção dos nutrientes pela planta (MALAVOLTA, 1986; THOMAZIELLO et. al., 2000; FERNANDES et. al., 2009).

No caso do cálcio (Ca), embora haja recomendação de sua aplicação nos meses de junho e julho, Thomaziello et. al. (2000) comentam que em cafezal já formado é preferível que ele seja distribuído no solo no início da estação chuvosa para facilitar a absorção pela planta.

É importante ressaltar modificações nos padrões de adubação tradicional nos últimos anos, pois em substituição a adubação aplicada diretamente ao solo, surge o sistema de fertirrigação. Tal método consiste na utilização do sistema de irrigação para distribuir os nutrientes necessários aos cafezais. A fertirrigação é uma alternativa para tornar a absorção dos nutrientes menos dependentes das condições climáticas. Existe, também, proposta de adubação de inverno complementar as adubações tradicionais de verão (DIAS et. al., 2011). Porém, a lógica permanece a mesma, ou seja, o suprimento das necessidades nutricionais impostas por cada fase fenológica do cafeeiro.

2.5 Comportamento (proliferação e controle) de pragas e doenças do cafeeiro em relação aos fatores climáticos

O conhecimento das condições climáticas que favorecem o ataque de pragas e doenças nos cafezais é uma ferramenta útil no delineamento de estratégias de combate, o que pode propiciar a minimização dos insumos e do trabalho. O comportamento climático durante o ciclo fenológico do cafeeiro indica a possibilidade da ocorrência ou não de pragas ou doenças, do mesmo modo que influencia a produtividade. O domínio deste conhecimento é um passo significativo na produção integrada do café, a qual propõe a sustentabilidade ecológica, produtiva e econômica da atividade (PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008).

A temperatura do ar e as condições hídricas são fatores climáticos de destaque no condicionamento da propagação de pragas e doenças. A temperatura é determinante nas diferenças regionais quanto ao nível de infestação. As chuvas apresentam condições mais ou menos favoráveis dependendo das exigências da praga ou da doença. As pragas e doenças podem atacar qualquer parte da planta, mas independente da parte afetada, a consequência é sempre a perda de produtividade e de longevidade do cafezal (PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008; LOPES, 2009).

As principais pragas e doenças que afetam o cultivo comercial do café no Brasil são o bicho mineiro, a broca do café e a ferrugem das folhas (THOMAZIELLO et. al., 2000; PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008).

O bicho mineiro é um inseto que passa por uma fase de larva no seu ciclo de vida. Esta fase ocorre nas folhas do cafeeiro. Ataques intensos deste inseto na sua fase de larva provocam a queda das folhas, dessa forma a prioridade da planta passa a ser a recomposição foliar. A formação e enchimento dos grãos ficam em plano secundário (REIS; SOUZA, 1986; THOMAZIELLO et. al., 2000; PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008).

As regiões mais quentes e secas, com períodos de veranicos, favorecem o ataque do bicho mineiro. Há evidências de que temperaturas entre 22°C e 26°C são ideais para a oviposição. O período chuvoso dificulta o vôo dos insetos adultos o que diminui a oviposição, além disso, as chuvas intensas lavam e removem a maioria dos ovos das folhas. Dessa forma, temperaturas elevadas e deficiência hídrica favorecem a infestação do bicho mineiro. A precipitação e a umidade relativa do ar influenciam negativamente na população da praga (REIS; SOUZA, 1986; THOMAZIELLO et. al., 2000; PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008; DIEZ-RODRIGUEZ et. al., 2006; LOPES, 2009).

Lopes (2009) apontou em revisão que o bicho mineiro é a praga mais danosa aos cafezais brasileiros devido aos prejuízos físicos e econômicos que ela provoca. Ademais, este autor chama atenção para o fato de que o modelo de cultivo a pleno sol, predominante no Brasil, favorece a proliferação desta praga.

“O controle do bicho mineiro tem sido realizado, principalmente, por meio da utilização de inseticidas, seja em pulverização na parte aérea ou aplicação ao solo.” (DIEZ-RODRIGUEZ et. al., 2006, p. 258).

A broca do café também é um inseto que passa pela fase de larva, mas neste caso ela se alimenta dos grãos do café. Além de prejudicar a produtividade, a broca do café deteriora a qualidade do produto, pois danifica os grãos provocando a perda de peso e defeitos, o que resulta na redução do valor comercial do produto final. Dessa forma, a fase mais prejudicada pelo ataque da praga é a frutificação e a maturação (PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008; LOPES, 2009).

Locais com temperaturas mais amenas tem potencial menor de infestação. Na entressafra a umidade do ar influi positivamente na infestação deste inseto, ou seja, inverno úmido favorece a sua sobrevivência (LOPES, 2009).

O monitoramento da lavoura deve ocorrer a partir de novembro, sendo que o período mais adequado para iniciar o controle deste inseto é no fim de dezembro e meado de janeiro,

quando os frutos já estão bem granados e no ponto preferido pela broca. A intensidade e frequência da aplicação de defensivos serão determinadas pela queda das chuvas (CANECHIO FILHO, 1987; THOMAZIELLO et. al., 2000; PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008).

A ferrugem das folhas é um fungo considerado a pior doença do cafeeiro no mundo, pois provoca a desfolha intensa da planta, afetando drasticamente a produtividade e a longevidade do cafezal. A queda das folhas antes da florada dificulta o pegamento dos frutos no ano seguinte (PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008; LOPES, 2009).

A chuva e a temperatura são os principais fatores climáticos que influenciam no desenvolvimento da doença (LOPES, 2009). A infestação depende de uma combinação favorável de temperatura e da presença de água nas folhas, pois sem água não há germinação dos esporos. As temperaturas favoráveis ficam em torno de 21°C e 25°C, ou seja, as temperaturas mais elevadas favorecem o controle da doença (PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008).

O período de maior incidência da infecção, de acordo com estes autores, ocorre de dezembro a abril, portanto esta é a época ideal para o controle preventivo. Embora a doença dependa de locais e épocas úmidas para a sua instalação, há evidências de que as chuvas intensas podem diminuir o nível de infecção, pois lavam as folhas e removem os esporos para o solo. Este procedimento de lavagem ocorre entre dezembro e fevereiro, que nas condições tropicais do Brasil, é o período que concentra os maiores índices de chuvas.

No Quadro 7 foram sintetizadas as principais características das pragas e doenças que atacam os cafezais e, principalmente, as suas relações com os fatores climáticos.

Quadro 7 – Relação das principais pragas e doenças dos cafezais com os fatores climáticos

Praga ou Doença	Período de ataque	Condição climática favorável à proliferação		Consequência
		Precipitação	Temperatura	
Bicho mineiro	--	Estiagem	Elevadas	Desfolha
Broca do café	Novembro a Janeiro	Chuvas	Amenas	Danificação dos frutos
Ferrugem das folhas	Dezembro a abril	Chuvas	Entre 21°C e 25°C	Desfolha intensa

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão teórica.

O conhecimento da forma de atuação, períodos de ataque e condições climáticas favoráveis à infestação de pragas e doenças auxilia no controle preventivo nas lavouras. Além disso, este conhecimento pode evitar o uso desnecessário de defensivos e agrotóxicos, reduzindo assim, os gastos com estes itens.

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo caracterizou-se como quantitativo quanto à abordagem do problema de pesquisa, como descritivo quanto aos objetivos e como documental quanto ao método de procedimento, sendo que a fonte de dados foi secundária.

A amostra foi intencional, pois foi composta pelas cidades produtoras de café arábica que tem seu custo de produção disponibilizado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) (Quadro 8). Estas cidades são referências na produção do café arábica nas principais regiões produtoras do Brasil, ou seja, Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo, Paraná e Bahia.

Quadro 8 – Amostra das cidades produtoras do café arábica

Cidade	Período	Tamanho da amostra (n)
Franca – SP	2003 a 2012	n = 10
Londrina – PR	2007 a 2012	n = 06
Luís Eduardo Magalhães – BA	2003 a 2012	n = 10
São Sebastião do Paraíso - MG	2003 a 2012	n = 10
Patrocínio – MG	2003 a 2012	n = 10
Guaxupé – MG	2003 a 2012	n = 10
Manhuaçu – MG	2007 a 2012	n = 06
Venda Nova do Imigrante - ES	2008 a 2012	n = 05
Total	--	n = 67

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da pesquisa.

O custo de produção do café arábica divulgado pela CONAB é apurado mediante a aplicação de coeficientes técnicos regionais elaborados por meio do método painel. O emprego desta metodologia foi identificado em pesquisas anteriores que investigaram a composição e evolução dos custos de produção da cafeicultura, conforme procederam Costa, Garcia e Teixeira (2001), Vegro, Martin e Moricochi (2000), Vegro e Assumpção (2003), Oliveira e Vegro (2004), Bliska et. al. (2009) e Costa et. al. (2009a).

A CONAB apropria os custos de produção de acordo com o custeio pleno, pois todos os gastos são atribuídos aos produtos, ou seja, todos os custos e despesas, inclusive os encargos financeiros. Porém algumas críticas são feitas a terminologia contábil utilizada pela companhia, pois algumas despesas são consideradas como custos e vice-versa. As despesas de custeio da lavoura são exemplo de tal confusão, pois conceitualmente, são considerados como

custos, pois “referem-se à utilização de recursos na produção de bens e serviços” (ALMEIDA, 2010, p.51).

As variáveis do custo de produção do café arábica, utilizadas nesta pesquisa, foram extraídas da planilha de custos divulgada anualmente pela CONAB (2003; 2004; ... ; 2012), conforme modelo apresentado no Anexo I. As variáveis selecionadas foram os gastos com a mão de obra, com as operações com máquinas, com fertilizantes, com defensivos e agrotóxicos e com os outros itens de custo. A opção por estes cinco componentes do custo justifica-se por dois motivos. O primeiro deles refere-se ao fato de que, conjuntamente, eles responderam, em média, por 75% do custo total de produção do café arábica para todas as regiões e períodos analisados (Quadro 9). O segundo deve-se a recorrência de tais componentes nas pesquisas que estudaram o comportamento do custo de produção do café arábica.

Quadro 9 – Descrição da composição do custo de produção médio anual do café arábica, no período de 2003 a 2012.

Descrição	Composição	% Custo Total
Custo Total (A + B + C)	• Custo variável, Custo de oportunidade e Custo fixo	100%
A – Custo Variável (I + II + III)	• Despesas de custeio da lavoura, despesas pós-colheita e despesas financeiras.	83%
I - Despesas de custeio da lavoura	• Mão de obra, Operações com máquinas, fertilizantes, agrotóxicos e defensivos e outros itens.	75%
II - Despesas pós-colheita	• Seguro agrícola, assistência técnica, transporte externo, processamento (beneficiamento) e outros itens.	4%
III - Despesas financeiras	• Juros	4%
B – Custo Fixo	• Depreciação de benfeitorias e instalações, depreciação de implementos, depreciação de máquinas, depreciação do cultivo e outros custos fixos.	11%
C – Custo De Oportunidade	• Remuneração esperada do capital fixo, remuneração esperada do cultivo e remuneração esperada da terra	6%

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da pesquisa.

Os itens de custo de produção são apresentados em R\$ por hectare, portanto os valores foram atualizados conforme o Índice Geral de Preços do Mercado – IGP-M para a data base de divulgação do custo em 2012.

Os dados climáticos foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), conforme procedimento de Sedyama et. al. (2001) para realização de um zoneamento agroclimático do cafeeiro. Porém, duas das oito cidades analisadas não possuíam estação meteorológica para o período analisado, ou seja, a partir de janeiro de 2002. Tais cidades são Guaxupé e Venda Nova dos Imigrantes (Quadro 10). Em duas outras cidades,

Patrocínio e Manhuaçu, as estações meteorológicas foram instaladas em data posterior a 2002 (Quadro 10). Para preencher os dados referentes a estas quatro cidades foram utilizadas informações das estações meteorológicas mais próximas, conforme procedimento adotado por Weill et. al. (1999) e Iaffe et. al. (2000).

O INMET emprega dois tipos de tecnologia na implantação de suas estações meteorológicas, a tecnologia convencional e a automática. A primeira divulga três leituras diárias para cada parâmetro climático e a segunda divulga 24 leituras diárias (BRASIL, 2012d). O INMET informa que as medições são apuradas de acordo com as normas técnicas internacionais da Organização Meteorológica Mundial.

Em relação às localidades que possuem estação meteorológica convencional, as informações foram coletadas no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) disponível no sítio do INMET. Para as cidades que possuem estação meteorológica automática os dados foram solicitados diretamente ao INMET, pois as informações referentes a tais estações ainda não estavam disponíveis no sítio do instituto até a data de finalização do levantamento dos dados.

Quadro 10 – Estações meteorológicas por cidades

Cidade	Estação	Período
Franca – SP	Convencional – 86630	2002 a 2012
Londrina – PR	Convencional – 83766	2006 a 2012
Luís Eduardo Magalhães - BA	Automática - A404	2002 a 2012
São Sebastião do Paraíso - MG	Convencional – 83631	2002 a 2012
Patrocínio – MG	Convencional – 83579 (Araxá – MG) Automática - A523	2002 a 08/2006 09/2006 a 2012
Guaxupé – MG	Convencional – 83681 (Caldas – MG)	2002 a 2012
Manhuaçu – MG	Convencional – 83639 (Caparaó – MG) Automática - A556	2006 a 09/2010 10/2010 a 2012
Venda Nova do Imigrante - ES	Automática – A615 (Alfredo Chaves – ES)	2007 a 2012

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da pesquisa.

As variáveis climáticas selecionadas no banco de dados do INMET, após a avaliação quanto à sua qualidade e consistência, foram organizadas em um banco de dados por períodos trimestrais. A organização trimestral dos dados, durante o período investigado, coincidiu, aproximadamente, com as fases e estádios fenológicos do cafeeiro propostos por Camargo e Camargo (2001) e Pezzopane et. al. (2003), respectivamente (Figura 4). Esta divisão do ciclo fenológico do cafeeiro em trimestres foi baseada em estudos que investigaram as relações entre a produtividade do cafeeiro arábica e os fatores climáticos, conforme propuseram Weill et. al. (1999), Arruda et. al. (2000) e Iaffe et. al. (2000).

Figura 4 – Esquematização dos trimestres associados às fases e estádios fenológicos para definição das variáveis climáticas

	Ano fenológico 1								Ano fenológico 2											
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	Jun		
Fases Fenológicas (CAMARGO; CAMARGO, 2001)	MV		IGF			RG			F / CH / EF				G		M					
Estádios Fenológicos (PEZZOPANE et. al., 2003)						GD		GE A		F		CH		EF		GV		VC		M
	Ano civil X-1									Ano civil X										
<p>Fases Fenológicas MV – Máxima Vegetação; IGF – Indução da Gema Floral; RG – Repouso das Gemas; F – Florada – CH – Chumbinho; EF – Expansão dos Frutos; G – Granação; M – Maturação.</p> <p>Estádios Fenológicos GD – Gema Dormente; GE – Gema Entumescida; A – Abotoado; F – Florada; CH – Chumbinho; EF – Expansão dos Frutos; GV – Grão Verde; VC – Verde Cana; M – Maturação.</p>																				

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão teórica.

Os atributos climáticos selecionados (precipitação - mm, frequência de chuvas - dias, temperatura máxima média - °C, temperatura mínima média - °C, temperatura média - °C) foram combinados com os seis trimestres esquematizados na Figura 4, o que resultou em 30 variáveis climáticas (Quadro 11). A seleção destas variáveis baseou-se na recorrência das condições de precipitação e de temperatura na literatura consultada e, também, na relação do comportamento destas condições, em cada fase ou estágio fenológico, com a produtividade do cafeeiro. Diante da particularidade desta planta quanto a sua fenologia, as variáveis climáticas foram defasadas em 18 meses (ou seis trimestres) em relação ao período da colheita, aproximadamente (Quadro 11), de forma semelhante àquela proposta por Weill et. al. (1999), Arruda et. al. (2000) e Iaffe et. al. (2000). A principal diferença foi que estes autores investigaram o comportamento da produtividade do cafeeiro arábica em relação aos fatores climáticos e, neste trabalho, o comportamento observado é o do custo de produção do café arábica em relação aos mesmos fatores.

Assim, após definidas as variáveis de custo e as variáveis climáticas, observou-se o comportamento dos componentes do custo de produção (mão de obra, operações com

máquinas, fertilizantes, defensivos e agrotóxicos e outros itens) em relação aos fatores climáticos nas diversas fases e estádios fenológicos do café arábica.

Quadro 11 – Descrição das variáveis climáticas trimestrais de acordo com as fase e estádios fenológicos

Trimestre	Meses	Ano Civil	Fase ou Estádio Fenológico	Precipitação		Temperatura		
				PA (mm)	PF (dias)	TMAXm	TMÍNm (°C)	Tm
1	jan-fev-mar	Ano X-1	MV	PAt1	PFt1	TMAXmt1	TMINmt1	Tmt1
2	abr-mai-jun	Ano X-1	IGF	PAt2	PFt2	TMAXmt2	TMINmt2	Tmt2
3	jul-ago-set	Ano X-1	GD/ GE / A / F	PAt3	PFt3	TMAXmt3	TMINmt3	Tmt3
4	out-nov-dez	Ano X-1	F / CH / EF	PAt4	PFt4	TMAXmt4	TMINmt4	Tmt4
5	jan-fev-mar	Ano X	G	PAt5	PFt5	TMAXmt5	TMINmt5	Tmt5
6	abr-mai-jun	Ano X	M	PAt6	PFt6	TMAXmt6	TMINmt6	Tmt6

Fases ou Estádio Fenológico
 MV – Máxima Vegetação; IGF – Indução das Gemas Florais; GD – Gema Dormente; GE – Gema Entumescida; A – Abotoado; F- Florada; CH – Chumbinho; EF – Expansão dos Frutos; G – Granação; M – Maturação.

Variáveis Climáticas e Ambientais
 PA – Precipitação Acumulada (mm); PF – Frequência de Chuvas (dias); TMAXm – Temperatura Máxima média (°C); TMÍNm – Temperatura Mínima média (°C); Tm – Temperatura média (°C)

Fonte: Elaboração própria.

A observação foi dividida em três etapas. Nas duas primeiras etapas foram analisadas somente as cidades que possuíam estação meteorológica, são elas: Franca, Londrina, Luís Eduardo Magalhães e São Sebastião do Paraíso (Quadro 10). Estas análises individualizadas objetivaram identificar o comportamento local do custo de produção do café arábica em relação aos fatores climáticos. Na terceira etapa a observação conjunta, ou seja, das oito cidades estudadas (Franca, Londrina, Luís Eduardo Magalhães, São Sebastião do Paraíso, Patrocínio, Guaxupé, Manhuaçu e Venda Nova do Imigrante) objetivou investigar o comportamento geral do custo de produção em relação aos fatores climáticos.

Primeiramente, procedeu a uma análise descritiva do custo de produção e das condições climáticas em cada cidade durante o período analisado. A descrição da composição e evolução do custo em cada cidade contemplou o período de 2003 a 2012, exceto em Londrina. Para esta cidade a divulgação do custo de produção pela CONAB foi feita somente a partir de 2007, portanto em Londrina o período contemplado para descrição do custo foi de 2007 a 2012 (Quadro 08). A descrição do comportamento das condições climáticas em cada cidade foi feita para o período de 2002 a 2011, devido a defasagem destas condições de 18 meses em relação ao período da colheita. Neste caso, novamente, exceção feita a Londrina, onde o período adotado foi de 2006 a 2011. O objetivo desta etapa foi caracterizar cada cidade quanto à composição dos custos de produção e ao comportamento das condições climáticas.

Na segunda e terceira etapas foram aplicadas a análises de correlação simples (r) e de regressão múltipla (R^2), respectivamente. Para estas análises, também utilizou a defasagem das variáveis climáticas de 18 meses em relação ao período da colheita. As variáveis de custo de produção do ano foram relacionadas com as variáveis climáticas do ano anterior (Ano Civil X-1) e dos meses do ano (Ano Civil X) até, aproximadamente, a época da colheita. O Ano Civil X – 1 é composto pelos meses de janeiro a dezembro do ano anterior a colheita e o Ano Civil X pelos meses de janeiro a junho do ano em que ocorreu a colheita (Quadro 11).

Na segunda etapa, com o objetivo de avaliar o comportamento do custo de produção do café arábica em relação aos fatores climáticos em âmbito local, ou seja, por cidade foi empregada a análise de correlação simples (r). As cidades de Franca, Luís Eduardo Magalhães e São Sebastião do Paraíso apresentaram uma amostra de dez observações ($n = 10$) e Londrina de seis observações ($n = 6$) (Quadro 08).

No *Statistical Package for Social Sciences – SPSS*[®], software que foi adotado no tratamento dos dados, foram correlacionadas as variáveis de custos que compõem as despesas de custeio da lavoura (mão de obra, operações com máquinas, fertilizantes, defensivos e agrotóxicos e outros itens) com as variáveis climáticas de precipitação e de temperatura. Estas variáveis, tanto as de custo quanto às climáticas, são aquelas mais recorrentes na literatura citada.

Para as variáveis de custo que apresentaram distribuição normal, de acordo com o teste de Shapiro-Wilk, foi calculado o coeficiente de correlação (r) de Pearson e para aquelas em que a distribuição não é normal foi calculado o coeficiente de correlação (r) de Spearman (FIELD, 2009). A escolha do teste de normalidade Shapiro-Wilk deve-se ao fato do mesmo demonstrar-se mais apropriado para amostras compostas por menos de 30 observações ($n < 30$) (FÁVERO et. al., 2009).

Coefficientes de correlação simples (r) representam uma medida de relacionamento entre duas variáveis e podem assumir valores entre um negativo (-1) e um positivo (+1), conforme explica Field, 2009. Assim, quando a correlação entre duas variáveis é positiva significa que ambas variam no mesmo sentido, ou seja, quando x cresce, y também cresce. Quando o coeficiente de correlação (r) é negativo, significa que as variáveis crescem em sentido contrário, ou seja, se x cresce, y diminui. Ademais, quanto mais próximo de mais ou menos um (-1; +1) for o resultado do coeficiente, maior será o grau de correlação entre as variáveis (FIELD, 2009).

As variáveis climáticas correlacionadas com os componentes do custo de produção, que obtiveram resultado da significância menor que 5% foram consideradas significantes (sig

< 0,05) para a análise do comportamento dos custos. Isto quer dizer que existe uma probabilidade menor que 0,05 (5%) que esse coeficiente tenha ocorrido por acaso numa dada amostra n (FIELD, 2009).

A regressão linear múltipla empregada na terceira etapa objetivou investigar a influência das variáveis climáticas (variáveis independentes ou preditoras) sobre os componentes do custo de produção (variáveis dependentes) de forma conjunta. Assim, foram incluídas na análise todas as cidades em todos os períodos ($n = 67$), conforme Quadro 08.

O procedimento de regressão linear múltipla escolhido foi o método *backward* como é chamado no SPSS[®]. Neste procedimento o *software* inclui na modelagem inicial todos os previsores, verifica a contribuição e a significância do teste t de cada um e exclui aqueles que não apresentarem significância estatística (FÁVERO et. al., 2009; FIELD, 2009). Field (2009) explica que este procedimento é automático e o *software* escolhe as variáveis com base em critérios matemáticos. Este autor diz também, que o método *backward* é mais indicado para análises exploratórias, quando existem muitos previsores e não existem fortes evidências teóricas que apontem quais são os melhores previsores para determinada variável dependente.

As variáveis de precipitação e temperatura foram incluídas no modelo por blocos, devido a quantidade relativamente grande, ou seja, 30 variáveis climáticas para 67 observações ($n = 67$). Pois, uma das regras para determinar o tamanho da amostra adequada para análises de regressão diz que devem existir no mínimo dez observações ($n = 10$) para cada variável preditora (FIELD, 2009). Assim, diante de uma amostra de 67 observações ($n = 67$) podem ser incluídos no modelo até seis previsores.

Para cada variável dependente (mão de obra, operações com máquinas, fertilizantes, defensivos e agrotóxicos e outros itens) foram gerados cinco modelos, nos quais foram incluídas seis variáveis preditoras, conforme o exemplo do Quadro 12. Desta forma, respeitou-se a quantidade mínima de observações por previsores.

Quadro 12 – Exemplo de geração dos modelos de regressão múltipla (método *backward*)

Variável de Custo (dependente)	Blocos de variáveis climáticas (preditoras)
Mão de obra	1. PAt1, PAt2, PAt3, PAt4, PAt5, PAt6
	2. PFt1, PFt2, PFt3, PFt4, PFt5, PFt6
	3. TMAXmt1, TMAXmt2, TMAXmt3, TMAXmt4, TMAXmt5, TMAXmt6
	4. TMINmt1, TMINmt2, TMINmt3, TMINmt4, TMINmt5, TMINmt6
	5. Tmt1, Tmt2, Tmt3, Tmt4, Tmt5, Tmt6

Fonte: Elaboração própria.

O comportamento dos custos de produção em relação aos fatores climáticos, para todas as cidades conjuntamente, foi avaliado a partir da análise dos resultados da regressão, em que se observou os valores da significância do modelo (ou teste F), da significância individual de cada variável preditora (ou teste t) e do coeficiente de explicação (R^2).

O teste F da regressão linear múltipla avalia a existência de uma relação significativa entre a variável dependente e as variáveis explicativas, ou seja, determina a significância conjunta das variáveis predictoras (ANDERSON; SWEENEY; WILLIAMS, 2008; FÁVERO et. al., 2009).

De acordo com Anderson, Sweeney e Willians (2008) as hipóteses do teste F envolvem os parâmetros da regressão múltipla da seguinte forma:

$$\hat{y}_1 : b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_px_p \quad (\text{Equação 1})$$

Onde,

\hat{y}_1 : valor estimado da variável dependente;

$b_0, b_1, b_2, \dots, b_p$: estimativas dos parâmetros da equação;

x_1, x_2, \dots, x_p : valor das variáveis independentes para a observação i .

Portanto,

$$H_0: b_1 = b_2 = \dots = b_p = 0$$

$$H_1: \text{existe pelo menos um } b_i \neq 0$$

O teste F define se as variáveis predictoras são significantes conjuntamente, mas não define quais são estatisticamente significantes para influenciar o comportamento da variável dependente. Assim, é preciso avaliar se cada parâmetro da regressão é significativo. Esta verificação é feita a partir do resultado do teste t , que fornece a significância individual da constante (b_0) e dos parâmetros (b_1, b_2, \dots, b_p) da regressão (FÁVERO et. al., 2009). Suas hipóteses são:

$$H_0: b_0 = 0$$

$$H_1: b_0 \neq 0$$

$$H_0: b_1 = 0$$

$$H_1: b_1 \neq 0$$

...

$$H_0: b_p = 0$$

$$H_1: b_p \neq 0$$

Para esta pesquisa adotou-se o intervalo de 95% de confiança, tanto para o teste F , quanto para o teste t . Portanto, o valor crítico que determina a existência de pelo menos um beta estatisticamente diferente de zero (existência do modelo) e quais betas são estatisticamente diferente de zero (variáveis preditoras significativas para explicar a variável dependente), inclusive a constante (ou intercepto) do modelo são, respectivamente:

- Se Sig. $F < 0,05$, existe pelo menos um $b_p \neq 0$, ou seja, o modelo é estatisticamente significativo ou diferente de zero.
- Se Sig. $t < 0,05$, para cada b_1, b_2, \dots, b_p , a variável preditora é estatisticamente significativa ou diferente de zero.
- Se Sig. $t < 0,05$, para $b_p = 0$, a constante é estatisticamente significativa ou diferente de zero.

O coeficiente de ajuste ou explicação (R^2) representa a proporção da variabilidade da variável dependente que pode ser explicada pelas variáveis independentes (ANDERSON; SWEENEY; WILLIANS, 2008; FIELD, 2009). O coeficiente de ajuste (R^2) é um número adimensional que varia entre os valores zero e um, portanto se for multiplicado por 100 ele pode ser interpretado como o percentual da variabilidade da variável dependente que é explicada pelos regressores (ANDERSON; SWEENEY; WILLIANS, 2008; FÁVERO et. al., 2009). Dessa forma, quanto mais próximo do valor um for o R^2 , maior o poder preditivo das variáveis independentes para explicar a variabilidade da variável dependente, e quanto mais próximo de zero menor o potencial da predição (FÁVERO et. al., 2009).

Os pressupostos do modelo clássico de regressão linear múltipla da existência da independência do erro (ou resíduos) e de que não existe relação linear exata entre as variáveis preditoras foram verificadas pelo teste de Durbin-Watson e pela estatística FIV (Fator de Inflação de Variância), respectivamente.

A ausência da independência do erro é um problema que pode ocorrer na regressão, este problema é chamado de autocorrelação dos resíduos (ou dependência do erro). Este problema consiste no fato do resíduo incorporar os efeitos de uma variável preditora excluída do modelo (FÁVERO et. al., 2009). A autocorrelação dos resíduos é detectada pelo teste de Durbin-Watson que é eficaz para amostras com mais de 15 observações ($n > 15$).

O resultado deste teste pode variar entre os valores de zero a quatro, em que resultados mais próximos de dois indicam menores problemas de autocorrelação e exatamente igual a dois significa que os resíduos não são autocorrelacionados. Um valor acima de dois indica correlação negativa e abaixo de dois indica correlação positiva. Uma regra conservadora, afirma que valores menores do que um ou maiores do que três certamente apresentam problemas de autocorrelação (FÁVERO et. al., 2009; FIELD, 2009).

A existência da relação linear entre as variáveis preditoras é definida como multicolinearidade. A multicolinearidade não gera necessariamente estimadores ruins ou fracos e não significa que o modelo possua problemas, mas gera aumento no termo do erro da regressão (FÁVERO et. al., 2009).

A multicolinearidade foi verificada pela estatística FIV expressa na Equação 2.

$$FIV = \frac{1}{\text{Tolerância}} \quad (\text{Equação 2})$$

A Tolerância presente na Equação 2 representa a proporção da variação de uma variável preditora que independe das outras variáveis preditoras (FÁVERO et. al., 2009), conforme a Equação 3.

$$\text{Tolerância} = 1 - R_k^2 \quad (\text{Equação 3})$$

Onde,

R_k^2 : coeficiente de explicação da regressão da variável explicativa k com as demais variáveis

Assim, quanto mais próximo do valor um for o resultado da Tolerância, menor será a correlação entre as variáveis preditoras, pois R_k^2 (coeficiente de explicação entre as variáveis preditoras) será pequeno, ou seja, a correlação entre as variáveis preditoras será baixa.

Para Fávero et. al. (2009) e Field (2009), na prática, os valores de Tolerância abaixo de 0,20 (Tolerância $< 0,20$) representam motivo de preocupação relativo aos problemas de multicolinearidade. A Tolerância menor que 0,10 (Tolerância $< 0,10$) indica problemas graves de multicolinearidade.

Dessa forma, a substituição do resultado da Tolerância em FIV (ou seja, substituição da Equação 3 na Equação 2) demonstra que os valores acima de cinco (FIV > 5) já podem conduzir a problemas de multicolinearidade. Os valores para FIV acima de dez (FIV > 10) indicam a existência de relação linear entre as variáveis preditoras e problemas sérios de multicolinearidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A caracterização da cafeicultura local, a composição dos custos de produção e a descrição das condições climáticas para as cidades de Franca, Londrina, Luís Eduardo Magalhães e São Sebastião do Paraíso são as discussões iniciais deste capítulo.

Os principais resultados da análise do comportamento do custo de produção do café em relação aos fatores climáticos são apresentados de duas formas.

Primeiro, discutiu-se por meio da correlação simples (r) as relações entre o custo de produção e os fatores climáticos em nível local, para cada cidade separadamente. As cidades envolvidas nesta análise foram Franca, Londrina, Luís Eduardo Magalhães e São Sebastião do Paraíso.

Finalmente, apresentou-se os principais resultados da regressão linear múltipla (R^2), em que foi investigado o comportamento do custo de produção em relação aos fatores climáticos, mas neste caso considerando todas as cidades conjuntamente. Além das cidades envolvidas na análise de correlação simples foram incluídas Patrocínio, Guaxupé, Manhuaçu e Venda Nova do Imigrante.

4.1 Breve caracterização da cafeicultura nas cidades analisadas

A cafeicultura em Franca, de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), tem uma produção média de café em grão em torno de 9.400 toneladas numa área plantada média de pouco mais de 5.000 hectares, apurando um rendimento médio de 1.764kg/hectare (BRASIL, 2012c).

A cafeicultura, em Franca, é caracterizada pelo emprego de alto padrão tecnológico, principalmente, em relação à implementação e manejo das lavouras (VEGRO; ASSUMPCÃO, 2003; BLISKA et. al., 2009). Tal fato corrobora com a caracterização do perfil empresarial da cafeicultura da região proposta pelo Brasil (2009b). Os sistemas de plantio predominante são os mais espaçados (BLISKA et. al., 2009), que de acordo com Brasil (2012b) é o sistema renque-adensado. Embora a colheita manual seja predominante entre os cafeicultores, a mecanização desta fase tem sido crescente nas propriedades

(BLISKA et. al., 2009; ANUÁRIO BRASILEIRO DO CAFÉ, 2012). Tal fato deve-se, principalmente, a topografia menos acidentada da região (MARKCAFÉ, 2012).

As cultivares mais plantadas nas propriedades de Franca são geneticamente superiores e os tratos culturais são efetuados de acordo com as recomendações técnicas (BLISKA et. al., 2009). Os solos da cidade possuem fertilidade média, portanto é necessária a adubação das lavouras. Na região não há tradição do cultivo irrigado (MARKCAFÉ, 2012).

Em Londrina, a produção média anual de café em grão atinge 5.300 toneladas por ano, segundo o IBGE, numa área plantada média de quase 5.000 hectares o que lhe confere um rendimento médio de 1.083kg/hectare (BRASIL, 2012c).

O café é cultivado predominantemente por pequenos produtores em Londrina. Este é um dos motivos pelo pouco emprego da mecanização nas lavouras da cidade. O outro motivo deve-se a topografia mais acidentada do terreno (MARKCAFÉ, 2012).

O principal diferencial da cafeicultura de Londrina é a colheita seletiva ou colheita a dedo (MARKCAFÉ, 2012), permitindo que os grãos sejam colhidos no estágio de maturação cereja, que é o momento ideal para a colheita do café, pois proporciona um produto de melhor qualidade (SALVADOR; SILVA; PÁDUA, 2000). Nesse tipo de colheita são retirados do cafeeiro somente os grãos maduros, um a um. Assim, uma mesma planta é colhida mais de uma vez.

O pouco emprego da mecanização e a colheita seletiva são fatores que, associados ao adensamento do plantio predominante, em Londrina (BRASIL, 2012b), requerem maior utilização de mão de obra nos cafezais (MARKCAFÉ, 2012).

As variedades mais cultivadas nas lavouras no município de Londrina são aquelas de baixo porte, mais resistentes a pragas, portanto exige menor uso de agrotóxicos e, além disso, o cultivo no estado do Paraná não necessita de irrigação (MARKCAFÉ, 2012).

A cidade de Luís Eduardo Magalhães apresenta de acordo com o IBGE, uma produção média de café em grão de mais de 7.000 toneladas, numa área média de cultivo de 3.300 hectares e rendimento médio de 2.232kg/hectare (BRASIL, 2012c).

Em Luís Eduardo Magalhães predomina o cultivo empresarial, irrigado e com emprego de alta tecnologia nas lavouras semi-adensadas (SILVA et. al., 2000a; ALMEIDA et. al., 2010; ANUÁRIO BRASILEIRO DO CAFÉ, 2012; BRASIL, 2012b). Esta cidade faz parte da zona cafeeira mais recente da Bahia e situa-se numa região de solos pobres, portanto depende de adubação para tornar o cultivo do café bem sucedido (BRASIL, 2009b). Apesar desta deficiência a cidade apresenta os maiores índices de produtividade do estado e do país (ANUÁRIO BRASILEIRO DO CAFÉ, 2012).

A cidade de São Sebastião do Paraíso, segundo o IBGE, apresenta uma produção média de café em grão de pouco mais de 13.000 toneladas, numa área plantada média de quase 12.000 hectares e rendimento médio no mesmo período de 1.117kg/hectare (BRASIL, 2012c).

Os sistemas de produção de São Sebastião do Paraíso são heterogêneos com o predomínio de pequenos produtores, porém os responsáveis pela maior parcela da produção do município são os médios e grandes produtores (BLISKA et. al., 2009). Devido ao fato do maior número de cafeicultores serem pequenos produtores Nasser et. al. (2012) caracterizou o perfil da cafeicultura no município como tipicamente familiar.

Os sistemas mais comuns nas lavouras da cidade são o semi-adensado (MARKCAFÉ, 2012) e em renque (BRASIL, 2012b), de forma que é possível mecanizar alguns tratos culturais, apesar da declividade do terreno. O sistema de colheita semi-mecanizado tem se expandido no município (NASSER et. al., 2012; BRASIL, 2012b), porém a colheita manual ainda é predominante. De acordo com a caracterização do Brasil (2009b) São Sebastião do Paraíso está localizada numa região que requer adubação devido à baixa fertilidade dos solos.

O Quadro 13 evidencia sinteticamente as características predominantes da cafeicultura de cada cidade.

Quadro 13 – Síntese das características predominantes da cafeicultura local

Descrição	Franca	Londrina	Luis Eduardo Magalhães	São Sebastião do Paraíso
Gestão	Empresarial	Familiar	Empresarial	Familiar
Cultivo	Sequeiro	Sequeiro	Irrigado	Sequeiro
Plantio	Espaçados	Adensados	Semi-adensado	Semi-adensado
Cultivar	G. Superior	Porte baixo	--	--
Colheita	Manual	Manual	Mêcnica	Manual
Rendimento médio (kg/ha)	1.764	1.083	2.232	1.117
Topografia do terreno	Ondulado	Ondulado	Plano	Ondulado
Fertilidade do solo	Média	Alta/média	Pobre	Media

Fonte: Elaboração própria a partir de revisão teórica.

A análise do Quadro 13 mostra que a cidade de Luís Eduardo Magalhães é a cidade com maiores níveis de produtividade. Esta cidade emprega tecnologia mais avançada nas lavouras, pois há o predomínio do cultivo irrigado e da mecanização das lavouras.

4.2 Descrição do custo de produção da cafeicultura nas cidades estudadas, no período de 2003 a 2012

A descrição do custo de produção permite compreender a sua composição em cada cidade produtora do café arábica.

A composição do custo de produção foi descrita mediante a utilização de valores médios ao longo do período analisado. A média de cada componente de custo pode expressar a realidade de cada local, pois não foram detectadas diferenças significativas da evolução dos custos de produção do café arábica ao longo do tempo (FEHR et al, 2012). Nesta análise temporal proposta por estes autores foi empregado o teste de Scott – Knot, na mesma base de dados utilizada nesta pesquisa.

4.2.1 Composição do custo total de produção

A composição do custo total de produção de acordo com a planilha da CONAB (Anexo I) é obtida pelo somatório do custo variável, do custo fixo e do custo de oportunidade.

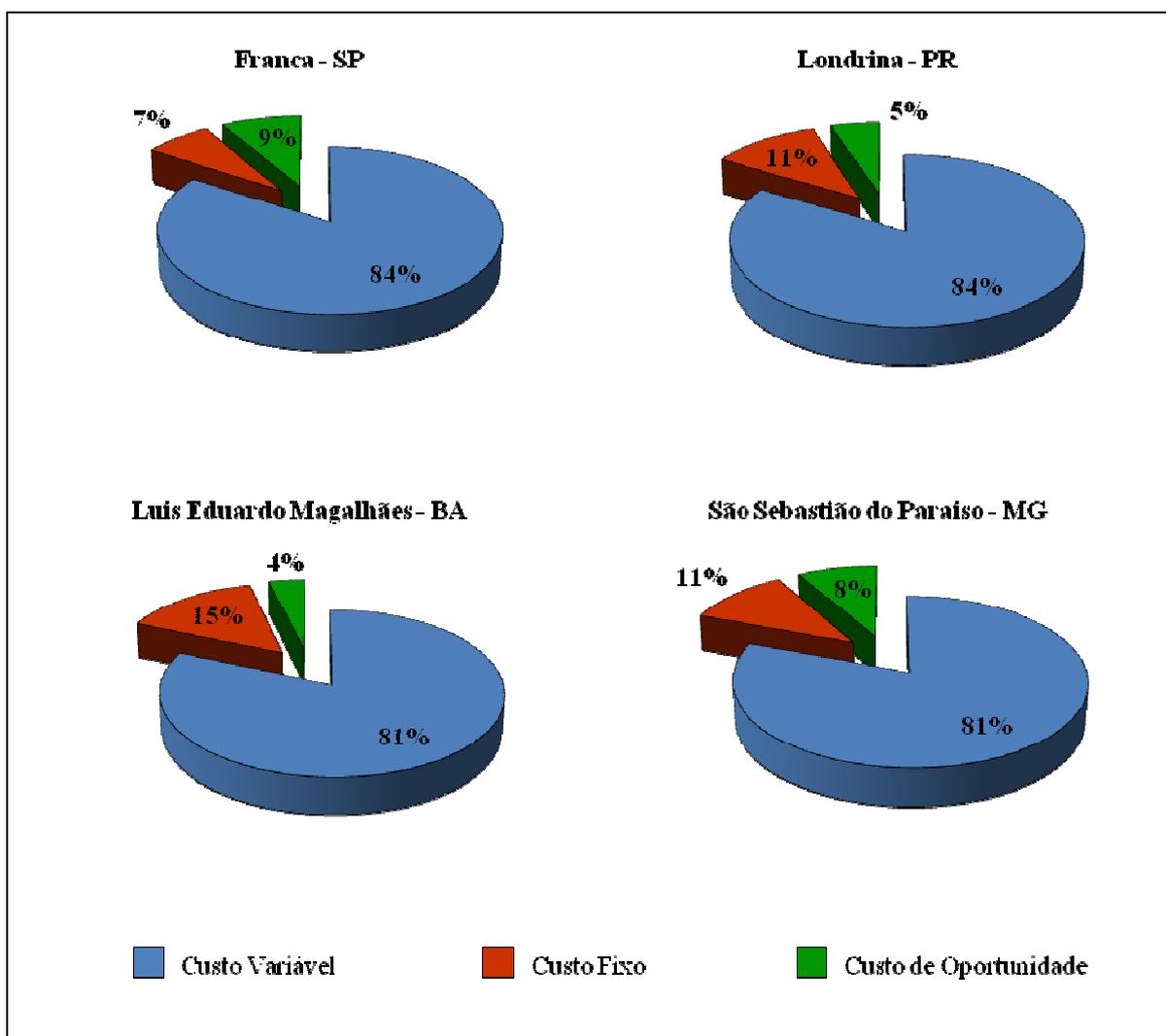
Franca é a cidade que apresentou o terceiro maior custo de produção total médio no período de 2003 a 2012, no valor de R\$ 9.577 por hectare. Em Franca, o custo total de produção do café cresceu 17%, no período, variando de R\$ 9.415 a R\$ 11.012 por hectare. O componente que mais onerou o custo total médio de produção no período foi o custo variável que representou 84% (R\$ 8.079/ha), seguido do custo de oportunidade que ficou no patamar dos 9% (R\$ 805/ha) e, finalmente, o custo fixo que representou 7% (R\$ 694/ha) (Figura 5). O principal responsável pelo aumento do custo total médio entre 2003 e 2012 foi o custo variável, pois representou um incremento de 30% no mesmo período. O custo fixo e o custo de oportunidade decresceram em 43% e em 20%, respectivamente.

O custo de produção total médio da cidade de Londrina foi de R\$ 10.849 por hectare, segundo maior no período. Foi registrado um crescimento de quase 45% para o custo total médio, que passou de R\$ 8.736 para R\$ 12.594 por hectare, no período de 2007 a 2012. O custo variável participou com 84% (R\$ 9.080 / ha) do custo total médio do período, o custo fixo com 11% (R\$ 1.228/ha) e o custo de oportunidade com 5 % (R\$ 541/ha) (Figura 5). O

custo fixo foi o componente que mais cresceu no período, pois obteve um aumento de 153%. O custo variável cresceu em 43% e o custo de oportunidade reduziu em 46%.

O custo total médio de produção em Luís Eduardo Magalhães foi o maior, dentre todas as cidades estudadas (R\$ 14.985/ha) no período de 2003 a 2012. O custo de produção total desta cidade reduziu em 15%, neste período, passando de R\$ 16.104 para R\$ 13.695 por hectare. A Figura 5 mostra que o custo total médio de produção foi composto por 81% (R\$ 12.210/ha) de custo variável, 15% (R\$ 2.217/ha) de custo fixo e 4% (R\$ 558/ha) de custo de oportunidade. Neste período, o custo variável e o custo fixo reduziram em 23% e 5%, respectivamente, enquanto que o custo de oportunidade aumentou em 495%.

Figura 5 – Composição do custo total médio de produção, no período de 2003 a 2012 (*)



Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da pesquisa.

(*) Exceto Londrina, pois as informações sobre o custo de produção referem-se ao período de 2007 a 2012

Em São Sebastião do Paraíso o custo total médio de produção foi de R\$ 8.667 por hectare, sendo que foi apurado 81% (R\$ 7.002/ha) de custo variável, 11% (R\$ 957/ha) de custo fixo e 8% (R\$ 707/ha) de custo de oportunidade (Figura 5). No período de 2003 a 2012, o custo de produção do café desta cidade cresceu 19%, aumentando de R\$ 7.444 para R\$ 8.841 por hectare. O custo variável aumentou em 28%, o custo fixo e o custo de oportunidade reduziram em 14% e 5%, respectivamente.

O detalhamento dos componentes do custo total médio de produção evidencia a participação significativa do custo variável, no período em análise, para todas as cidades. Em todas elas a participação do custo variável foi superior a 80% na composição do custo total médio de produção, conforme a Figura 5.

4.2.2 Composição do custo variável de produção

O custo variável é composto pelos itens que a CONAB classifica como despesas de custeio da lavoura, despesas pós-colheita e pelas despesas financeiras.

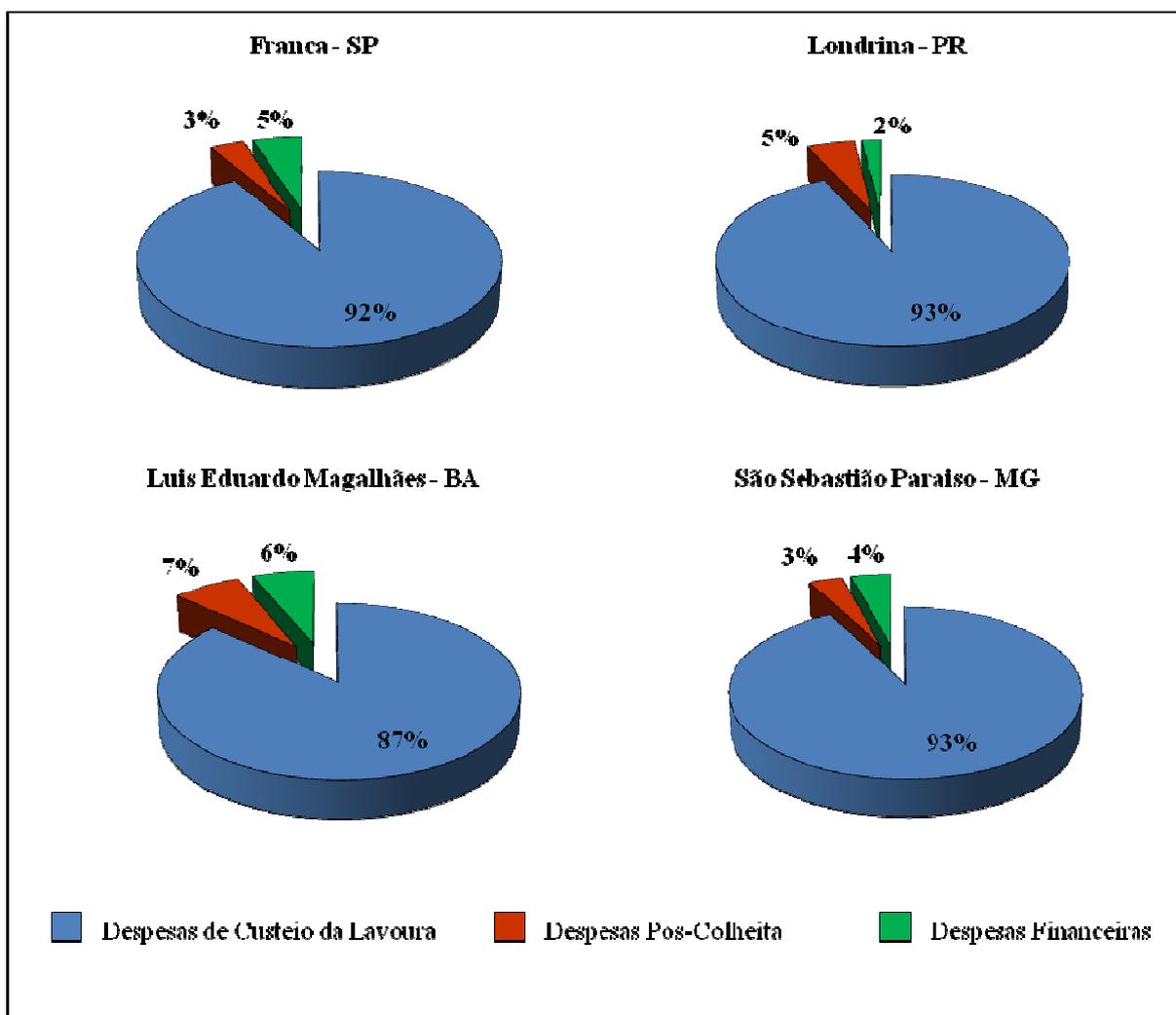
Na cidade de Franca as despesas de custeio da lavoura representaram 92% (R\$ 7.401/ha) do custo variável médio, no período (Figura 6). Estas despesas corresponderam a 77% do custo total médio de produção e aumentaram 41%. As despesas pós-colheita e as despesas financeiras corresponderam a 3% e a 5% do custo variável médio do período, respectivamente.

Em Londrina, as despesas de custeio da lavoura somaram a 93% (R\$ 8.462/ha) do custo variável do período e a 78% do custo total médio de produção, além disso, aumentaram 44% entre 2007 a 2012. As despesas pós-colheita participaram com 5% e as despesas financeiras com 2% na composição do custo variável médio deste período (Figura 6).

As despesas de custeio da lavoura, da cidade de Luís Eduardo Magalhães, corresponderam a 87% (R\$ 10.588/ha) do custo variável médio (Figura 6) e a 71% do custo total médio de produção, além de apresentar uma redução de 23% no período. A participação das despesas pós-colheita e das despesas financeiras na composição do custo variável desta cidade foi de 7% e de 6%, respectivamente.

Em São Sebastião do Paraíso, as despesas de custeio da lavoura corresponderam a 93% (R\$ 6.471/ha) do custo variável (Figura 6) e a 75% do custo total médio de produção. Além disso, tiveram um aumento de 34% no período. Na composição do custo variável as despesas pós-colheita participaram com 3% e as despesas financeiras com 4%.

Figura 6 – Composição do custo variável médio de produção, no período de 2003 a 2012 (*)



Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da pesquisa.

(*) Exceto Londrina, pois as informações sobre o custo de produção referem-se ao período de 2007 a 2012

As despesas de custeio da lavoura representam o item mais oneroso na composição do custo variável médio, pois responderam, em média, por 75% do custo total de produção nas cidades e período analisado.

4.2.3 Composição das despesas de custeio da lavoura

As despesas de custeio da lavoura são compostas por gastos com mão de obra, com operações com máquinas, com fertilizantes, com defensivos e agrotóxicos e com outros itens.

Na cidade de Franca, dentre os componentes das despesas de custeio da lavoura destacam-se os gastos com a mão de obra e com os fertilizantes que representaram 58% (R\$ 4.284/ha) e 23% (R\$ 1.685/ha), respectivamente (Figura 7). Estes mesmos itens corresponderam a 45% e 18%, respectivamente, do custo total médio de produção do período. A mão de obra aumentou em 106% e os fertilizantes reduziram em 6%.

A maior participação dos gastos com a mão de obra pode ser explicado pelo predomínio da colheita manual em Franca (BLISKA et. al., 2009; ANUÁRIO BRASILEIRO DO CAFÉ, 2012) que aumenta a demanda por mão de obra nas lavouras (SILVA; SALVADOR; PÁDUA, 2000). A representatividade dos gastos com fertilizantes pode estar relacionado a fertilidade média dos solos da região (MARKCAFÉ, 2012) que exigem maiores investimentos em fertilização.

Os gastos com a mão de obra, na cidade de Londrina, representaram 68% (R\$ 5.774/ha) das despesas com o custeio da lavoura e os fertilizantes participaram com 20% (R\$ 1.723/ha), conforme Figura 7. Ambos corresponderam a 53% e 16%, respectivamente, do custo total médio de produção do período. A mão de obra teve um crescimento de 82% e os fertilizantes de 41%.

A participação superior dos gastos com mão de obra em Londrina, se comparado com as outras cidades, pode ser explicada pelo adensamento da lavoura que dificulta a mecanização (RIO DE JANEIRO, 1999) e, principalmente, pela colheita seletiva que requer o emprego de grande contingente de mão de obra nesta fase (MARKCAFÉ, 2012).

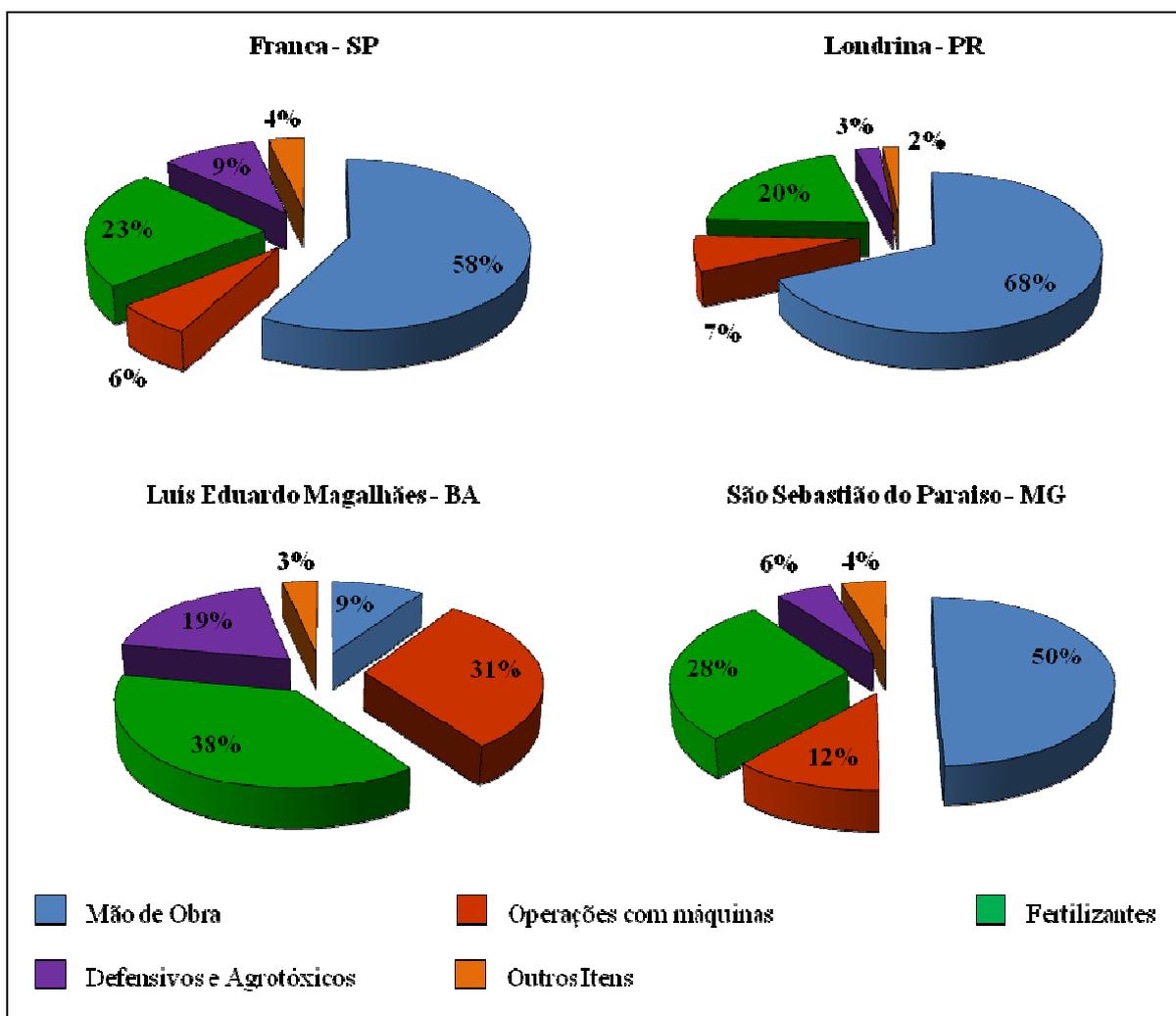
O gasto reduzido com agrotóxicos, em comparação com as outras cidades, deve-se ao fato de que as cultivares preferidas pelo cafeicultor londrinense são mais resistentes a pragas (MARKCAFÉ, 2012).

A cidade de Luís Eduardo Magalhães apresentou como principais componentes das despesas de custeio da lavoura gastos com fertilizantes, com operações com máquinas e com defensivos e agrotóxicos, pois corresponderam a 38% (R\$ 4.018/ha), 30% (R\$ 3.232/ha) e 19% (R\$ 1.971/ha), respectivamente do total (Figura 7). Estes gastos representaram 27%, 22% e 13%, nesta ordem, do custo total médio de produção no período. O comportamento

destes itens no período foi de redução dos fertilizantes e defensivos e agrotóxicos em 26% e 69%, respectivamente, e aumento de operações com máquinas em 27%.

O custo elevado decorrente do uso de fertilizantes em Luís Eduardo Magalhães está relacionado com a baixa fertilidade dos solos da região (BRASIL, 2009b).

Figura 7 – Composição das despesas de custeio da lavoura, no período de 2003 a 2012 (*)



Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da pesquisa.

(*) Exceto Londrina, pois as informações sobre o custo de produção referem-se ao período de 2007 a 2012

O alto investimento em operações com máquinas é responsável pelo maior custo fixo apurado pela cidade em comparação com as demais (ALMEIDA et. al., 2010). Tal resultado é explicado pela tecnologia de ponta utilizada em todas as fases produtivas nos cafezais da cidade e, principalmente, pelo cultivo irrigado. A irrigação foi o principal item componente

das operações com máquinas no período, pois representou em média 54% (R\$ 1.761/ha) destes gastos e 12% do custo médio total, além disso, apresentou crescimento de 81%. O cultivo irrigado diferencia a cafeicultura de Luís Eduardo Magalhães de todas as outras cidades, pois é a única a apresentar gastos com este item no plano de contas que compõe o custo de produção (Anexo I). Nesta cidade, a irrigação contribuiu para a elevação dos custos fixos, que são associados à alta produtividade e, conseqüentemente, aos baixos custos unitários (ALMEIDA et. al., 2010).

A mão de obra representou 9% (R\$ 1.002/ha) das despesas de custeio da lavoura e 7% em relação ao custo médio total do período. A pequena participação deste item na composição dos custos de Luís Eduardo Magalhães, em comparação com as demais cidades, pode ser explicada pela mecanização intensiva aplicada nas lavouras.

Em São Sebastião do Paraíso, os gastos referentes à mão de obra e fertilizantes responderam por 78% das despesas de custeio da lavoura, sendo 50% (R\$ 2.163/ha) para os primeiros e 28% (R\$ 1.821/ha) para os segundos. As operações com máquinas também representaram parcelas relevantes deste item com 12% (R\$ 783/ha) de participação (Figura 7). A mão de obra participou de 37%, os fertilizantes de 21% e as operações com máquinas de 9% do custo total médio. Estes itens apresentaram variação de 27%, -6% e 364%, respectivamente.

O fato dos gastos com mão de obra ser os mais representativos no custo de produção das lavouras de São Sebastião relaciona-se com o perfil familiar da cafeicultura do local (NASSER et. al., 2012), pois o predomínio de pequenos produtores (BLISKA et. al., 2009) restringe a mecanização das lavouras.

Porém, as operações com máquinas também têm uma participação significativa na composição dos custos, o que por um lado pode ser explicado pelo fato da maior parte da produção do município concentrar-se nas médias e grandes propriedades (BLISKA et. al., 2009), características da agricultura empresarial. Os gastos elevados com fertilizantes podem estar relacionados à pobreza dos solos comum na região.

4.3 Descrição das condições de precipitação e temperatura nas cidades analisadas, no período de 2002 a 2011

A descrição das condições de precipitação e de temperatura defasadas de um ano em relação ao período de apuração do custo de produção deve-se a particularidade do cafeeiro que precisa de dois anos fenológicos para completar o seu ciclo reprodutivo.

No período de 2002 a 2011 foram registradas, em Franca, temperaturas médias anuais que variaram entre 21°C a 23°C, as máximas anuais médias ficaram em torno de 27°C e as mínimas anuais médias foram de 17°C (Figura 8). Assim, os limites térmicos médios anuais apurados no período atendem as exigências para o bom desenvolvimento do cafeeiro.

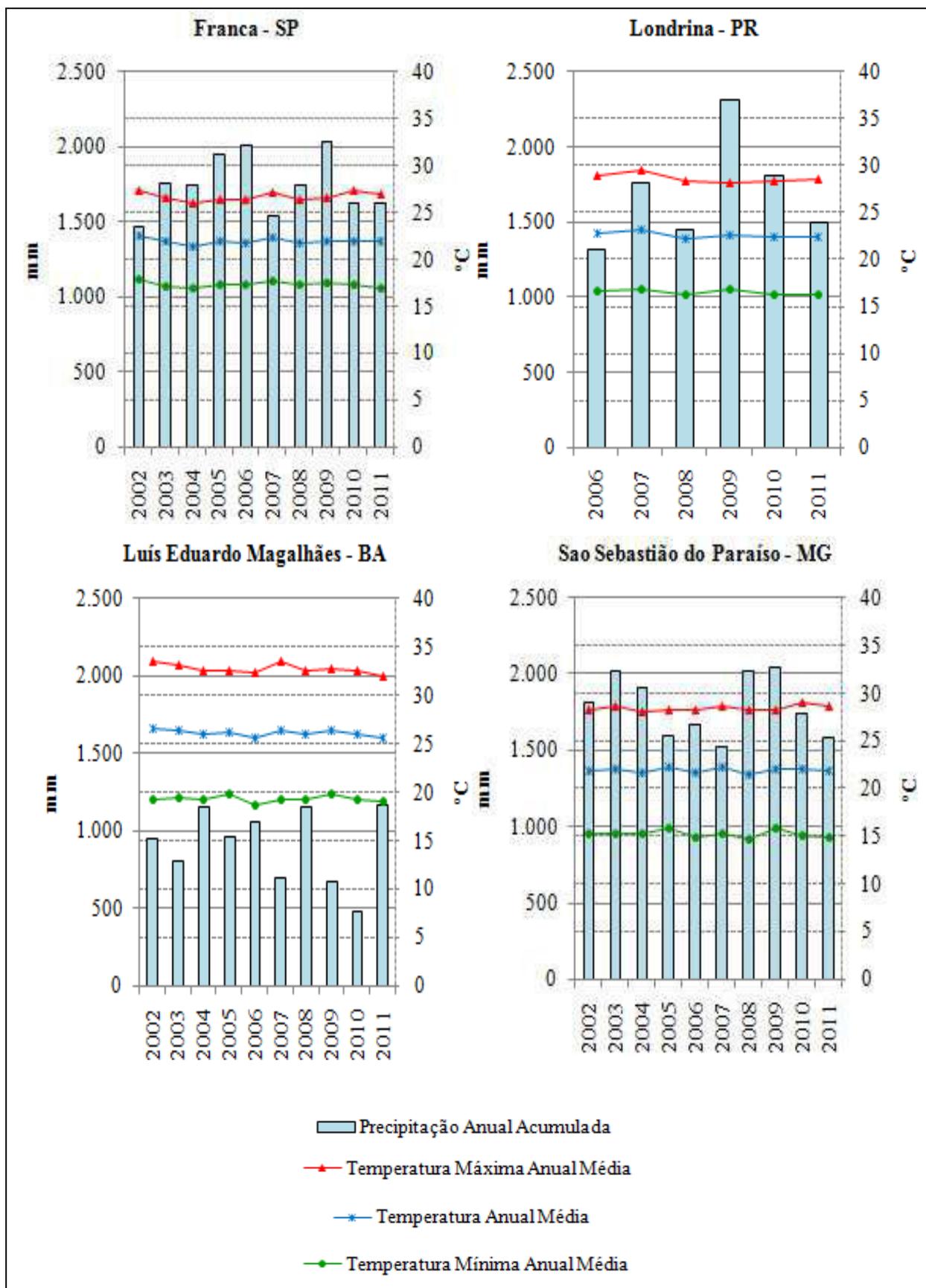
A precipitação anual média registrada, em Franca, no período foi de 1.752mm, sendo 2002 o ano com menor índice pluviométrico (1.468mm) e 2009 o mais chuvoso (2.036mm), conforme Figura 8. Assim as condições pluviométricas médias anuais são adequadas para o cultivo do café arábica, que é de 1.200mm e 1.800mm, para as condições tropicais do Brasil (THOMAZIELLO et. al., 2000).

Em Londrina foram registradas no período de 2006 a 2011, temperaturas médias anuais em torno de 23°C, sendo que a média das temperaturas máximas anuais atingiu 29°C e a média das mínimas ficou em torno de 17°C. A pluviosidade média anual apurada na cidade neste período foi de 1.690mm, com uma média de 120 dias com chuva por ano. O ano de 2009 teve um índice pluviométrico muito acima da média de 2.312mm (Figura 8) e 148 dias com chuvas.

Na cidade de Luís Eduardo Magalhães a temperatura média anual registrada no período ficou em torno de 26°C, com máximas anuais médias entre 32°C e 33°C e mínimas anuais médias entre 19°C e 20°C. O índice pluviométrico anual médio apurado no período foi de aproximadamente 911mm, com uma média de 84 dias com chuva por ano. O ano de 2010 foi quando ocorreu a menor precipitação do período de 484mm e 38 dias com chuvas, enquanto que 2011 registrou o maior índice pluviométrico do período com 1.164mm e 98 dias com chuvas (Figura 8).

A temperatura média anual em São Sebastião do Paraíso foi de 22°C, a média da máxima anual foi de 28°C e a média da mínima anual foi de 15°C. A precipitação média registrada no período foi de 1.793mm, com uma média de 106 dias com chuvas. O período com menor índice pluviométrico foi o de 2007 com 1.522mm e 93 dias com chuvas, o ano mais chuvoso foi o de 2009 com 2.047mm e 115 dias com chuvas (Figura 8).

Figura 8 – Médias anuais de precipitação e temperatura, em cada cidade estudada



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Os gráficos da Figura 9 mostram o comportamento mensal da temperatura e precipitação para cada cidade estudada.

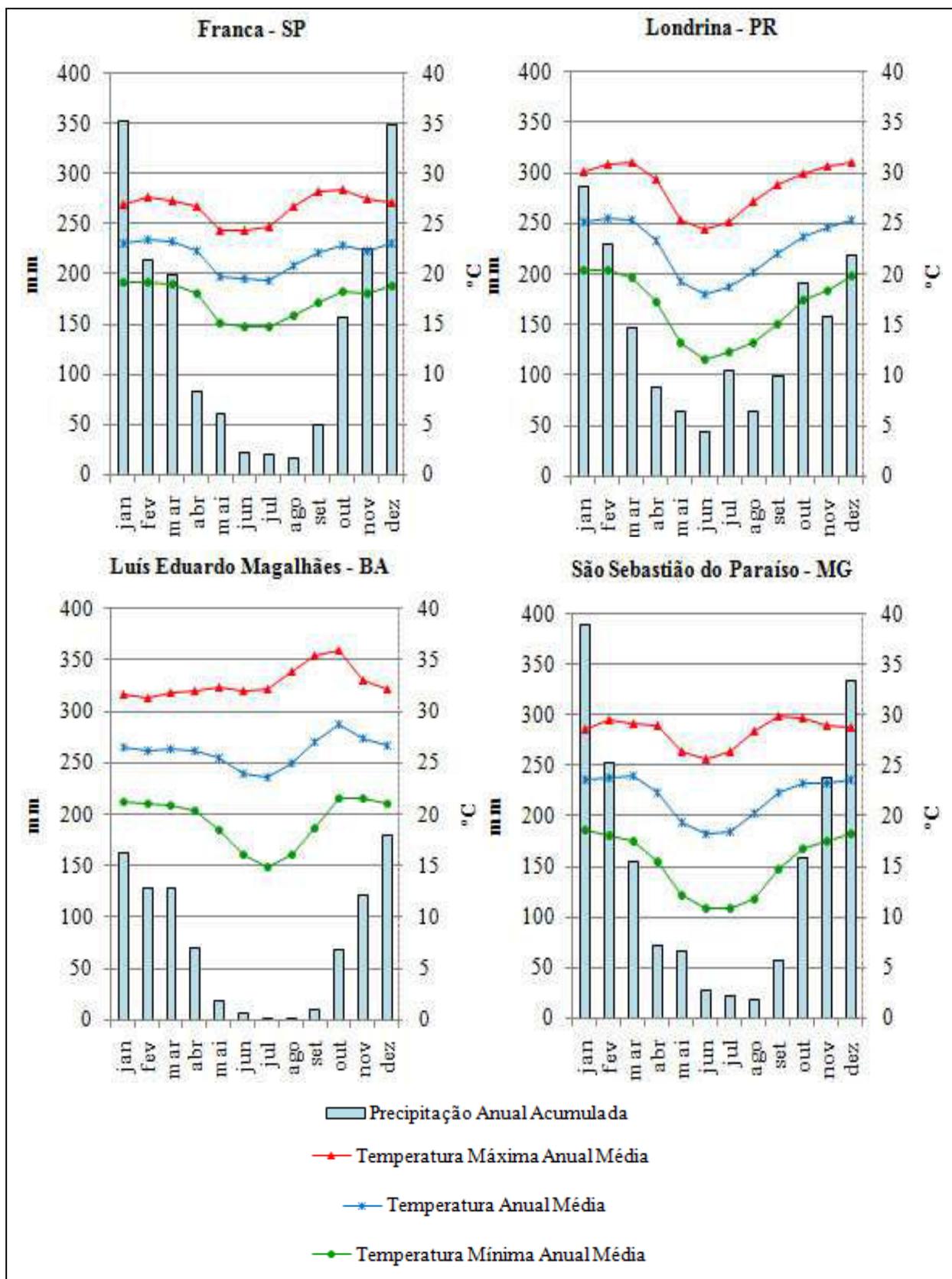
Na cidade de Franca, os meses mais quentes do ano, no período, foram entre setembro a abril (Figura 9), com média da temperatura de cada mês do período variando entre 22°C a 23°C e as máximas médias não excederam os 34°C. Este comportamento favorece a fase da florada, chumbinho e formação dos frutos (setembro a dezembro) que tem o potencial de proporcionar melhor produção se a temperatura média não ultrapassar tais limites, pois temperaturas superiores causam o abortamento floral (CAMARGO; CAMARGO, 2001; SARRAIPA, 2003; ASSAD et. al., 2004; FAZUOLI; THOMAZIELLO; CAMARGO, 2007).

Em média, Franca teve 135 dias com chuvas por ano que se concentraram nos meses de outubro a março, com índices pluviométricos mensais que variaram de 150mm a 360mm, no período. Dezembro e janeiro foram os meses mais chuvosos com precipitação média de 350mm e 354mm (Figura 9), respectivamente, sendo que dezembro teve em média 21 dias com chuva e janeiro 23 dias.

A distribuição das chuvas em Franca atendeu neste período, as exigências do cafeeiro, pois as fases fenológicas da vegetação e formação das gemas foliares (primeira fase), da florada, chumbinho e expansão dos frutos (terceira fase) e da granação (quarta fase) são aquelas que ocorrem nos meses de setembro a março e exigem maior disponibilidade hídrica. A maturação dos frutos (quinta fase) que ocorre de abril a junho se beneficiou com a queda dos índices pluviométricos do período. Os meses de junho e julho registraram os menores índices pluviométricos do ano, período em que é necessária a ocorrência de déficits hídricos para provocar a florada uniforme (PICINI et. al., 1999; CAMARGO; CAMARGO, 2001; PEZZOPANE et. al., 2003 ASSAD et. al., 2004; BARDIN-CAMPAROTO; CAMARGO; MORAES, 2012). Porém, é possível que a quantidade de chuvas até o mês de agosto, não tenha sido suficiente para induzir o florescimento. O nível adequado de chuvas pode ter sido atingido a partir de setembro.

A distribuição adequada das chuvas em Franca, durante o ciclo fenológico do cafeeiro explica a não tradição do cultivo irrigado na cidade (MARKCAFÉ, 2012). As condições climáticas favoráveis de Franca levaram Vegro e Assumpção (2003) a considerar que a cidade possui vocação natural para a cafeeicultura.

Figura 9 – Médias mensais de precipitação e temperatura, no período de 2002 a 2011 (*)



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

(*) Exceto Londrina, onde as informações referem-se ao período de 2006 a 2011.

Em Londrina, os meses de outubro a abril registraram as maiores temperaturas médias anuais, que oscilaram entre 24°C a 26°C. As temperaturas médias dos demais meses ficaram entre 18°C a 22°C (Figura 9).

A média para todos os meses na cidade de Londrina, foi superior a 60mm, exceto o mês de junho que teve 43mm de precipitação. Os meses de dezembro, janeiro e fevereiro registraram os maiores índices pluviométricos de 218mm, 286mm e 291mm, respectivamente. A primeira, terceira e quarta fases fenológicas, que ocorrem no período de setembro a março foram beneficiadas por índices pluviométricos adequados a cultura do café arábica no período.

O período da maturação, entre abril a junho, ocorreu com média da precipitação dos meses do período entre 43mm a 90mm, acima da média das demais localidades. Devido ao nível pluviométrico superior em Londrina, no período da maturação, as temperaturas precisam ser mais elevadas, pois assim a planta consegue completar os estádios de florescimento e maturação (PETEK, SERA; FONSECA, 2009). Sobre as condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento do cafeeiro em Londrina, estes autores constataram para o período de 2004 a 2006, a influência da disponibilidade hídrica sobre as condições térmicas nas fases da florada ao estágio cereja. Dessa forma, a aptidão ao cultivo do café deve-se às condições hídricas do local. Este comportamento pluviométrico explica a desnecessidade do uso da irrigação das lavouras em Londrina (MARKCAFÉ, 2012).

Os meses de outubro e novembro foram os meses mais quentes do ano, na cidade de Luís Eduardo Magalhães, com temperaturas médias de 29°C e 27°C, respectivamente. Os meses mais chuvosos foram de novembro a março, período em que a precipitação variou entre 122mm e 179mm (Figura 9).

As condições térmicas e hídricas da cidade de Luís Eduardo Magalhães não são adequadas ao plantio do café arábica, porém o que torna possível o sucesso da cafeicultura da cidade é a tecnologia de ponta empregada nas lavouras, principalmente aquela relacionada a irrigação. O objetivo da irrigação é o suprimento das deficiências hídricas da região e a elevação das exigências térmicas da planta (PETEK; SERA; FONSECA, 2009), para que as altas temperaturas do local sejam suportáveis. Embora a irrigação seja uma tecnologia de alto custo para o cafeicultor, ela tem a vantagem do controle do fornecimento de água para as lavouras de acordo com as necessidades em cada fase fenológica do cafeeiro.

Em São Sebastião do Paraíso, no período de 2003 a 2011, os meses mais quentes foram entre outubro a março com temperaturas médias variando entre 23°C e 24°C (Figura 9). Embora a temperatura média anual da cidade não ultrapasse o limite aceitável pelo cafeeiro (23°C), à época do florescimento e da expansão dos frutos que vai de setembro a dezembro foi comum a ocorrência de temperaturas médias entre 23°C e 24°C. Porém a elevação da temperatura neste período é acompanhada pelo aumento do índice pluviométrico, o que pode elevar a necessidade térmica da planta (PETEK; SERA; FONSECA, 2009). Os meses mais chuvosos foram de outubro a março com precipitação que variou de 154mm a 390mm (Figura 9). Dessa forma, as condições pluviométricas da região foram adequadas ao cultivo do café arábica, com o período chuvoso coincidindo com as necessidades da planta e o período de estiagem ocorreu na época da maturação e do repouso das gemas florais.

4.4 Síntese das principais observações sobre o comportamento do custo de produção e dos fatores climáticas, nas cidades estudadas

Franca e São Sebastião do Paraíso são as cidades que possuem os dois valores menores para o custo de produção do café arábica, de R\$ 9.577/ha e R\$ 8.667/ha, respectivamente, para o período analisado (Quadro 14). Estas duas cidades possuem condições climáticas semelhantes, quanto aos regimes pluviométricos e térmicos.

Quadro 14 – Síntese do comportamento do custo de produção do café arábica e das condições climáticas em cada cidade

Cidade	Custo total médio (R\$/ha)	Precipitação Acumulada (mm)	Frequência de chuvas (dias)	Temperatura Máxima Média (°C)	Temperatura Mínima Média (°C)	Temperatura Média (°C)
Luís Eduardo Magalhães	15.034	911	84	33	19	26
Londrina	10.849	1.690	120	29	17	23
Franca	9.577	1.752	135	27	17	22
São Sebastião do Paraíso	8.667	1.793	106	28	15	22

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da pesquisa.

As cidades de Luís Eduardo Magalhães e de Londrina possuem o primeiro e segundo maior custo de produção, respectivamente, conforme o Quadro 14. Nestas cidades foram

observadas as maiores temperaturas. Em Luís Eduardo Magalhães a distribuição de chuvas é semelhante aquela verificada em Franca e São Sebastião do Paraíso, porém a quantidade é inferior a estas cidades e aos níveis adequados à cafeicultura. No caso específico de Londrina, apesar dos índices anuais serem propícios a cultura, não foi observado um período de estiagem bem definido como ocorreu nas outras cidades.

4.5 Comportamento local do custo de produção do café arábica em relação aos fatores climáticos, por fases fenológicas

Os fatores climáticos, especialmente, as condições de precipitação e de temperatura, são relevantes para a cafeicultura. Diante disso, nesta seção foram apresentados os principais resultados das correlações simples (r) entre as variáveis climáticas e os principais componentes do custo de produção do café arábica (mão de obra, operações com máquinas, fertilizantes, defensivos e agrotóxicos e outros itens) para as cidades de Franca, Londrina, Luís Eduardo Magalhães e São Sebastião do Paraíso, separadamente.

Esta análise local pretendeu investigar o comportamento dos componentes de custos em relação à precipitação e temperatura em cada uma das fases fenológicas do cafeeiro.

4.5.1 Mão de Obra

O custo da mão de obra do café arábica correlacionou-se significativamente (sig. < 0,05) com a frequência acumulada de chuvas no primeiro e quinto trimestre (PFt1 e Pft5), com a temperatura máxima média no segundo e quinto trimestre (TMAXmt2 e TMAXmt5), com a temperatura média no terceiro trimestre (Tmt3) e com a precipitação acumulada no quinto trimestre (PA5), conforme Tabela 1.

A correlação entre o custo da mão de obra e a variável Pft1 em Franca (0,79) e Londrina (0,83), conforme Tabela 1, está relacionado com o aumento da produtividade, provocado pelas condições desta variável climática na fase fenológica da máxima vegetação. Sabe-se que o primeiro trimestre (jan – fev - mar) corresponde aos três últimos meses da fase vegetativa do cafeeiro. Este período necessita do aumento potencial hídrico, pois tal condição

favorece a boa formação das gemas vegetativas que serão induzidas em gemas florais (WEILL, 1999; ARRUDA et. al., 2000). Portanto, as condições hídricas neste período interferem na produtividade da planta. Porém a quantidade de chuvas, em dado período, não é suficiente para definir se as condições pluviométricas do local foram adequadas. É necessário observar, também, a distribuição dessas chuvas (THOMAZIELLO et. al., 2000; CANECHIO FILHO, 2001; PEREIRA; PEREIRA; CAMARGO, 2008).

Em Franca, este trimestre (jan – fev – mar) foi o mais chuvoso do ano, pois concentrou, em média, 44% do total das chuvas anuais distribuídas em 56 dias, que correspondeu a uma precipitação média diária, neste trimestre, de 13,7mm. Em Londrina a concentração de chuvas no mesmo período foi de 39%, em média, das chuvas anuais, distribuídas em 45 dias, ou seja, em média 14,7mm diários de precipitação pluviométrica. No caso do custo da mão de obra em Luís Eduardo Magalhães e em São Sebastião do Paraíso, que não correlacionou-se com a PFT1, a média diária de chuvas no trimestre foi de 11,4mm e 19,3mm, respectivamente.

Dessa forma, as condições pluviométricas em Franca e Londrina, neste trimestre, podem ter provocado aumentos de produtividade. Este incremento na produção requer maior emprego de mão de obra, principalmente, na fase da colheita, que é a fase mais onerosa do cultivo (SILVA; SALVADOR; PÁDUA, 2000; VEGRO; MARTIN; MORICOCHI, 2000; OLIVEIRA et. al., 2007; COSTA et. al., 2009a). Este resultado é coerente com o predomínio da colheita manual do café em Franca (BLISKA, et. al. 2009; ANUÁRIO BRASILEIRO DO CAFÉ, 2012) e com o processo de colheita seletiva em Londrina (MARKCAFÉ, 2012). Corroboram ainda, com Arruda et. al. (2000), que observaram correlação positiva entre a produção e a frequência de chuvas neste período de máxima vegetação (jan – fev – mar).

A correlação positiva da Tmt3 com a mão de obra em Franca (0,68), conforme a Tabela 1, aparentemente é contrária a literatura, pois existem evidências de que as correlações da produção com a temperatura são sempre positivas, exceto, na época do florescimento (WEILL et. al., 1999; ARRUDA et. al., 2000; IAFFE et. al., 2000; SANTOS; CAMARGO, 2006; GASPARI-PEZZOPANE et. al., 2009). Temperaturas elevadas neste período provocam o abortamento floral e queda de produtividade, portanto esperava-se correlação negativa da mão de obra com Tmt3, pois este estágio do florescimento inicia-se a partir de setembro.

Tabela 1 – Coeficientes de correlação simples (r) entre o custo da mão de obra e as variáveis climáticas

Variáveis Climáticas	Fase ou Estádio Fenológico	Franca (*)		Londrina (*)		Luís Eduardo Magalhães (*)		São Sebastião do Paraíso (**)	
		r	sig.	r	sig.	r	sig.	r	sig.
PA _{t1}	MV	0,26	0,46	0,41	0,42	0,19	0,59	0,04	0,91
PA _{t2}	IGF	-0,21	0,56	0,54	0,27	-0,23	0,51	0,48	0,16
PA _{t3}	GD / GE / A / F	0,37	0,30	0,35	0,50	0,32	0,37	0,02	0,96
PA _{t4}	F / CH / EF	-0,05	0,90	0,66	0,16	-0,07	0,85	0,32	0,37
PA _{t5}	G	-0,12	0,75	-0,36	0,48	0,78	0,01	-0,47	0,17
PA _{t6}	M	-0,36	0,31	0,49	0,32	0,00	1,00	0,33	0,35
PF _{t1}	MV	0,79	0,01	0,83	0,04	0,38	0,28	-0,09	0,80
PF _{t2}	IGF	0,01	0,97	0,07	0,90	-0,14	0,69	0,44	0,21
PF _{t3}	GD / GE / A / F	0,06	0,86	0,54	0,27	0,25	0,49	-0,39	0,26
PF _{t4}	F / CH / EF	0,57	0,08	0,25	0,64	0,23	0,53	0,28	0,44
PF _{t5}	G	0,23	0,52	0,19	0,71	0,66	0,04	-0,25	0,49
PF _{t6}	M	-0,05	0,89	-0,10	0,85	0,07	0,85	0,21	0,56
TMAX _{mt1}	MV	0,60	0,07	-0,29	0,58	0,00	0,99	-0,50	0,14
TMAX _{mt2}	IGF	0,05	0,88	-0,31	0,54	0,48	0,16	-0,67	0,03
TMAX _{mt3}	GD / GE / A / F	0,61	0,06	-0,49	0,32	0,17	0,63	0,24	0,51
TMAX _{mt4}	F / CH / EF	0,04	0,91	-0,76	0,08	0,58	0,08	0,36	0,30
TMAX _{mt5}	G	0,64	0,05	0,22	0,68	-0,40	0,25	0,16	0,65
TMAX _{mt6}	M	0,44	0,20	-0,67	0,15	-0,17	0,63	0,26	0,47
TMIN _{mt1}	MV	0,40	0,25	0,13	0,81	0,17	0,64	0,09	0,80
TMIN _{mt2}	IGF	-0,52	0,12	-0,32	0,53	-0,26	0,47	-0,02	0,96
TMIN _{mt3}	GD / GE / A / F	0,50	0,14	0,47	0,35	0,14	0,70	0,27	0,45
TMIN _{mt4}	F / CH / EF	-0,36	0,31	-0,30	0,57	-0,31	0,38	-0,15	0,68
TMIN _{mt5}	G	0,01	0,99	0,08	0,88	0,37	0,29	-0,01	0,99
TMIN _{mt6}	M	-0,39	0,26	-0,39	0,45	-0,37	0,29	0,19	0,60
T _{mt1}	MV	0,53	0,11	-0,14	0,78	0,06	0,87	0,01	0,99
T _{mt2}	IGF	-0,25	0,49	-0,35	0,50	0,28	0,43	-0,25	0,49
T _{mt3}	GD / GE / A / F	0,68	0,03	-0,27	0,60	0,19	0,60	0,16	0,65
T _{mt4}	F / CH / EF	-0,11	0,75	-0,61	0,20	0,46	0,18	0,33	0,35
T _{mt5}	G	0,39	0,26	0,24	0,65	-0,21	0,56	0,10	0,78
T _{mt6}	M	0,03	0,94	-0,64	0,17	-0,32	0,37	0,07	0,85

Teste Shapiro-Wilk (ver teste de normalidade no Apêndice I):

(*) Distribuição normal: correlação de Pearson

(**) Distribuição não-normal: correlação de Spearman

Variáveis Climáticas:

PA – Precipitação Acumulada (mm); PF – Frequência de Chuvas (nº dias); TMAX_m – Temperatura Máxima média; TMIN_m (°C); Temperatura Mínima média (°C); T_m – Temperatura média (°C).

Fase ou Estádio Fenológico:

MV – Máxima Vegetação; IGF – Indução das Gemas Florais; GD – Gema Dormente; GE – Gema Entumescida; A – Abotoado; F- Florada; CH – Chumbinho; EF – Expansão dos Frutos; G – Granação; M – Maturação.

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da pesquisa.

A T_{mt3} marca os dois últimos meses do segundo ano fenológico (julho e agosto) e o início do segundo (setembro). Os meses de julho e agosto correspondem ao estágio da gema dormente (PEZZOPANE et. al., 2003), que depende de estresses hídricos moderados para provocar a florada uniforme a partir de setembro. Esta condição é adequada em Franca, pois os índices pluviométricos médios dos meses de junho a agosto foram mais baixos do ano. As

condições térmicas de Franca também são bastante favoráveis, uma vez que a TMAXmt3 e Tmt3 ficaram em torno de 26°C e 21°C, respectivamente, ou seja, não são suficientes para prejudicar o florescimento. É possível que estas condições favoráveis não tenham provocado efeitos negativos sobre a produção, por isso a divergência em relação aos estudos citados anteriormente.

A correlação positiva da mão de obra com a TMAXmt5 (0,64) em Franca (Tabela 1), pode ser resultante da interferência da disponibilidade hídrica nas exigências térmicas da planta na fase da granação. No quinto trimestre (jan – fev – mar) ocorre a granação dos frutos ou estádios grão verde e verde cana, fase que exige bons índices pluviométricos para evitar a má formação dos grãos e, conseqüente queda na produtividade (CAMARGO; CAMARGO, 2001; PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008). No estágio grão verde a diminuição da disponibilidade hídrica reduz a necessidade térmica da planta e vice-versa (PETEK; SERA; FONSECA, 2009). Assim, devido ao fato de que este é o período em que concentra os maiores índices pluviométricos nesta cidade, a elevação moderada da temperatura pode ter beneficiado o desempenho do cafeeiro. Ademais, foram identificadas correlações positivas com a temperatura máxima na fase da granação por Weill et. al. (1999).

Neste mesmo trimestre a mão de obra na cidade de Luís Eduardo Magalhães correlacionou-se positivamente com a PAT5 (0,78) e PFt5 (0,66), conforme Tabela 1. Na fase da granação (jan – fev – mar) observou-se a maior concentração pluviométrica na cidade. Neste trimestre ocorreram 46% das chuvas, distribuídas em 37 dias, o que resultou numa precipitação média de 11,4mm diários. A importância das chuvas na fase da granação ficou evidenciada em outros estudos, pois já foi observada a correlação positiva entre a produção e a frequência de chuvas nesta fase (ARRUDA et. al., 2000). Porém este resultado contraria Weill et. al. (1999) que encontraram correlações negativas significativas entre a frequência de chuvas e a produção na fase da granação.

No caso da cidade de Luís Eduardo Magalhães as temperaturas registradas no quinto trimestre são as mais altas em relação às demais localidades estudadas. Tal fato justifica a necessidade do aumento do potencial hídrico, neste período, para que a produtividade não seja prejudicada. As temperaturas máximas atingiram em média 32°C e as médias ficaram em torno de 26°C neste trimestre. Assim, em função das altas temperaturas da cidade, o aumento do potencial hídrico beneficia a produtividade e, conseqüentemente, aumenta os gastos com mão de obra. Porém, ressalta-se que o perfil irrigado da cafeicultura nesta cidade, torna as lavouras menos dependentes das condições pluviométricas. Além disso, devido ao emprego da mecanização a necessidade de mão de obra é reduzida.

Em São Sebastião do Paraíso os gastos com a mão de obra correlacionaram-se negativamente com a TMAXmt2, cujo coeficiente foi de -0,67 (Tabela 1). No segundo trimestre (abr – mai - jun) ocorre a fase fenológica da indução e maturação das gemas florais e a partir de junho estas gemas maduras entram em dormência (PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO 2008). Esta correlação negativa pode ser explicada pelo fato de que a fase da dormência requer a estiagem para favorecer a florada uniforme na fase subsequente, portanto a planta necessita de temperaturas mais amenas. Assim, a correlação negativa entre os gastos com mão de obra e a temperatura máxima média em São Sebastião do Paraíso, no segundo trimestre, relaciona-se com a queda de produtividade ocasionada pela elevação da temperatura.

4.5.2 Operações com Máquinas

O custo das operações com máquinas correlacionou significativamente (sig. < 0,05) com a precipitação acumulada no terceiro, quarto e sexto trimestres (PA3, PA4 e PA6), com a temperatura mínima média no quarto, quinto e sexto trimestre (TMINmt4, TMINmt5 e TMINmt6) e com a frequência de chuvas no sexto trimestre (PFt6), conforme Tabela 2.

A cafeicultura em Franca apresentou correlação positiva (0,70) entre o custo das operações com máquinas e a Pft4 (Tabela 2). No quarto trimestre (out – nov – dez) é necessária a ocorrência do aumento dos índices pluviométricos para favorecer a expansão e o crescimento dos frutos para garantir bons níveis de produtividade. Assim, o aumento dos gastos com a mecanização pode estar relacionado com o aumento da produtividade ocasionado pelas condições pluviométricas adequadas no período, pois torna necessária a intensificação dos serviços das máquinas na fase da colheita. Este resultado corrobora com Weill et. al. (1999), pois este estudo evidenciou correlações positivas da produtividade com a frequência de chuvas no florescimento. Mas contraria Arruda et. al. (2000) que encontraram correlação negativa da produção com a frequência de chuvas nesta fase. No entanto, esta discordância pode estar relacionada com o fato de que a chuva em abundância no início do florescimento, que pode ocorrer até por volta de outubro, provoca floradas indefinidas ou sucessivas. Assim, a maturação dos frutos também não ocorre de forma uniforme, acarretando em perdas de produtividade no momento da colheita (CAMARGO; CAMARGO, 2001; GASPARI-PEZZOPANE et. al., 2009).

Tabela 2 – Coeficientes de correlação simples (r) entre o custo de operações com máquinas as e variáveis climáticas

Variáveis Climáticas	Fase ou Estádio Fenológico	Franca (**)		Londrina (*)		Luís Eduardo Magalhães (*)		Sao Sebastião do Paraíso (**)	
		r	sig.	r	sig.	r	sig.	r	sig.
PA _{t1}	MV	-0,38	0,27	0,06	0,90	-0,01	0,98	-0,47	0,17
PA _{t2}	IGF	0,25	0,49	-0,55	0,25	0,39	0,26	-0,09	0,80
PA _{t3}	GD / GE / A / F	-0,08	0,83	0,05	0,93	-0,63	0,05	0,04	0,91
PA _{t4}	F / CH / EF	0,70	0,03	-0,10	0,85	-0,45	0,19	0,39	0,26
PA _{t5}	G	0,35	0,33	0,66	0,15	-0,35	0,33	-0,32	0,37
PA _{t6}	M	-0,47	0,17	-0,85	0,03	0,18	0,62	-0,78	0,01
PF _{t1}	MV	-0,03	0,93	-0,67	0,15	-0,08	0,83	0,25	0,49
PF _{t2}	IGF	0,53	0,12	-0,06	0,91	0,30	0,41	-0,24	0,50
PF _{t3}	GD / GE / A / F	0,04	0,91	-0,25	0,63	-0,35	0,32	0,25	0,49
PF _{t4}	F / CH / EF	0,46	0,18	0,41	0,42	-0,38	0,28	0,25	0,48
PF _{t5}	G	0,43	0,21	0,17	0,75	-0,57	0,09	-0,20	0,58
PF _{t6}	M	-0,48	0,16	-0,38	0,46	-0,10	0,78	-0,78	0,01
TMAX _{mt1}	MV	-0,28	0,43	0,59	0,22	0,26	0,46	-0,03	0,93
TMAX _{mt2}	IGF	-0,62	0,05	0,60	0,21	-0,43	0,21	-0,14	0,70
TMAX _{mt3}	GD / GE / A / F	-0,02	0,96	0,18	0,73	-0,46	0,18	0,16	0,65
TMAX _{mt4}	F / CH / EF	-0,33	0,35	0,44	0,39	-0,14	0,71	0,13	0,73
TMAX _{mt5}	G	0,39	0,26	-0,52	0,29	0,35	0,32	0,07	0,85
TMAX _{mt6}	M	0,36	0,31	0,59	0,22	-0,21	0,56	0,10	0,78
TMIN _{mt1}	MV	-0,58	0,08	0,14	0,79	-0,07	0,84	0,31	0,38
TMIN _{mt2}	IGF	-0,09	0,80	0,44	0,38	0,05	0,89	-0,52	0,13
TMIM _{mt3}	GD / GE / A / F	-0,18	0,63	0,05	0,92	-0,13	0,71	-0,10	0,78
TMIM _{mt4}	F / CH / EF	-0,22	0,53	0,60	0,20	0,64	0,05	-0,03	0,93
TMIN _{mt5}	G	0,43	0,21	0,42	0,41	-0,50	0,14	0,72	0,02
TMIN _{mt6}	M	0,09	0,80	0,02	0,97	-0,08	0,84	-0,70	0,03
Tmt1	MV	-0,41	0,24	0,42	0,40	0,28	0,44	0,13	0,73
Tmt2	IGF	-0,41	0,24	0,58	0,22	-0,36	0,30	-0,56	0,09
Tmt3	GD / GE / A / F	-0,21	0,57	0,23	0,66	-0,24	0,51	0,20	0,58
Tmt4	F / CH / EF	-0,22	0,53	0,62	0,19	0,01	0,98	0,05	0,88
Tmt5	G	0,53	0,11	-0,15	0,78	0,24	0,51	0,31	0,38
Tmt6	M	0,19	0,60	0,41	0,42	-0,20	0,59	-0,50	0,14

Teste Shapiro-Wilk (ver teste de normalidade no Apêndice I):

(*) Distribuição normal: correlação de Pearson

(**) Distribuição não-normal: correlação de Spearman

Variáveis Climáticas:

PA – Precipitação Acumulada (mm); PF – Frequência de Chuvas (n° dias); TMAX_m – Temperatura Máxima média; TMIN_m (°C); Temperatura Mínima média (°C); T_m – Temperatura média (°C).

Fase ou Estádio Fenológico:

MV – Máxima Vegetação; IGF – Indução das Gemas Florais; GD – Gema Dormente; GE – Gema Entumescida; A – Abotoado; F- Florada; CH – Chumbinho; EF – Expansão dos Frutos; G – Granação; M – Maturação.

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da pesquisa.

No caso de Franca, de maneira geral, prevaleceram condições favoráveis de estiagem na fase de repouso ou dormência das gemas florais, pois foram registrados os menores índices pluviométricos mensais de 19mm, em média, nos meses de junho, julho e agosto. Tal comportamento provoca a florada uniforme a partir de setembro com início do aumento das

chuvas, quando em média ocorreu precipitação de 48mm. Dessa forma, no trimestre de out – nov - dez o aumento de dias com chuvas beneficia o pegamento dos frutos.

Embora a colheita em Franca seja predominantemente manual, a mecanização desta fase tem sido crescente nas propriedades (BLISKA et. al., 2009; ANUÁRIO BRASILEIRO DO CAFÉ, 2012). Por este motivo o custo das operações com máquinas pode estar refletindo as condições climáticas da região.

Houve correlação inversa entre as operações com máquinas e a PAT3 de -0,63 (Tabela 2), no terceiro trimestre (jul – ago – set), na cidade de Luís Eduardo Magalhães. Este resultado contraria Weill et. al. (1999) e Iaffe et. al. (2000), pois estes autores encontraram correlações positivas da produção com a precipitação acumulada nas fases do abotoado e da florada. Mas tal resultado justifica-se, em Luís Eduardo Magalhães, devido a composição do valor das operações com máquinas, a qual destaca a participação de mais de 50%, em média, dos gastos com irrigação. Dessa forma, o aumento da quantidade de chuvas em períodos adequados pode provocar a redução destes gastos e, conseqüentemente, a redução do custo das operações com máquinas.

No quarto trimestre (out – nov – dez) houve correlação positiva entre as operações com máquinas e TMINmt4 de 0,64 (Tabela 2), na cidade de Luís Eduardo Magalhães. A importância da temperatura do mês de novembro já havia sido ressaltada em zoneamento agroclimático para o cultivo do café arábica na região. Esta temperatura foi um dos parâmetros que definiu a aptidão da região para a cafeicultura (SILVA et. al., 2000a). Iaffe et. al. (2000) encontrou correlação negativa da produtividade com a temperatura máxima nos meses de novembro e dezembro, ou seja, resultado contrário ao evidenciado na cidade de Luís Eduardo Magalhães. Porém no caso desta cidade a correlação positiva pode ser resultado da necessidade do aumento dos gastos com a irrigação para suprir as exigências hídricas da planta, ocasionadas pelo aumento da temperatura. Esta interferência da disponibilidade hídrica na exigência térmica do cafeeiro foi comportamento estudado por Assad et. al. (2000) e Petek, Sera, Fonseca (2009). O aumento dos custos de produção do café ocasionado pela irrigação foi identificado na região de Garça, em São Paulo, devido a estiagem no período de formação da lavoura (VEGRO; ASSUMPCÃO, 2003).

A precipitação acumulada do sexto trimestre (PAT6) foi correlacionada negativamente com o custo das operações com máquinas em Londrina (-0,85) e São Sebastião do Paraíso (-0,78), conforme a Tabela 2. Nesta última cidade observou-se também a correlação negativa entre operações máquinas e a frequência acumulada de chuvas (PFt6) de -0,78. No sexto trimestre (abr – mai – jun) ocorre a maturação dos frutos e esta fase fenológica

é beneficiada por estiagens, portanto o aumento da quantidade de chuvas é prejudicial à produtividade. Este resultado é condizente com aquele encontrado por Weill et. al. (1999), em que ficou evidenciado correlações negativas da produção tanto com a precipitação acumulada quanto com a frequência das chuvas na fase da maturação. As perdas de produtividade provocadas pelo aumento destas variáveis climáticas podem refletir nos gastos de operações com máquinas, devido ao emprego das mesmas na colheita. Destaca-se ainda, o predomínio da colheita manual nas duas cidades, embora a mecanização desta fase tem aumentado, especialmente em São Sebastião do Paraíso. Os gastos com a mecanização das lavouras de Londrina representaram em torno de 6% do custo total médio do período, e ocorre através do aluguel de máquinas (BRASIL, 2012b). Em São Sebastião do Paraíso estes gastos corresponderam a 9% do custo total médio do período, sendo que 68% dos gastos com a mecanização referem-se ao emprego de máquinas próprias e 32% ao aluguel de máquinas (BRASIL, 2012b).

Em São Sebastião do Paraíso ocorreu a correlação negativa entre o custo das operações com máquinas e as temperaturas mínimas médias no quinto e sexto trimestre (TMINmt5 e TMINmt6) de 0,72 e -0,70, respectivamente (Tabela 2). No primeiro caso a correlação positiva entre as operações com máquinas e a TMINmt5 deve-se a interferência da disponibilidade hídrica na necessidade térmica do cafeeiro na fase da granação. Como no quinto trimestre ocorreram os maiores índices de pluviométricos em São Sebastião do Paraíso, elevações na temperatura podem beneficiar a produtividade dos cafezais. No segundo caso a correlação negativa com a TMINmt6 contraria Weill et. al. (1999) e corrobora com Arruda et. al. (2000). Para os primeiros autores existem evidências de que as produções sempre apresentam correlação positiva com o aumento da temperatura mínima na fase da maturação. Já os segundos encontraram correlação negativa da produção com a temperatura mínima nesta fase. A maturação que ocorre no sexto trimestre é favorecida pela elevação da temperatura, dentro dos limites toleráveis pelo cafeeiro, portanto esperava-se correlação positiva entre o custo das operações com máquinas e a TMINmt6.

4.5.3 Fertilizantes

Os gastos com fertilizantes foi o componente de custo que correlacionou com o maior número de variáveis climáticas significativas (sig. < 0,05). Das 13 variáveis climáticas

correlacionadas com fertilizantes cinco foram de precipitação (PA_{t5}, PF_{t2}, PF_{t4}, PF_{t5} e PF_{t6}) e oito de temperatura (TMAX_{tmt1}, TMAX_{tmt2}, TMAX_{tmt5}, TMAX_{tmt6}, TMIN_{tmt3}, TMIN_{tmt4}, Tmt₄ e Tmt₅), conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Coeficientes de correlação simples (*r*) entre o custo de fertilizantes e as variáveis climáticas

Variáveis Climáticas	Fase ou Estádio Fenológico	Franca (*)		Londrina (*)		Luís Eduardo Magalhães (*)		Sao Sebastião do Paraíso (*)	
		<i>r</i>	sig.	<i>r</i>	sig.	<i>r</i>	sig.	<i>R</i>	sig.
PA _{t1}	MV	0,45	0,19	-0,07	0,89	-0,06	0,87	0,51	0,13
PA _{t2}	IGF	0,18	0,61	0,64	0,17	-0,59	0,07	0,28	0,43
PA _{t3}	GD / GE / A / F	-0,52	0,13	-0,36	0,48	0,36	0,31	-0,04	0,92
PA _{t4}	F / CH / EF	-0,32	0,37	-0,12	0,81	0,16	0,67	-0,55	0,10
PA _{t5}	G	-0,45	0,20	-0,74	0,09	0,78	0,01	0,17	0,64
PA _{t6}	M	0,53	0,12	0,74	0,10	0,19	0,60	0,51	0,13
PF _{t1}	MV	-0,41	0,24	0,55	0,26	-0,01	0,97	0,16	0,65
PF _{t2}	IGF	-0,31	0,38	0,00	0,99	-0,74	0,01	0,42	0,23
PF _{t3}	GD / GE / A / F	-0,45	0,19	-0,06	0,90	-0,06	0,87	-0,53	0,12
PF _{t4}	F / CH / EF	-0,49	0,15	-0,33	0,53	0,26	0,47	-0,66	0,04
PF _{t5}	G	-0,14	0,69	-0,05	0,93	0,82	0,00	0,24	0,51
PF _{t6}	M	0,76	0,01	0,25	0,64	0,22	0,55	0,57	0,08
TMAX _{tmt1}	MV	-0,12	0,74	-0,56	0,24	-0,01	0,99	-0,63	0,05
TMAX _{tmt2}	IGF	0,09	0,81	-0,70	0,12	0,87	0,00	0,04	0,91
TMAX _{tmt3}	GD / GE / A / F	-0,12	0,75	0,13	0,81	0,31	0,38	-0,10	0,78
TMAX _{tmt4}	F / CH / EF	0,05	0,89	-0,55	0,26	0,61	0,06	0,44	0,20
TMAX _{tmt5}	G	-0,89	0,00	0,48	0,34	-0,53	0,12	-0,16	0,65
TMAX _{tmt6}	M	-0,82	0,00	-0,51	0,30	-0,12	0,74	-0,30	0,39
TMIN _{tmt1}	MV	0,09	0,80	0,00	0,99	-0,40	0,25	-0,29	0,42
TMIN _{tmt2}	IGF	0,21	0,56	-0,44	0,38	-0,54	0,11	0,00	0,99
TMIM _{tmt3}	GD / GE / A / F	-0,71	0,02	-0,32	0,53	0,03	0,94	-0,30	0,40
TMIM _{tmt4}	F / CH / EF	0,05	0,89	-0,85	0,03	0,16	0,66	-0,46	0,18
TMIN _{tmt5}	G	-0,57	0,08	-0,43	0,39	0,38	0,28	-0,03	0,94
TMIN _{tmt6}	M	0,06	0,88	-0,10	0,85	0,02	0,96	0,10	0,78
Tmt ₁	MV	-0,04	0,91	-0,34	0,52	-0,17	0,63	0,35	0,33
Tmt ₂	IGF	0,16	0,65	-0,65	0,17	0,45	0,19	0,02	0,97
Tmt ₃	GD / GE / A / F	0,09	0,81	-0,01	0,98	0,18	0,62	-0,53	0,11
Tmt ₄	F / CH / EF	0,19	0,60	-0,83	0,04	0,59	0,07	-0,01	0,98
Tmt ₅	G	-0,83	0,00	0,11	0,84	-0,30	0,40	-0,28	0,43
Tmt ₆	M	-0,50	0,14	-0,40	0,44	-0,09	0,80	-0,06	0,87

Teste Shapiro-Wilk (ver teste de normalidade no Apêndice I):

(*) Distribuição normal: correlação de Pearson

(**) Distribuição não-normal: correlação de Spearman

Variáveis Climáticas:

PA – Precipitação Acumulada (mm); PF – Frequência de Chuvas (n° dias); TMAX_m – Temperatura Máxima média; TMIN_m (°C); Temperatura Mínima média (°C); T_m – Temperatura média (°C).

Fase ou Estádio Fenológico:

MV – Máxima Vegetação; IGF – Indução das Gemas Florais; GD – Gema Dormente; GE – Gema Entumescida; A – Abotoado; F- Florada; CH – Chumbinho; EF – Expansão dos Frutos; G – Granação; M – Maturação.

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da pesquisa.

De maneira geral as temperaturas que correlacionaram com os gastos com fertilizantes, para as cidades estudadas foi negativamente, exceto em Luís Eduardo Magalhães.

As correlações com a TMINmt3 (-0,71), TMAXmt5 (-0,89) e Tmt5 (-0,83) em Franca, com a TMINmt4 (-0,85) e Tmt4 (-0,83) em Londrina e com a TMAXmt1 (-0,63) em São Sebastião do Paraíso podem estar relacionadas com a necessidade do aumento da temperatura para favorecer a absorção da adubação foliar. Tal procedimento é recomendado nos meses de janeiro, fevereiro, março, setembro, outubro e novembro (MALAVOLTA 1986; THOMAZIELLO et. al., 2000).

Os meses de janeiro, fevereiro e março compõem o primeiro e quinto trimestre, setembro marca o último mês do terceiro trimestre e os meses de outubro e novembro são os primeiros meses do quarto trimestre. É possível que as condições climáticas favoráveis à absorção possam reduzir os custos com fertilizantes, pois possibilitaria a redução de aplicações subsequentes.

A correlação com TMAXmt6 (-0,82) em Franca e com a TMAXmt2 (0,87) em Luís Eduardo Magalhães não podem ser explicadas a partir da literatura, pois nos meses de abril, maio e junho, que correspondem tanto ao segundo quanto ao sexto trimestre, não é recomendada a adubação foliar.

Para as variáveis de precipitação não foi evidenciada nenhuma correlação com fertilizantes na cidade de Londrina. A correlação negativa dos custos com fertilizantes com a PFt4 (-0,66) em São Sebastião do Paraíso pode ser explicada pela necessidade de umidade para favorecer a absorção dos nutrientes aplicados ao solo, principalmente aqueles a base de nitrato, fósforo e potássio – cobertura NPK, recomendados neste trimestre (out-nov-dez) (MALAVOLTA, 1986; THOMAZIELLO et. al., 2000; FERNANDES et. al., 2009). As correlações de fertilizantes com a PFt6 (0,76), em Franca e com a PFt2 (-0,74) na cidade de Luís Eduardo Magalhães aparentemente não encontram respaldo teórico, pois estes trimestres ocorrem nos meses de abril, maio e junho, quando não é comum a aplicação da cobertura NPK.

As correlações com a PAT5 (0,78) e com a PFt5 (0,82), na cidade de Luís Eduardo Magalhães, aparentemente contrariam a literatura. Nos meses de janeiro, fevereiro e março o aumento das chuvas favorece a absorção dos nutrientes fornecidos pelas coberturas NPK, portanto esperava-se correlação negativa de fertilizantes com a precipitação neste período. Os nutrientes que compõem a cobertura NPK são sujeitos a lixiviação na ocorrência de chuvas intensas, mas na cidade de Luís Eduardo Magalhães os índices pluviométricos deste período,

são os menores em relação às demais cidades estudadas. Este comportamento das chuvas na cidade talvez não seja suficiente para remover a adubação do solo e provocar o aumento no consumo de fertilizantes devido a necessidade de aplicações subsequentes.

4.5.4 Defensivos e Agrotóxicos

O custo dos defensivos e agrotóxicos foi correlacionado com as condições pluviométricas na cidade de Franca e Luís Eduardo Magalhães significativamente (sig. 5%), conforme Tabela 4.

Em Londrina e São Sebastião do Paraíso não foi registrada nenhuma relação entre os atributos climáticos e os gastos com este componente. No caso de Londrina este resultado pode estar associado à resistência das cultivares plantadas a pragas e doenças. Desta forma, elas são menos dependentes das condições climáticas que favorecem ou prejudicam a infestação de pragas nos cafezais. Em São Sebastião do Paraíso não foi encontrada nenhuma evidência relacionada à ausência da influência das condições climáticas sobre o custo dos defensivos e agrotóxicos.

A frequência acumulada de chuvas no primeiro e quarto trimestre (PFt1 e Pft4) correlacionou negativamente com o custo de defensivos e agrotóxicos em Franca. A precipitação acumulada no terceiro trimestre (PA3) e a frequência acumulada de chuvas no quinto trimestre (PFt5) apresentou correlação positiva com o custo de defensivos e agrotóxicos na cidade de Luís Eduardo Magalhães (Tabela 4).

Em Franca, a correlação negativa entre os gastos com defensivos e agrotóxicos e o número de dias com chuvas no primeiro e quarto trimestre, pode estar relacionado com o fato de que em períodos chuvosos os níveis de infestação de algumas pragas são reduzidos, como é o caso do bicho-mineiro e da ferrugem das folhas (PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008). No primeiro caso, estes autores esclarecem que as condições que favorecem a proliferação do inseto são ambientes quentes e secos. As chuvas prejudicam o vôo dos adultos e dificulta a oviposição, além de lavar as folhas do cafeeiro e remover os ovos. Em relação à ferrugem das folhas, Pereira, Camargo e Camargo (2008) dizem que locais e épocas mais úmidas favorecem os ataques desta doença, porém as chuvas intensas podem lavar as folhas e remover os esporos para o solo. Em Franca no primeiro e quarto trimestres são registrados os maiores índices pluviométricos e o maior número de dias com chuvas durante o ano, o que

parece ter sido benéfico ao controle de pragas. Tal fato pode ter refletido nos gastos com defensivos e agrotóxicos, pois resultou na correlação negativa com a Pft1 e Pft4 de -0,76 e -0,65, respectivamente.

Tabela 4 – Coeficientes de correlação simples (r) entre o custo de defensivos e agrotóxicos e as variáveis climáticas

Variáveis Climáticas	Fase ou Estádio Fenológico	Franca (*)		Londrina (*)		Luís Eduardo Magalhães (*)		Sao Sebastião do Paraíso (*)	
		r	sig.	r	sig.	R	sig.	r	sig.
PAt1	MV	-0,27	0,45	-0,25	0,63	-0,09	0,81	-0,46	0,18
PAt2	IGF	0,09	0,80	-0,80	0,06	-0,22	0,55	0,34	0,34
PAt3	GD / GE / A / F	-0,34	0,34	-0,34	0,51	0,70	0,02	0,13	0,72
PAt4	F / CH / EF	-0,05	0,90	-0,38	0,46	0,09	0,81	-0,40	0,26
PAt5	G	0,15	0,68	0,23	0,66	0,53	0,11	-0,12	0,75
PAt6	M	0,50	0,14	-0,35	0,50	-0,03	0,94	-0,03	0,93
Pft1	MV	-0,76	0,01	-0,59	0,22	-0,01	0,98	-0,03	0,94
Pft2	IGF	-0,12	0,74	-0,34	0,51	-0,31	0,38	0,20	0,58
Pft3	GD / GE / A / F	-0,03	0,93	-0,55	0,26	0,50	0,14	0,13	0,73
Pft4	F / CH / EF	-0,65	0,04	-0,25	0,63	0,18	0,62	-0,18	0,61
Pft5	G	-0,45	0,19	-0,45	0,37	0,65	0,04	0,18	0,62
Pft6	M	0,04	0,91	0,25	0,64	0,16	0,66	0,02	0,96
TMAXmt1	MV	-0,49	0,15	0,58	0,23	0,02	0,95	-0,32	0,36
TMAXmt2	IGF	0,16	0,66	0,60	0,21	0,46	0,18	-0,14	0,70
TMAXmt3	GD / GE / A / F	-0,53	0,12	0,51	0,30	0,36	0,31	-0,32	0,37
TMAXmt4	F / CH / EF	0,04	0,90	0,80	0,05	0,57	0,08	-0,06	0,87
TMAXmt5	G	-0,59	0,07	-0,24	0,64	-0,54	0,11	-0,05	0,90
TMAXmt6	M	-0,35	0,32	0,52	0,29	-0,12	0,75	0,18	0,62
TMINmt1	MV	-0,28	0,43	0,15	0,78	0,01	0,98	-0,27	0,45
TMINmt2	IGF	0,51	0,13	0,38	0,46	-0,06	0,86	0,28	0,43
TMIMmt3	GD / GE / A / F	-0,38	0,28	-0,18	0,74	0,34	0,34	0,11	0,77
TMIMmt4	F / CH / EF	0,37	0,29	0,41	0,41	-0,37	0,29	0,15	0,68
TMINmt5	G	-0,08	0,83	-0,19	0,71	0,59	0,07	-0,08	0,82
TMINmt6	M	0,40	0,26	0,52	0,29	-0,08	0,82	-0,28	0,43
Tmt1	MV	-0,42	0,23	0,44	0,38	0,04	0,91	0,37	0,29
Tmt2	IGF	0,37	0,30	0,55	0,26	0,38	0,28	0,11	0,77
Tmt3	GD / GE / A / F	0,30	0,41	0,45	0,37	0,42	0,23	-0,36	0,31
Tmt4	F / CH / EF	0,48	0,16	0,71	0,12	0,44	0,20	0,06	0,86
Tmt5	G	-0,41	0,25	-0,31	0,55	-0,35	0,32	0,32	0,37
Tmt6	M	0,04	0,92	0,61	0,20	-0,16	0,66	-0,24	0,51

Teste Shapiro-Wilk (ver teste de normalidade no Apêndice I):

(*) Distribuição normal: correlação de Pearson

(**) Distribuição não-normal: correlação de Spearman

Variáveis Climáticas:

PA – Precipitação Acumulada (mm); PF – Frequência de Chuvas (n° dias); TMAXm – Temperatura Máxima média; TMINm (°C); Temperatura Mínima média (°C); Tm – Temperatura média (°C).

Fase ou Estádio Fenológico:

MV – Máxima Vegetação; IGF – Indução das Gemas Florais; GD – Gema Dormente; GE – Gema Entumescida; A – Abotoado; F- Florada; CH – Chumbinho; EF – Expansão dos Frutos; G – Granação; M – Maturação.

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da pesquisa.

No entanto, o controle de outras pragas é mais intenso, neste mesmo período, como acontece com a broca do café, que prefere condições de umidade para a sua proliferação. A fase de larva deste inseto se alimenta dos frutos do cafeeiro a partir da fase da granação, portanto a época mais provável de início do controle desta praga ocorre no fim de dezembro a meados de janeiro (PEREIRA; CAMARGO; CAMARGO, 2008). Tal fato poderia aumentar os gastos com defensivos e agrotóxicos, nestes trimestres.

No caso da cidade de Luís Eduardo Magalhães, aparentemente, não foram encontradas evidências na literatura que pudessem sustentar a correlação positiva entre defensivos e agrotóxicos e a precipitação acumulada e frequência de chuvas no terceiro e quinto trimestre (PA_{t3} e PF_{t5}) de 0,70 e 0,65, respectivamente.

4.5.5 Outros Itens

Os outros itens componentes do custo de produção dependem do nível de produtividade, pois alguns de seus componentes são: sacaria, transporte e beneficiamento. Dessa forma, espera-se que condições que favoreçam a produtividade possuam relação direta com os gastos com outros itens, e aquelas que prejudicam a produtividade tenham relação inversa com estes gastos.

Os outros itens, na cidade de Franca e em Luís Eduardo Magalhães, correlacionaram-se positivamente com a frequência de chuvas no primeiro trimestre (PF_{t1}) e com a temperatura mínima média no sexto trimestre (TMIN_{mt6}), respectivamente (Tabela 5).

A máxima vegetação que ocorre no primeiro trimestre depende de boas condições pluviométricas e a maturação é beneficiada por aumentos moderados de temperatura no sexto trimestre. A correlação positiva de 0,72 em Franca e de 0,69, em Luís Eduardo Magalhães, entre outros itens e PF_{t1} e TMIN_{mt6}, respectivamente, pode ser analisada a partir de aumentos de produtividade que estas condições climáticas provocam nas fases fenológicas acima mencionadas. O resultado encontrado em São Sebastião do Paraíso corrobora com Arruda et. al. (2000) e contraria Weill et. al. (1999). Na cidade de Luís Eduardo Magalhães a correlação positiva com a TMIN_{mt6} concorda com Weill et. al. (1999) e contradiz Arruda et. al. (2000).

As correlações positivas entre outros itens com a TMAX_{mt5}, em Franca, e com a TMAX_{mt1} e Tmt1 em Londrina, concordam com os resultados obtidos por Weill et. al.

(1999), e podem ser resultantes da influência da disponibilidade hídrica nas exigências térmicas da planta. Como o primeiro e o quinto trimestre (jan – fev – mar) são os mais chuvosos nestas cidades, a elevação moderada das temperaturas beneficiam a produtividade do cafeeiro. Conseqüentemente, se observa os reflexos do aumento da produtividade nos gastos com outros itens.

Tabela 5 – Coeficientes de correlação simples (r) entre o custo de outros itens e as variáveis climáticas

Variáveis Climáticas	Fase ou Estádio Fenológico	Franca (*)		Londrina (**)		Luís Eduardo Magalhães (**)		Sao Sebastião do Paraíso (**)	
		r	sig.	r	sig.	r	sig.	r	sig.
PA _{t1}	MV	0,15	0,69	0,09	0,87	-0,09	0,80	-0,44	0,21
PA _{t2}	IGF	0,02	0,96	-0,71	0,11	0,12	0,75	-0,13	0,73
PA _{t3}	GD / GE / A / F	0,24	0,51	0,09	0,87	-0,10	0,79	0,00	1,00
PA _{t4}	F / CH / EF	0,05	0,88	0,26	0,62	0,03	0,93	0,29	0,41
PA _{t5}	G	0,39	0,26	0,43	0,40	-0,64	0,05	-0,40	0,25
PA _{t6}	M	-0,03	0,93	-0,37	0,47	-0,31	0,38	-0,51	0,13
PF _{t1}	MV	0,72	0,02	-0,09	0,87	-0,02	0,96	-0,01	0,97
PF _{t2}	IGF	0,36	0,30	-0,60	0,21	0,13	0,71	-0,05	0,89
PF _{t3}	GD / GE / A / F	-0,09	0,81	-0,43	0,40	-0,04	0,91	-0,18	0,62
PF _{t4}	F / CH / EF	0,42	0,22	0,43	0,40	-0,16	0,65	0,23	0,52
PF _{t5}	G	0,27	0,45	-0,26	0,62	-0,48	0,16	0,26	0,47
PF _{t6}	M	0,10	0,78	-0,31	0,54	0,01	0,97	-0,55	0,10
TMAX _{mt1}	MV	0,20	0,58	0,94	0,00	-0,24	0,51	-0,22	0,54
TMAX _{mt2}	IGF	-0,15	0,68	0,83	0,04	-0,35	0,33	-0,27	0,45
TMAX _{mt3}	GD / GE / A / F	0,18	0,63	0,43	0,40	0,15	0,68	0,63	0,05
TMAX _{mt4}	F / CH / EF	0,22	0,53	0,14	0,79	-0,28	0,43	0,00	1,00
TMAX _{mt5}	G	0,69	0,03	-0,09	0,87	0,19	0,60	-0,10	0,79
TMAX _{mt6}	M	0,33	0,35	0,09	0,87	0,09	0,80	0,32	0,36
TMIN _{mt1}	MV	-0,16	0,66	0,49	0,33	0,02	0,96	0,27	0,45
TMIN _{mt2}	IGF	-0,31	0,38	-0,03	0,96	0,32	0,37	-0,35	0,32
TMIM _{mt3}	GD / GE / A / F	0,09	0,80	0,37	0,47	0,07	0,85	-0,06	0,87
TMIM _{mt4}	F / CH / EF	-0,20	0,58	0,60	0,21	0,15	0,69	-0,18	0,63
TMIN _{mt5}	G	0,10	0,78	0,43	0,40	0,30	0,40	0,46	0,18
TMIN _{mt6}	M	-0,54	0,11	0,54	0,27	0,69	0,03	-0,25	0,48
T _{mt1}	MV	-0,02	0,96	0,83	0,04	-0,18	0,61	0,02	0,95
T _{mt2}	IGF	-0,18	0,63	0,77	0,07	-0,42	0,23	-0,49	0,15
T _{mt3}	GD / GE / A / F	-0,05	0,88	0,20	0,70	0,14	0,70	0,48	0,16
T _{mt4}	F / CH / EF	-0,03	0,93	0,77	0,07	-0,20	0,58	-0,12	0,74
T _{mt5}	G	0,33	0,35	0,37	0,47	0,21	0,56	0,05	0,88
T _{mt6}	M	-0,04	0,91	0,03	0,96	0,16	0,65	-0,08	0,82

Teste Shapiro-Wilk (ver teste de normalidade no Apêndice I):

(*) Distribuição normal: correlação de Pearson

(**) Distribuição não-normal: correlação de Spearman

Variáveis Climáticas:

PA – Precipitação Acumulada (mm); PF – Frequência de Chuvas (nº dias); TMAX_m – Temperatura Máxima média; TMÍN_m (°C); Temperatura Mínima média (°C); T_m – Temperatura média (°C).

Fase ou Estádio Fenológico:

MV – Máxima Vegetação; IGF – Indução das Gemas Florais; GD – Gema Dormente; GE – Gema Entumescida; A – Abotoado; F- Florada; CH – Chumbinho; EF – Expansão dos Frutos; G – Granação; M – Maturação.

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da pesquisa.

A redução de outros itens devido ao aumento da precipitação acumulada no quinto trimestre (PA_{t5}), de -0,64, em Luís Eduardo Magalhães, é contrária a literatura (WEILL et. al., 1999; ARRUDA et. al., 2000), pois o aumento de chuvas neste período favorece a granação dos frutos. O ganho esperado de produtividade decorrente deste comportamento deveria provocar o aumento dos gastos com outros itens.

Foi verificada ainda correlação positiva em Londrina, de outros itens com a TMAX_{mt2}, de 0,83. Finalmente, a cidade de São Sebastião do Paraíso não apresentou nenhuma variável climática relacionada aos gastos com outros itens.

4.5.6 Síntese dos principais resultados locais do comportamento do custo de produção do café arábica em relação aos fatores climáticos, por fases fenológicas

Em síntese dos resultados das correlações significativas (sig. < 0,05) dos componentes do custo de produção do café arábica com as variáveis climáticas destacaram-se algumas variáveis, tais como: precipitação acumulada no quinto trimestre (PA_{t5}), frequência de chuvas no primeiro e quinto trimestre (PF_{t1} e PF_{t5}) e a temperatura máxima no segundo e quinto trimestre (TMAX_{mt2} e TMAX_{mt5}). Estas variáveis foram correlacionadas com o maior número dos componentes do custo de produção, ou seja, cada uma delas correlacionou com três dos cinco componentes do custo de produção (Quadro 15).

Os resultados das análises de correlação simples (*r*) do custo de produção do café arábica com as variáveis climáticas evidenciaram a importância das condições de precipitação e temperatura na maioria das fases fenológicas. A relação entre os componentes de custo e a precipitação destacou-se nas fases da máxima vegetação e da granação. Para a temperatura máxima média observou-se relações mais relevantes nas fases da indução da gema floral e da granação. Estes resultados assemelham-se aqueles encontrados por Weill et. al. (1999) e Arruda et. al. (2000), que também detectaram a interferência das condições hídricas nas fases da máxima vegetação e da granação na produtividade do cafeeiro. Quanto a temperatura, as relações com a produtividade nas fases da indução da gema floral e da granação também foram destacadas por Weill et. al. (1999).

Quadro 15 – Número de correlações significativas (sig. < 0,05) entre as variáveis climáticas e os componentes de custo de produção por fase fenológica do café arábica.

Variáveis Climáticas	Fase ou Estádio Fenológico	Número de Correlações	Itens de Custo
PA _{t1}	MV	0	--
PA _{t2}	IGF	0	--
PA _{t3}	GD / GE / A / F	2	Operações com Máquinas; Defensivos e Agrotóxicos.
PA _{t4}	F / CH / EF	1	Operações com Máquinas.
PA_{t5}	G	3	Mão de Obra; Fertilizantes; Outros Itens.
PA _{t6}	M	1	Operações com Máquinas.
PF_{t1}	MV	3	Mão de Obra; Defensivos e Agrotóxicos; Outros Itens.
PF _{t2}	IGF	1	Fertilizantes.
PF _{t3}	GD / GE / A / F	0	--
PF _{t4}	F / CH / EF	2	Fertilizantes; Defensivos e Agrotóxicos.
PF_{t5}	G	3	Mão de Obra; Fertilizantes; Defensivos e Agrotóxicos.
PF _{t6}	M	2	Operações com Máquinas; Fertilizantes.
TMAX _{mt1}	MV	2	Fertilizantes; Outros Itens.
TMAX_{mt2}	IGF	3	Mão de Obra; Fertilizantes; Outros Itens.
TMAX _{mt3}	GD / GE / A / F	0	--
TMAX _{mt4}	F / CH / EF	0	--
TMAX_{mt5}	G	3	Mão de Obra; Fertilizantes; Outros Itens
TMAX _{mt6}	M	1	Fertilizantes.
TMIN _{mt1}	MV	0	--
TMIN _{mt2}	IGF	0	--
TMIM _{mt3}	GD / GE / A / F	1	Fertilizantes.
TMIM _{mt4}	F / CH / EF	2	Operações com Máquinas; Fertilizantes.
TMIN _{mt5}	G	1	Operações com Máquinas.
TMIN _{mt6}	M	2	Operações com Máquinas; Outros Itens.
T _{mt1}	MV	1	Outros Itens.
T _{mt2}	IGF	0	--
T _{mt3}	GD / GE / A / F	1	Mão de Obra.
T _{mt4}	F / CH / EF	1	Fertilizantes.
T _{mt5}	G	1	Fertilizantes.
T _{mt6}	M	0	--

Variáveis Climáticas:
PA – Precipitação Acumulada (mm); PF – Frequência de Chuvas (nº dias); TMAX_m – Temperatura Máxima média; TMIN_m (°C); Temperatura Mínima média (°C); T_m – Temperatura média (°C).

Fase ou Estádio Fenológico:
MV – Máxima Vegetação; IGF – Indução das Gemas Florais; GD – Gema Dormente; GE – Gema Entumescida; A – Abotoado; F- Florada; CH – Chumbinho; EF – Expansão dos Frutos; G – Granação; M – Maturação.

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da pesquisa.

As variáveis climáticas que não foram correlacionadas com o custo de produção do café arábica foram a precipitação acumulada no primeiro e segundo trimestre (PA_{t1} e PA_{t2}); a frequência de chuvas no terceiro trimestre (PF_{t3}); a temperatura máxima média no terceiro e quarto trimestre (TMAX_{mt3} e a TMAX_{mt4}); a temperatura mínima média no primeiro e segundo trimestre (TMIN_{mt1} e a TMIN_{mt2}); e, finalmente, a temperatura média no segundo e sexto trimestre (T_{mt2} e T_{mt6}). Assim, das 30 variáveis testadas, nove não apresentaram correlação significativa (sig. < 0,05) com nenhum componente do custo de produção, conforme o Quadro 15.

O resultado das correlações significativas entre as variáveis de precipitação e o custo evidenciou somente correlações positivas em relação à mão de obra. Para as operações com máquinas as correlações foram negativas exceto para a cidade de Franca. Nesta cidade foi positiva a correlação das operações com máquinas com a precipitação acumulada no quarto trimestre (PA_{t4}), conforme Quadro 16.

Quadro 16 – Síntese dos coeficientes de correlação simples (*r*) significativos (sig. < 0,05) entre as variáveis climáticas e os componentes de custo de produção, por fase fenológica do café arábica

Itens de Custo	Variáveis Climáticas	Franca	Londrina	Luís Eduardo Magalhães	São Sebastião do Paraíso
Mão de Obra	PA _{t5}	--	--	0,78	--
	PF _{t1}	0,79	0,83	--	--
	PF _{t5}	--	--	0,66	--
	TMAX _{mt2}	--	--	--	-0,67
	TMAX _{mt5}	0,64	--	--	--
	Tmt ₃	0,68	--	--	--
Operações com Máquinas	PA _{t3}	--	--	-0,63	--
	PA _{t4}	0,70	--	--	--
	PA _{t6}	--	-0,85	--	-0,78
	PF _{t6}	--	--	--	-0,78
	TMIM _{mt4}	--	--	0,64	--
	TMIN _{mt5}	--	--	--	0,72
Fertilizantes	PA _{t5}	--	--	0,78	--
	PF _{t2}	--	--	-0,74	--
	PF _{t4}	--	--	--	-0,66
	PF _{t5}	--	--	0,82	--
	PF _{t6}	0,76	--	--	--
	TMAX _{mt1}	--	--	--	-0,63
	TMAX _{mt2}	--	--	0,87	--
	TMAX _{mt5}	-0,89	--	--	--
	TMAX _{mt6}	-0,82	--	--	--
	TMIM _{mt3}	-0,71	--	--	--
Defensivos e Agrotóxicos	TMIM _{mt4}	--	-0,85	--	--
	Tmt ₄	--	-0,83	--	--
	Tmt ₅	-0,83	--	--	--
	PA _{t3}	--	--	0,70	--
	PF _{t1}	-0,76	--	--	--
Outros Itens	PF _{t4}	-0,65	--	--	--
	PF _{t5}	--	--	0,65	--
	PA _{t5}	--	--	-0,64	--
	PF _{t1}	0,72	--	--	--
	TMAX _{mt1}	--	0,94	--	--
	TMAX _{mt2}	--	0,83	--	--
Outros Itens	TMAX _{mt5}	0,69	--	--	--
	TMIN _{mt6}	--	--	0,69	--
	Tmt ₁	--	0,83	--	--

Variáveis Climáticas:

PA – Precipitação Acumulada (mm); PF – Frequência de Chuvas (nº dias); TMAXm – Temperatura Máxima

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da pesquisa.

Todas as correlações entre as variáveis de temperatura e mão de obra, operações com máquinas e outros itens foram positivas, exceto em São Sebastião do Paraíso (Quadro 16), onde ocorreu correlação negativa da mão de obra com a temperatura máxima no segundo trimestre (TMAXmt2). Em relação as operações com máquinas foi registrada, nesta cidade, correlação negativa com a com temperatura mínima no sexto trimestre (TMINmt6).

No caso das correlações entre as variáveis climáticas e o custo de fertilizantes observou-se tendência de comportamento somente para as temperaturas. O resultado das correlações entre as variáveis foram todas negativas, exceto na cidade de Luís Eduardo Magalhães, onde foi registrada correlação positiva deste componente de custo com a temperatura máxima no segundo trimestre (TMAXmt2), conforme Quadro 16.

As correlações das variáveis climáticas com os gastos com mão de obra, operações com máquinas e outros itens foram analisados sob a ótica da relação que as variações na produtividade da lavoura exercem sobre tais componentes do custo de produção. Enquanto que a análise dos gastos com fertilizantes e defensivos e agrotóxicos levou em consideração os períodos recomendados para a aplicação de tais substâncias e os efeitos que as condições climáticas exercem sobre a capacidade de absorção pela planta. No caso dos defensivos e agrotóxicos considerou-se também, a relação das condições climáticas com a proliferação ou controle de pragas e doenças.

4.6 Comportamento conjunto dos componentes de custo de produção do café arábica em relação aos fatores climáticos, por fases fenológicas

A análise de regressão múltipla (método *backward*) foi aplicada, de forma conjunta, em todas as cidades da amostra, ou seja, Franca, Londrina, Luís Eduardo Magalhães, São Sebastião do Paraíso, Patrocínio, Guaxupé, Manhuaçu e Venda Nova do Imigrante.

A finalidade desta análise foi a investigação da interferência das condições de precipitação e temperatura no custo de produção do café arábica por fases fenológicas, em todas as cidades conjuntamente. Esta análise foi dividida em duas etapas em caráter exploratório.

Na primeira etapa foram identificadas as variáveis climáticas significativas (sig. $t < 0,05$) presentes em todos os modelos significativos (sig. $F < 0,05$). Na segunda etapa foi feita

a seleção de modelos significativos compostos somente por variáveis climáticas significativas, inclusive a constante.

A primeira etapa da regressão múltipla consistiu na geração de modelos entre as variáveis do custo de produção, ou seja, mão de obra, operações com máquinas, fertilizantes, defensivos e agrotóxicos e outros itens (variáveis dependentes) e a variáveis climáticas (variáveis preditoras). Os modelos foram gerados através da combinação de cada variável de custo (ou dependente) com cada bloco de variáveis climáticas (ou preditoras), conforme descrito nos aspectos metodológicos.

Todos os componentes de custos foram relacionados individualmente com cada bloco de variáveis climáticas, com a finalidade de identificar as principais variáveis com o potencial de prever o custo de produção do café arábica.

Os modelos gerados pelas regressões múltiplas foram todos significativos (sig. $F < 0,05$), exceto os modelos que relacionaram os outros itens com o bloco das variáveis de temperatura mínima média (TMINmt1, TMINmt2, TMINmt3, TMINmt4, TMINmt5, TMINmt6) e com o bloco da temperatura média (Tmt1, Tmt2, Tmt3, Tmt4, Tmt5, Tmt6). No primeiro caso foram gerados sete modelos, porém nenhum demonstrou-se significativo e no segundo caso, dos seis modelos gerados, somente um foi significativo (Tabela 6). Este resultado sugere que o conjunto da temperatura mínima média e a temperatura média não são boas variáveis para prever o custo dos outros itens.

A observação da presença de variáveis climáticas significativas (sig. $t < 0,05$) nos modelos gerados evidenciou a importância das condições pluviométricas, tanto a quantidade quanto a distribuição de chuvas, no terceiro e quarto trimestre (PA_{t3}, PA_{t4}, PF_{t3} e PF_{t4}). Estas variáveis foram aquelas presentes no maior número dos modelos (Tabela 6).

No terceiro trimestre ocorre a quebra da dormência das gemas florais e o início da florada. O quarto trimestre é marcado pelo término da florada e pela formação e expansão do chumbinho. Na fase da quebra da dormência é necessária a ocorrência de restrição hídrica seguida de chuvas para induzir o florescimento uniforme e o pegamento floral e na fase subsequente, bons índices pluviométricos são importantes na formação do fruto. Estas duas fases são decisivas na produtividade do cafeeiro.

A precipitação acumulada no terceiro trimestre (PA_{t3}) foi significativa para prever o custo da mão de obra em todos os modelos e também, em quatro dos cinco modelos gerados para os outros itens. A precipitação acumulada no quarto trimestre (PA_{t4}) foi variável de destaque nos modelos gerados para o custo de operações com máquinas, fertilizantes e defensivos e agrotóxicos. Além destas duas variáveis, a precipitação acumulada no quinto

trimestre (PA_{t5}) apareceu em todos os modelos das operações com máquinas e de outros itens (Tabela 6).

Tabela 6 – Quantidade de modelos significativos gerados (sig. $F < 0,05$) e número de repetições das variáveis climáticas significativas (sig. $t < 0,05$) presentes nos modelos significativos.

Variável Climática	Mão de Obra		Operações com Máquinas		Fertilizantes		Defensivos e Agrotóxicos		Outros Itens		Total Md	Total RP
	Md	Rp	Md	Rp	Md	Rp	Md	Rp	Md	Rp		
PA _{t1}		2		0		0		0		0		2
PA _{t2}		0		2		3		0		0		5
PA _{t3}	5	5	4	0	5	2	4	2	5	4	23	13
PA _{t4}		0		4		5		4		0		13
PA _{t5}		0		4		2		0		5		11
PA _{t6}		0		4		0		2		0		6
PF _{t1}		1		0		0		0		0		1
PF _{t2}		0		0		0		0		5		5
PF _{t3}	6	6	5	5	5	5	3	1	5	5	24	22
PF _{t4}		0		5		5		3		0		13
PF _{t5}		0		0		0		3		0		3
PF _{t6}		0		0		0		1		0		1
TMAX _{mt1}		2		0		0		6		0		8
TMAX _{mt2}		3		0		2		0		0		5
TMAX _{mt3}	3	0	4	4	4	2	6	0	8	5	25	11
TMAX _{mt4}		1		0		0		6		8		15
TMAX _{mt5}		0		1		4		6		2		13
TMAX _{mt6}		3		3		0		6		0		12
TMIN _{mt1}		3		0		0		5		0		8
TMIN _{mt2}		0		0		0		0		0		0
TMIM _{mt3}	4	0	5	0	5	0	5	0	0*	0	19	0
TMIM _{mt4}		4		5		5		5		0		19
TMIN _{mt5}		4		1		5		5		0		15
TMIN _{mt6}		2		0		0		0		0		2
T _{mt1}		0		0		0		0		1		1
T _{mt2}		6		0		0		4		0		10
T _{mt3}	6	6	3	3	3	3	6	6	1**	0	19	18
T _{mt4}		0		1		1		0		0		2
T _{mt5}		5		3		1		2		0		11
T _{mt6}		3		1		1		0		0		5
Número de variáveis		16		15		15		17		08		28

Variáveis Climáticas:

PA – Precipitação Acumulada (mm); PF – Frequência de Chuvas (nº dias); TMAX_m – Temperatura Máxima média; TMÍN_m (°C); Temperatura Mínima média (°C); T_m – Temperatura média (°C).

Md - Quantidade de modelos significativos gerados (sig. $F < 0,05$).

Rp – Número de repetições das variáveis climáticas significativas (sig. $t < 0,05$) nos modelos significativos.

* Foram gerados sete modelos, porém nenhum foi significativo a sig. $F < 0,05$.

** Foram gerados seis modelos, porém somente um foi significativo a sig. $F < 0,05$.

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da pesquisa.

A frequência de chuvas no terceiro trimestre (PFt3) esteve presente em todos os modelos gerados para a mão de obra, as operações com máquinas, os fertilizantes e os outros itens. No quarto trimestre a frequência de chuvas (PFt4) foi significativa em todos os modelos gerados para as operações com máquinas, os fertilizantes e os defensivos e agrotóxicos (Tabela 6).

As condições térmicas mostraram-se mais relevantes no quarto e quinto trimestre, no caso da temperatura máxima média e temperatura mínima média (TMAXmt4 e TMAXmt5). A relevância da temperatura média ficou evidenciada no segundo, terceiro e quinto trimestre (Tmt2, Tmt3 e Tmt5). Nestes trimestres foi identificado o maior número destas variáveis climáticas significativas (sig. $t < 0,05$) presentes nos modelos (Tabela 6).

No quarto trimestre a temperatura é importante para a produção do cafeeiro, pois a elevação acima dos limites toleráveis provoca o abortamento floral. No quinto trimestre, quando ocorre a granação dos frutos, os efeitos da temperatura sobre a produção estão associados com a pluviosidade.

A temperatura máxima média no quarto trimestre (TMAXmt4) esteve em todos os modelos de defensivos e agrotóxicos e de outros itens e a do quinto trimestre (TMAXmt5) em todos os modelos de fertilizantes e defensivos e agrotóxicos (Tabela 6).

As temperaturas máximas no quarto e quinto trimestre (TMAXmt4 e TMAXmt5), praticamente, não estiveram presentes nos modelos de previsão da mão de obra e das operações com máquinas. Para o primeiro item de custo destacaram-se a temperatura máxima média no primeiro, no segundo e no sexto trimestre (TMAXmt1, TMAXmt2 e TMAXmt6). Para o segundo destacaram-se a temperatura máxima média no terceiro e sexto trimestre (TMAXmt3 e TMAXmt6), conforme Tabela 6.

As temperaturas mínimas no quarto e quinto trimestre (TMINmt4 e TMINmt5) foram significativas em todos os modelos para todos os itens de custo, exceto no caso de outros itens que não foram gerados modelos significativos (Tabela 6).

A temperatura média destacou-se no terceiro trimestre (Tmt3), pois foi evidenciada como significativa em 18 dos 19 modelos gerados no total.

Nos modelos de previsão de custo do café arábica foram significativas 16, 15, 15, 17 e oito das 30 variáveis climáticas estudadas para prever o custo da mão de obra, das operações com máquinas, dos fertilizantes, dos defensivos e agrotóxicos e de outros itens, respectivamente (Tabela 6).

De maneira geral, observou-se a importância das condições climáticas, principalmente nas fases da dormência das gemas, abotoado e início da florada; da florada,

chumbinho e expansão dos frutos e da granação. Nestas fases foram identificados o maior número de variáveis de precipitação e temperatura significativas (sig. $t < 0,05$) presentes nos modelos gerados para prever o custo dos componentes de produção do café arábica. As análises de correlação simples (r) também evidenciaram a interferência climática na fase da granação. Nesta fase, Weill et. al. (1999) identificaram correlações significativas das condições climáticas com a produtividade do cafeeiro.

Na segunda etapa da regressão múltipla, foram selecionados os modelos significativos (sig. $F < 0,05$) compostos somente por variáveis climáticas significativas (sig. $t < 0,05$). A constante não significativa foi retirada do modelo. Para todas as regressões geradas foi obtido somente um modelo que atendesse tais exigências, exceto para a regressão entre outros itens e a temperatura mínima média, em que não foi gerado nenhum modelo significativo. De maneira geral, as regressões com a temperatura apresentaram maior preditivo dos componentes do custo de produção do café arábica do que as variáveis de precipitação. No entanto a maioria dos modelos obtidos apresentaram problemas de autocorrelação dos resíduos e de multicolinearidade (Apêndice II). Diversamente, nas correlações simples (r) as condições hídricas demonstraram-se mais significativas sobre o comportamento do custo de produção.

Os parâmetros das equações de regressão linear múltipla entre os componentes do custo de produção e as variáveis climáticas evidenciaram a importância da precipitação no terceiro e quarto trimestre, tanto da quantidade quanto da frequência das chuvas (PAt3, PAt4, PFt3 e PFt4). Estas variáveis correlacionaram com quatro, três, cinco e três dos cinco componentes de custo analisados, respectivamente (Quadro 17).

O sinal dos parâmetros das equações mostra o sentido da correlação entre as variáveis dependentes e preditoras. As correlações significativas (sig. $t < 0,05$) entre os componentes de custo e as variáveis climáticas nestes trimestres foram negativas, exceto com a mão de obra, conforme o Quadro 17. Os gastos com a mão de obra, com as operações com máquinas e com os outros itens estão relacionados ao nível de produtividade das lavouras. Para as operações com máquinas e outros itens este resultado foi semelhante àquele encontrado por Weill et. al. (1999). Em um dos modelos agrometeorológicos selecionados pelos autores, o sinal do parâmetro da equação de regressão entre a produtividade e a precipitação acumulada no terceiro trimestre foi negativo. De forma semelhante, a análise local resultante das correlações simples (r) significativas com a mão de obra foram positivas. Quanto às operações com máquinas a maioria foi negativa, exceto para Franca.

As correlações negativas de fertilizantes com a PA_{t4} e PF_{t4} podem estar relacionadas a necessidade do aumento da umidade para potencializar a absorção dos nutrientes aplicados ao solo neste trimestre (out-nov-dez), o que pode reduzir o número de aplicações subsequentes. Em São Sebastião do Paraíso, na análise local, também ocorreu a correlação simples (*r*) negativa entre fertilizantes e a PF_{t4}.

Quadro 17 - Síntese dos parâmetros das equações de regressão múltipla (R^2) entre os componentes de custo e as variáveis climáticas significativas (sig. $t < 0,05$)

Variáveis Climáticas	Fase ou Estádio Fenológico	Mão de Obra	Operações com Máquinas	Fertilizantes	Defensivos e Agrotóxicos	Outros Itens	Número de correlações (sig. $t < 0,05$)
PA _{t1}	MV	1,78	--	--	--	--	01
PA _{t2}	IGF	--	-2,40	--	--	--	01
PA_{t3}	GD / GE / A / F	8,44	--	-3,18	-2,00	-0,41	04
PA_{t4}	F / CH / EF	--	-1,71	-1,79	-1,15	--	03
PA _{t5}	GD / GE / A / F	--	-2,32	--	--	-0,22	02
PA _{t6}	M	--	-2,26	--	-1,49	--	02
PF _{t1}	MV	47,79	--	--	--	--	01
PF _{t2}	IGF	--	--	--	--	9,67	01
PF_{t3}	GD / GE / A / F	104,02	-52,70	-53,58	-24,09	-7,73	05
PF_{t4}	F / CH / EF	--	-31,72	-44,63	-19,44	--	03
PF _{t5}	GD / GE / A / F	--	--	--	19,27	--	01
PF _{t6}	M	--	--	--	-16,48	--	01
TMAX _{mt1}	MV	397,64	--	--	-128,62	--	02
TMAX _{mt2}	IGF	-704,40	--	--	--	--	01
TMAX_{mt3}	GD / GE / A / F	--	265,94	265,82	--	45,02	03
TMAX_{mt4}	F / CH / EF	299,00	--	-182,40	178,87	-58,65	04
TMAX_{mt5}	GD / GE / A / F	--	-137,41	242,13	-268,61	26,75	04
TMAX_{mt6}	M	-372,27	262,41	--	266,43	--	03
TMIN _{mt1}	MV	445,83	--	--	-162,19	--	02
TMIN _{mt2}	IGF	--	--	--	--	--	00
TMIM _{mt3}	GD / GE / A / F	--	--	--	--	--	00
TMIM_{mt4}	F / CH / EF	-564,15	416,81	500,03	409,58	--	04
TMIN_{mt5}	GD / GE / A / F	548,86	-161,61	-306,29	-199,47	--	04
TMIN _{mt6}	M	-337,75	--	--	--	--	01
Tmt1	MV	--	--	--	--	-19,55	01
Tmt2	IGF	-697,72	--	--	319,32	--	02
Tmt3	GD / GE / A / F	672,82	-478,30	-418,10	-289,12	--	04
Tmt4	F / CH / EF	--	291,98	225,56	--	--	02
Tmt5	GD / GE / A / F	179,84	-241,20	-218,12	--	--	03
Tmt6	M	--	284,52	237,45	--	--	02

Variáveis Climáticas:
PA – Precipitação Acumulada (mm); PF – Frequência de Chuvas (n° dias); TMAX_m – Temperatura Máxima média; TMIN_m (°C); Temperatura Mínima média (°C); T_m – Temperatura média (°C).

Fase ou Estádio Fenológico:
MV – Máxima Vegetação; IGF – Indução das Gemas Florais; GD – Gema Dormente; GE – Gema Entumecida; A – Abotoado; F- Florada; CH – Chumbinho; EF – Expansão dos Frutos; G – Granação; M – Maturação.

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da pesquisa.

No caso de defensivos e agrotóxicos as correlações negativas com as condições pluviométricas são justificadas sob o aspecto de que o aumento da quantidade e do número de dias com chuvas podem atuar no controle de algumas pragas, por exemplo, o bicho mineiro. Este comportamento pode reduzir os gastos com defensivos e agrotóxicos. O sinal dos parâmetros da regressão múltipla para defensivos e agrotóxicos foi o mesmo evidenciado nas correlações simples (r) no caso da PFt4 para a cidade de Franca e da PFt5 para a cidade de Luís Eduardo Magalhães. Mas no caso da PFt3, o sinal foi contrário ao registrado na cidade de Luís Eduardo Magalhães.

De maneira geral, observou-se que as temperaturas (máxima média, mínima média e média) foram significativas nos modelos gerados para mais de três componentes de custo, nas fases da dormência das gemas, abotoado, início da florada; da florada, chumbinho e expansão dos frutos; da granação e da maturação. As fases da máxima vegetação e indução da gema floral foram menos expressivas na quantidade de correlações com os itens de custo de produção do café arábica. Este resultado diverge de Weill et. al. (1999), pois nos três modelos agrometeorológicos selecionados a temperatura mínima média esteve presente na fase da indução da gema floral.

Diante das evidências de que as correlações das temperaturas com a produção são sempre positivas, exceto a época do florescimento (WEILL et. al., 1999), não foi possível observar nenhum padrão de comportamento das correlações entre esta variável climática e o custo da mão de obra, das operações com máquinas e dos outros itens.

Para os fertilizantes a elevação da temperatura pode facilitar a absorção da adubação foliar recomendada para os meses de janeiro a março e setembro a novembro. Assim, os gastos com fertilizantes poderiam ser reduzidos pela desnecessidade de aplicações subsequentes. No primeiro trimestre (jan-fev-mar) não ocorreu nenhuma correlação significativa desta variável climática com fertilizantes. No quarto trimestre (out-nov-dez) as correlações com a temperatura máxima média e mínima média foram negativas conforme o esperado, porém no caso da temperatura média foi positiva.

Em relação aos defensivos e agrotóxicos a elevação da temperatura favorece o ataque do bicho mineiro, porém pode controlar a infestação da broca do café e da ferrugem das folhas. No caso dos dois últimos o período ideal para o controle vai de novembro a abril, ou seja, ocorre principalmente no quarto e quinto trimestre. Assim, esperava-se que nestes trimestres as correlações das temperaturas com defensivos e agrotóxicos fossem negativas, o que foi possível observar somente no quinto trimestre para as temperaturas máximas médias e mínimas médias (TMAXmt5 e TMINmt5).

No entanto, os resultados das interferências climáticas no custo de produção do café arábica apurados de forma conjunta, nas regressões lineares múltiplas (R^2) exigem um estudo mais refinado. Primeiro, em função das divergências apontadas nestes resultados em relação à literatura consultada e àqueles evidenciados nas análises de correlação simples (r) deste trabalho. Depois, devido aos problemas de autocorrelação dos resíduos e de multicolinearidade apontados nas regressões.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A representatividade econômica da cafeicultura para o Brasil relaciona-se com a sua participação no mercado externo e com a sua importância para muitos municípios brasileiros, pois envolve o desenvolvimento de atividades diretas e indiretas, associadas à produção, ao processamento e ao consumo. Como a comercialização do café ocorre na forma de *commodity*, a gestão de seus custos de produção é fundamental para garantir a sustentabilidade econômica do negócio. A revisão teórica deste trabalho permitiu verificar a complexidade da formação dos custos de produção da cafeicultura em função da diversidade de fatores que interferem neste processo. Tais fatores relacionam-se com a bienalidade da cultura, com a tecnologia e o modelo produtivo empregado nas propriedades e com as condições climáticas do local. Ademais, foram identificados estudos que verificaram o comportamento dos custos de produção do café em relação ao preço de venda, em relação à tributação e em relação aos preços de *commodity* não agrícolas, tais como: petróleo, minério de ferro, superfosfato, ureia e potássio.

São vários os fatores que interferem na formação dos custos da cafeicultura. Apesar do avanço tecnológico para a adaptabilidade da cafeicultura a regiões inapropriadas e para a melhoria da resistência da planta as adversidades do ambiente, o clima é considerado o principal fator de influência no desempenho produtivo da planta e, conseqüentemente, na formação dos custos de produção.

Diante disso, o presente estudo se propôs a identificar as principais influências que os fatores climáticos exerceram sobre o custo de produção da cultura do café arábica, no período de 2003 a 2012, nas cidades representantes dos principais estados produtores de café do Brasil. A consecução deste objetivo foi possível com a descrição da composição dos custos de produção e das condições climáticas de cada cidade, com a aplicação da análise de correlação simples (r) e com a regressão linear múltipla (R^2).

Na descrição da composição dos custos de produção e do comportamento das condições climáticas nas cidades de Franca, Londrina, Luís Eduardo Magalhães e São Sebastião do Paraíso, foi observado que as duas cidades onde ocorreram as temperaturas mais elevadas, foram as mesmas onde o custo de produção foi o maior.

Em Luís Eduardo Magalhães ocorreram as temperaturas anuais mais altas e o maior custo de produção. Londrina ficou em segundo lugar, tanto nas condições térmicas, quanto no custo de produção.

Na cidade de Luís Eduardo Magalhães foram registrados os menores índices pluviométricos anuais em comparação às outras cidades. Estes índices são inferiores aqueles adequados à cafeicultura. A irrigação é a técnica que viabiliza a exploração da atividade em Luís Eduardo Magalhães. Em Londrina os índices pluviométricos anuais atendem as exigências do cafeeiro, porém a distribuição das chuvas é diferenciada. Nesta cidade, não foi observado um período de estiagem bem definido no final da fase da maturação (junho) e no período da dormência das gemas (julho e agosto), como ocorreu nas demais cidades.

Franca e São Sebastião do Paraíso possuem condições climáticas semelhantes e menor diferença do custo de produção total médio por hectare, entre as duas cidades.

Nas análises de correlação simples (r) e da regressão linear múltipla (R^2) foram relacionados os componentes do custo de produção do café arábica (mão de obra, operações com máquinas, fertilizantes, defensivos e agrotóxicos e outros itens) com as variáveis climáticas de precipitação e de temperatura. A opção por estes componentes de custo deve-se a sua representatividade na composição do custo total médio para todas as cidades analisadas, que no período ficou em torno de 75%. As variáveis de precipitação e temperatura foram escolhidas em função de serem as apontadas na literatura como aquelas mais influentes na produtividade do cafeeiro.

As correlações simples (r) significantes entre a mão de obra e as variáveis de precipitação foram todas positivas na fase da máxima vegetação e da granação. Este resultado corrobora com Arruda et. al. (2000), que encontraram correlações positivas entre a produtividade e as variáveis de precipitação nestas mesmas fases. Ambas as fases exigem maiores índices pluviométricos para não penalizar a produtividade. A produção bem sucedida requer maiores gastos com mão de obra na colheita, que é a operação mais onerosa da cafeicultura. Somente em São Sebastião do Paraíso não houve correlação significativa com as variáveis de precipitação.

A mão de obra correlacionou significativamente com a temperatura máxima média na fase da granação e com a temperatura média na fase da dormência das gemas, abotoado e início da florada, em Franca. Nos dois casos as correlações foram positivas. No primeiro caso, o resultado pode estar relacionado com a interferência da disponibilidade hídrica nas exigências térmicas da planta. No segundo, a correlação positiva na fase do abotoado e florescimento, contraria a literatura, pois existem evidências de que as correlações da produtividade com as temperaturas nesta fase são negativas. Em São Sebastião do Paraíso houve correlação negativa da temperatura máxima média na fase da indução da gema floral.

Em Londrina e Luís Eduardo Magalhães não foram registradas correlações significativas da mão de obra com as temperaturas.

Em todas as cidades foram observadas correlações significativas entre as operações com máquinas e as variáveis de precipitação. Estas correlações foram negativas, exceto em Franca. A correlação positiva em Franca ocorreu na fase da florada, chumbinho e expansão dos frutos, que requer bons índices pluviométricos para favorecer o pegamento floral e enchimento dos grãos. Aumentos de produtividade requerem maiores gastos com operações com máquinas. Estas correlações são condizentes com aquelas evidenciadas por Weill et. al. (1999) e Iaffe et. al. (2000) que encontraram correlações positivas entre as variáveis de precipitação e a produtividade. Mas contradizem Arruda et. al. (2000) que evidenciou correlação negativa entre a frequência da precipitação e a produtividade.

As correlações negativas, em Londrina e São Sebastião do Paraíso, com a precipitação acumulada e com a frequência de chuvas no sexto trimestre, devem-se a necessidade de estiagem moderada na fase da maturação para não penalizar a produtividade. As correlações evidenciadas na literatura entre a produtividade e a precipitação na fase da maturação são, na maioria, negativas.

Em Luís Eduardo Magalhães houve correlação negativa com a precipitação acumulada na fase da dormência das gemas, abotoado e início da florada. Devido ao fato desta cidade possuir restrições hídricas severas, o aumento da quantidade de chuvas reduz os gastos com irrigação, que é o principal componente das operações com máquinas nesta cidade.

Foram registradas correlações significativas entre as operações com máquinas e as temperaturas nas cidades de Luís Eduardo Magalhães e São Sebastião do Paraíso. A correlação negativa, em São Sebastião do Paraíso, da temperatura mínima na fase da maturação diverge da literatura, pois existem evidências que a produção se correlaciona positivamente com as temperaturas.

Os gastos com fertilizantes apresentaram correlação negativa com as temperaturas no primeiro, terceiro, quarto e quinto trimestres em todas as cidades, exceto em Luís Eduardo Magalhães. O resultado para Franca, Londrina e São Sebastião do Paraíso pode estar relacionado à necessidade da elevação da temperatura para facilitar a absorção da adubação foliar recomendada nos meses de janeiro a março e setembro a outubro. A correlação negativa entre os gastos com fertilizantes e a frequência de chuvas no quarto trimestre, em São Sebastião do Paraíso, deve-se a necessidade de umidade no solo para facilitar a absorção de

fertilizantes, principalmente as coberturas NPK, que são recomendadas nos meses de outubro a dezembro.

Os defensivos e agrotóxicos foram correlacionados significativamente somente com as variáveis de precipitação em Franca e São Sebastião do Paraíso. No caso de Franca a correlação negativa no primeiro e quarto trimestre, ou seja, nos meses de janeiro a março e outubro a dezembro, pode estar relacionado com o fato de que em períodos mais chuvosos os níveis de infestação de algumas pragas são reduzidos como é o caso do bicho mineiro. Caso as chuvas sejam muito intensas é possível também o controle da proliferação da ferrugem das folhas. Em Franca, os períodos mais chuvosos ocorrem nestes meses. A não evidência de nenhuma correlação significativa entre defensivos e agrotóxicos e as variáveis climáticas, em Londrina, pode estar associada à resistência a pragas e doenças das cultivares plantadas nesta cidade.

De maneira geral, os resultados das correlações entre outros itens e as condições climáticas são condizentes com a literatura, exceto a correlação negativa em Luís Eduardo Magalhães com a precipitação acumulada na fase da granação, pois foram identificadas correlações positivas da produção com a precipitação acumulada nesta fase.

Destacaram-se nas análises de correlação simples (r) as condições hídricas nas fases da máxima vegetação e da granação e as condições térmicas na fase da indução da gema floral e da granação. Este resultado assemelha-se aqueles evidenciados por Weill et. al. (1999) e Arruda et. al. (2000). A precipitação acumulada no quinto trimestre, a frequência acumulada no primeiro e quinto trimestre, a temperatura máxima média no segundo e quinto trimestre correlacionaram com três dos cinco componentes do custo de produção do café arábica.

Das 30 variáveis testadas, nove não correlacionaram significativamente com nenhum dos componentes de custos, são elas: precipitação acumulada no primeiro e segundo trimestre, frequência de chuvas no terceiro trimestre, temperatura máxima média no terceiro e quarto trimestre, temperatura mínima média no primeiro e segundo trimestre e temperatura média no segundo e sexto trimestre.

A análise exploratória dos dados por meio de regressão linear múltipla (R^2) entre o custo de produção e as variáveis climáticas destacou a precipitação acumulada e frequência de chuvas nas fases da dormência das gemas, abotoado e início da florada e da florada, chumbinho e expansão dos frutos. No caso das temperaturas, observou-se o maior número de variáveis significativas presentes nos modelos nas fases da florada, chumbinho e expansão dos frutos e da granação para a temperatura máxima média e mínima média. Nas fases da indução da gema floral; da dormência das gemas, abotoado e início da florada e da granação

estiveram presentes o maior número de variáveis significativas da temperatura média presentes nos modelos.

Em relação às condições pluviométricas, a precipitação acumulada no terceiro trimestre demonstrou-se importante para prever a produção (Weill et. al., 1999). Porém, no caso das temperaturas do terceiro ao sexto trimestre nenhuma delas foi evidenciada nos três modelos selecionados por estes autores. Nestes modelos foi destacada a temperatura mínima no segundo trimestre. A temperatura máxima média na fase da granação foi evidenciada no resultado das correlações simples (r) de Weill et. al. (1999) e das correlações deste trabalho.

De maneira geral, nas fases da dormência das gemas, abotoado e início da florada; florada, chumbinho e expansão dos frutos e da granação foram identificados o maior número de variáveis significativas de precipitação e de temperatura presentes nos modelos para prever o custo de produção do café arábica. Nestes modelos foram significativas 16, 15, 15, 17 e oito das 30 variáveis climáticas estudadas com o potencial de prever o custo da mão de obra, das operações com máquinas, dos fertilizantes, dos defensivos e agrotóxicos e dos outros itens, respectivamente.

Todas as regressões múltiplas com os componentes de custos geraram modelos significativos, exceto no caso de outros itens. Para este componente, nenhum dos sete modelos com o bloco da temperatura mínima foi significativo. Os modelos com a temperatura média, somente um modelo dos seis gerados foi significativo.

A relevância deste estudo está associada, principalmente, a contribuição teórica relativa ao comportamento do custo de produção do café arábica em relação aos fatores climáticos, principalmente, as condições térmicas e hídricas. Na prática, este conhecimento teórico pode auxiliar no desenvolvimento de sistema de gerenciamento dos custos de produção da cafeicultura e na compreensão de como eles são formados dentro das propriedades. A utilidade deste conhecimento relaciona-se com a possibilidade de fornecimento de subsídios para o planejamento da atividade por autoridades governamentais, por órgãos de classe e por cooperativas.

No entanto, a inexistência de parâmetros para comparar os resultados deste trabalho, devido a escassez de pesquisas que busquem as relações entre o custo de produção do café e o clima, torna necessária a continuidade de estudos desta natureza. Em função desta limitação, as principais bases teóricas foram construídas a partir de estudos oriundos das ciências agronômicas, em que são vastas as pesquisas que investigam as relações entre a produtividade do cafeeiro e as condições climáticas. Foram estas pesquisas que estabeleceram as bases para a interpretação do comportamento do custo da mão de obra, das operações com máquinas e

dos outros itens em relação aos fatores climáticos. No caso dos fertilizantes se considerou os períodos recomendados para a adubação e os efeitos que as condições climáticas exercem sobre a capacidade de absorção destas substâncias pela planta. Para os defensivos e agrotóxicos, além do critério utilizado para os fertilizantes, observou-se a relação das condições climáticas com a proliferação ou controle de pragas e doenças. Assim, os resultados aqui obtidos são preliminares e carecem de outras investigações. Por esse motivo, este trabalho pode auxiliar futuras pesquisas que objetivem abordar o tema.

No caso específico da regressão linear múltipla (R^2), o problema da multicolinearidade sugere que a utilização da análise fatorial possa revelar relações mais significativas entre o custo de produção do café arábica e os fatores climáticos.

Diante disso, pesquisas que verifiquem o comportamento do custo de produção do café em relação aos fatores climáticos em outras localidades e/ou em outros períodos são oportunas. De outra forma, investigações integradas do efeito de outros fatores, além dos climáticos, sobre o custo de produção do café arábica representam uma alternativa na busca de respostas sobre a estruturação dos mesmos. Estudos desta natureza podem contribuir com a consolidação do referencial sobre o tema e com a formação de maiores evidências teóricas e práticas.

REFERÊNCIAS

- ABIC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ. **História**. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=38>>. Acesso em: 09 ago. 2011.
- ABRANTES, L. A.; REIS, R. P.; SILVA, M. P. Tributação indireta nos custos de produção e comercialização do café. **Custos e Agronegócio On Line**, Recife, v. 5, n. 1, p.41-61, abr. 2009. Quadrimestral. Disponível em: <www.custosagronegocioonline.com.br>. Acesso em: 09 ago. 2011.
- ALMEIDA, L. C. F. de. **Análise espaço-temporal das variáveis de custos da cultura do café arábica nas principais regiões produtoras do país**. 2010. 116 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós Graduação em Administração da Faculdade de Gestão de Negócios, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.
- ALMEIDA, L. C. F.; DUARTE, S. L.; TAVARES, M.; REIS, E. A. Análise das variáveis de custo da cultura do café arábica nas principais regiões produtoras do país. In: Encontro da Associação Nacional de Pós Graduação e Pesquisa em Administração, 34, 2010, Rio de Janeiro. **XXXIV EnANPAD**. Rio de Janeiro: ANPAD, 2010. p. 1 - 17.
- ALMEIDA, A. P. S.; REIS, E. A.; TAVARES, M. Impacto do crédito de ICMS sobre o custo de produção da cafeicultura: um estudo nas principais regiões produtoras de café arábica no Brasil.. In: Encontro da Associação Nacional de Pós Graduação e Pesquisa em Administração, 35., 2011, Rio de Janeiro. **XXXV EnANPAD**. Rio de Janeiro: ANPAD, 2011. p. 1 - 17.
- ANDERSON, D. R.; SWEENEY, D. J.; WILLIAMS, T. A. **Estatística aplicada à Administração e Economia**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008. 597 p.
- ANDRADE, F. T.; CASTRO JÚNIOR, L. G.de; SILVA, E. C.; SCOTT, F. A.; COSTA, C. H. G. A evolução dos custos nas principais regiões produtoras do Brasil. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., 2009, Vitória. **Anais do VI Simpósio de Pesquisas dos Cafés do Brasil**. Brasília: Embrapa Café, 2009.
- ANDRADE, G. M. de. **Controladoria em Agronegócios: um estudo sobre a caprinocultura de leite nas microrregiões dos cariris no estado da Paraíba**. 2007. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) - Programa Multiinstitucional e Inter-regional de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2007.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DO CAFÉ, 2012. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2012. 138p.

ARAÚJO, M. J. **Fundamentos de Agronegócios**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2010. 176 p.

ARRUDA, F. B.; WEILL, M. de A. M.; IAFFE, A.; SAKAI, E.; PIRES, R. C. de M. Estudo da influência do clima e do consumo hídrico na produção de cafeeiros (*Coffea Arábica* L) em Pindorama, SP. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000 Poços de Caldas. **Anais do I Simpósio de Pesquisas dos Cafés do Brasil**. Embrapa, 2000. p. 782 – 785.

ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLO JÚNIOR, J.; AVILA, A. M. H. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 39, n. 11, p.1057-1064, nov. 2004. Mensal.

BARDIN-CAMPAROTTO, L.; CAMARGO, M. B. P. de; MORAES, J. F. L. de. Época provável de maturação para diferentes cultivares de café arábica para o Estado de São Paulo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 4, p.594-599, abr. 2012. Bimestral.

BARTHOLDO, G. F.; GUIMARÃES, P. T. G.; MENDES, A. N.G. Produtividade de cultivares de *Coffea Arabica* L. sob parcelamentos de adubação. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Anais do II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**. Brasília: Embrapa Café, 2001. p. 2604 - 2613.

BATALHA, M. O.; SILVA, A. L. da. Gerenciamento de sistemas agroindustriais: definições, especificidades e correntes metodológicas. In: BATALHA, Mário Otávio. **Gestão Agroindustrial**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2011. Cap. 1, p. 1-62.

BLISKA, F. M. de M.; VEGRO, C. L. R.; AFONSO JÚNIOR, P. C.; MOURÃO, E. A. B.; CARDOSO, C. H. S. Custos de Produção de café nas principais regiões produtoras do Brasil. **Informações Agronômicas**, São Paulo, v. 39, n. 9, p.5-20, set. 2009. Mensal.

BRASIL. Departamento do Café. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Org.). **Informe estatístico do café**. Brasília, 2012a. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/estatisticas>>. Acesso em: 05 jan. 2013.

_____. Embrapa Café. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Org.). **Fenologia do cafeeiro**: condições agrometeorológicas e balanço hídrico do ano agrícola 2004-2005. Brasília, 2009a. 128 p. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/880509/1/Fenologiadocafeeiro.pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2011.

_____. Gerência de Custos de Produção. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Org.). **Custos de produção agrícola: a metodologia CONAB**. Brasília, 2010. 58 p. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/0086a569bafb14cebf87bd111936e115..pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2011.

_____. Gerência de Custos de Produção. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Org.). **Café arábica: série 2003 a 2012**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1282&t=2&Pagina_objcmsconteudos=2#A_objcmsconteudos>. Acesso em: 08 jul. 2012b.

_____. IBGE Cidades. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Org.). **Lavoura permanente 2011 - Café: quantidade produzida, valor da produção, área plantada, área colhida e rendimento**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 15 ago. 2012c.

_____. Instituto de Meteorologia. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Estações e dados: dados históricos**. BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (Org.). Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 12 jun. 2012d.

_____. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Ministério da Educação (Org.). **Café**. Brasília, 2005. 27 p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/publica_setec_cafe.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2011.

_____. Secretaria de Produção e Agroenergia. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Org.). **Análise estrutural da cafeicultura brasileira**. Brasília, 2009b. 91 p. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/vegetal/Caf%C3%A9/analise_estrutural.pdf>. Acesso em: 12 out. 2011.

BRUNI, A. L.; FAMÁ, R. **Gestão de Custos e Formação de Preços: com aplicações na calculadora HP 12C e Excel**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 546p.

CALLADO, A. A. C.; CALLADO, A. L. C. Sistemas Agroindustriais. In: CALLADO, A. A. C. **Agronegócio**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2011. Cap. 1, p. 1-19.

CAMARGO, A. P. de; 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, M. B. P. de. The impact of climatic variability and climate change on arabic coffee crop in brazil. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p.239-247, 2010.

CAMARGO, M. B. P. de; PEDRO JÚNIOR, M. J.; CAMARGO, A. P.; FAHL, J. I.; FAZUOLI, L. C.; SANTOS; M. A. Modelo Agrometeorológico de estimativa da época da plena floração do cafeeiro arábica em condições tropicais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Anais do II Simposio de Pesquisas dos Cafés do Brasil**. Embrapa, 2001. p. 173 - 180.

CANECHIO FILHO, V. **Cultura do café**. São Paulo: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1987. 84 p.

CANTO NETO, A. C. **Fatores determinantes da competitividade do agronegócio brasileiro** 2007. 128 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Programa de Estudos Pós Graduados em Economia Política, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

CORRÊA, L. V. T. **Estratificação ambiental e cracterização climática de apoio ao melhoramento genético do cafeeiro em Minas Gerais**. 2011. 79 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Pós Graduação em Agronomia/fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

COSTA, C. H. G.; CASTRO JÚNIOR, L. G. de; ANDRADE, F. T.; CHAGAS, I. S. P.; ALBERT, L. H. de B. Composição dos custos e margem líquida da cafeicultura nas principais regiões produtoras de café do Brasil. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009, Porto Alegre. **Desenvolvimento rural e sistemas agroalimentares: os agronegócios no contexto de integração das nações**. Porto Alegre, 2009a. p. 1 - 20.

COSTA, R. A.; SILVA, P. C.; LANA, M. R. Q; SAMPAIO, F. B. Produtividade da lavoura cafeeira em função da aplicação de fertilizantes foliares em safras alta e baixa. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., 2009, Vitória. **Anais do VI Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**. Brasília: 2009b.

COSTA, E. B.; GARCIA, R. D. C; TEIXEIRA, S. M. Custo de produção da cafeicultura de montanha no Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Anais do II Simpósio de Pesquisas dos Cafés do Brasil**. Vitória, 2001. p. 2180 - 2187.

DAMATTA, F. M.; RAMALHO, J. D. C. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. **Braz. J. Plant Physiol.**, Londrina, v. 18, n. 1, p.55-81, 2006.

DAMATTA, F. M.; RONCHI, C. P.; MAESTRI, M.; BARROS, R. S. Ecophysiology of coffee growth and production. **Braz. J. Plant Physiol.**, Londrina, v. 19, n. 4, p.485-510, 2007.

DIAS, K. G. de L.; GUIMARÃES, P. T. G; REIS, T. H. P; OLIVEIRA, C. H. C. de. Adubação realizada no inverno e produtividade de cafeeiros no cerrado mineiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 7., 2011, Araxá. **Anais do VII Simposio de Pesquisas dos Cafés do Brasil**. Brasília: Embrapa Café, 2011. p. 2180 - 2187.

DIEZ-RODRÍGUEZ, G. I.; BAPTISTA, G. C. de; TREVISAN, L. R. P; HADDAD, M. L.; NAVA, D. E. Resíduos de tiametoxam, aldicarbe e de seus metabólitos em folhas de cafeeiro e efeito no controle de leucoptera coffeella (guérin-mèneville) (lepidoptera: lyonetiidae). **Neotrop. Entomol.**, Londrina, v. 35, n. 2, p.257-263, 2006.

DUARTE, S. L. **Comportamento das variáveis dos custos de produção das culturas de café, cana de açúcar, milho e soja em relação ao preço de venda**. 2010. 133 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Programa de Pós Graduação em Administração da Faculdade de Gestão de Negócios, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

DUARTE, S. L.; PEREIRA, C. A.; TAVARES, M.; REIS, E. A. Variáveis dos custos de produção *versus* preço de venda da cultura do café no segundo ano da lavoura. **Revista de Gestão: REGE**, São Paulo, v. 18, n. 4, p.675-690, dez. 2011. Trimestral.

DUARTE, S. L.; TAVARES, M.; REIS, E. A. dos. Comportamento das variáveis dos custos de produção da cultura do café no período de formação da lavoura. In: CONGRESSO USP DE CONTROLADORIA E CONTABILIDADE DA UNIVERSIDADE, 10, 2010, São Paulo. **Anais do 10º Congresso USP de Controladoria e Contabilidade**. 2010: USP, 2010. p. 1 - 17.

FARIA, R. A. **Utilização de sistema de informações geográficas na estruturação do modelo do seguro rural**. 2002. 146 f. Tese (Doutorado em Economia) Programa de Pós Graduação em Economia Aplicada, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

FÁVERO, L. P. **Análise Multivariada de Dados**: Modelagem multivariada para tomada de decisões. Rio de Janeiro: Campus – Elsevier, 2009, 646p

FAZUOLI, L. C. Genética e Melhoramento do cafeeiro. In: RENA, A. B. et. al.. **Cultura do cafeeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira Para Pesquisa da Potassa e e do Fosfato, 1986. Cap. 3, p. 87-113.

FAZUOLI, L. C.; THOMAZIELLO, R. A.; CAMARGO, M. B. P. de. Aquecimento global, mudanças climáticas e a cafeicultura paulista. **O Agrônômico**, Campinas, v. 59, n. 1, p.19-20, 2007.

FEHR, L. C. F. de A.; DUARTE, S. L.; TAVARES, M.; REIS, E. A. Análise temporal das variáveis de custos da cultura do café arábica nas principais regiões produtoras do Brasil. **Custos e agronegócio on line**, Recife, v. 8, n. 1, p.161-187, mar. 2012. Trimestral. Disponível em: <www.custosagronegocioonline.com.br>. Acesso em: 10 jun. 2011.

FENILLI, T. A.; FAVARIN, J. L.; REICHARDT, K.; SALGADO, P. R. Nitrogênio no sistema solo x solo x ambiente. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. **Anais do V Simpósio de Pesquisas dos Cafés do Brasil**. Brasília: Embrapa Café, 2007. p. 1 - 4.

FERNANDES A. L. T.; CARVALHO, A. C. S. de.; BRITO, D. de M.; BECKER, G.; SIA, E. N.; FRAGA JÚNIOR, E. F. Comparação da utilização de nitrato de amônio e uréia polimerizada na produtividade e maturação do cafeeiro rrigado. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., 2009, Vitória. **Anais do VI Simpósio de Pesquisas dos Cafés do Brasil**. Brasília: Embrapa Café, 2009.

FERREIRA, L. G.; TAVARES, M.; LEMES, S.; REIS, E. A. Um estudo da relação entre os preços de petróleo, minério de ferro, superfosfato, uréia e potássio e o custo de produção da *commodity* café nas principais regiões produtoras do país. In: CONTABILIDADE DE CUSTOS E BEM-ESTAR SOCIAL: CONECTANDO AS ÁREAS PÚBLICA E PRIVADA, 18., 2011, Rio de Janeiro. **XVIII Congresso Brasileiro de Custos**. Rio de Janeiro, 2011. p. 1 - 11.

FIELD, A. **Descobrimo a estatística usando o SPSS**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 688 p.

GASPARI-PEZZOPANE, C. de; FAVARIN, J. L.; MALUI, M. P.; PEZZOPANE, J. R. M.; GUERREIRO FILHO, O. Atributos fenológicos e agrônômicos em cultivares de cafeeiros arábica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p.711-717, jun. 2009. Bimestral.

GOUVEIA, N. M. **Estudo da diferenciação e de gemas florais de Coffea Arábica L.:** observações sobre antese e maturação dos frutos. 1984. 237 f. Tese (Mestrado Biologia) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1984.

GHELLI, G. M.; NASSIF, V. M. J. O cluster cafeeiro na perspectiva do desenvolvimento do cerrado de Minas Gerais: uma estratégia para a competitividade. **Revista Eletrônica de Administração**: REA, Franca, v. 3, n. 2, p.1-17, dez. 2004. Semestral. Disponível em: <http://legacy.unifacef.com.br/rea/edicao05/ed05_art03.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2012.

GUIMARÃES, P. T. G. **Respostas do cafeeiro (coffea arabica L. cv Catuaí) à adubação mineral orgânica em solos de baixa fertilidade no sul de Minas Gerais**. 1986. 140 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Departamento de Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Esalq, Universidade Federal de São Paulo, Piracicaba, 1986.

IAFFE, A.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E.; PIRES, C. M.; CALHEIROS, R. O. Quantificação do efeito dos elementos agrometeorológicos na produção de um ensaio de café em Ribeirão Preto, SP. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1, 2000 Poços de Caldas. **Anais do I Simpósio de Pesquisas dos Cafés do Brasil**. Embrapa, 2000. p. 794 – 797.

ICO - INTERNACIONAL COFFEE ORGANIZATION (Londres). **Monthly Coffee Market Report**: august 2012. Disponível em: <http://ico.heritage4.com/heritage/heridata/ico_pdf_docs/cy2011-12/documents/cmr-0812-p.pdf>. Acesso em: 07 set. 2012a.

_____. **Total production of exporting countries**. Disponível em: <<http://dev.ico.org/prices/po.htm>>. Acesso em: 07 set. 2012Bb.

LEONE, G.S.G. **Curso de Contabilidade de Custos**. 24. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 457p.

LOPES, P. R. **Caracterização da incidência e evolução de pragas e doenças em agrossistemas cafeeiros sob diferentes manejos**. 2009. 203 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agroecologia e Desenvolvimento Rural, Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2009.

MALAVOLTA, E. Nutrição, adubação e calagem para o cafeeiro. In: RENA, A B et. al.. **Cultura do cafeeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira Para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. Cap. 5, p. 165-274.

MARKCAFÉ (Brasil). **Economia cafeeira**: principais produtores - Brasil. Espírito Santo, Mogiana Paulista, Paraná, Bahia e Minas Gerais. Disponível em: <<http://markcafe.com.br/>>. Acesso em: 15 out. 2012.

MARTINS, E. **Contabilidade de Custos**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2003. 166p.

MATIELLO, J. B. Fatores que afetam a produtividade do café no Brasil. In: RENA, A. B. et. al.. **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira Para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. Cap. 1, p. 1-11.

NASSER, M. D.; TARSITANO, M. A. A.; LACERDA, M. D. KOGA, P. S. L. Análise econômica da produção de café arábica em São Sebastião do Paraíso, estado de Minas Gerais. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 42, n. 2, p.5-12, abr. 2012. Bimestral.

NICOLELI, M.; MOLLER, H. D. Análise da competitividade dos custos do café orgânico sombreado irrigado. **Custos e agronegócio on line**, v. 2, n. 1, fev. 2006. Bimestral. Disponível em: <www.custoseagronegocioonline.com.br>. Acesso em: 15 ago. 2011.

OLIVEIRA, E. de; SILVA, F. M. de; SALVADOR, N. SOUZA, Z. M de; CHALFOUN, S. M. FIGUEIREIDO, S. A. P de. Custos operacionais da colheita mecanizada do cafeeiro. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 42, n. 6, p.827-831, jun. 2007. Mensal.

OLIVEIRA, M. D. M.; VEGRO, C. L. R. Custo de produção e rentabilidade na cafeicultura paulista: um estudo de caso. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 34, n. 4, p.33-44, abr. 2004. Mensal.

PADOVEZE, C. L. **Contabilidade gerencial: um enfoque em sistema de informação contábil**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 625 p.

PAGNANI, E. M.; WAHLMANN, G. C.; MOEIRA, J. M. Do custeio de operações ao custo da safra no agribusiness: o caso da lavoura e da produção do café no Brasil. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE COSTOS, 10., 2007, Lyon. **Anais do 10º Congresso Internacional de Custos**. Lyon, 2007. p. 1 - 16.

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

PEREIRA, V. da F.; VALE, S. M. L. R. de; BRAGA, M. J.; RUFINO, J. L dos S. Riscos e retornos da cafeicultura em Minas Gerais: uma análise de custos de diferenciação. **RESR**, Piracicaba, v. 48, n. 3, p.657-678, set. 2010. Trimestral.

PETEK, M. R.; SERA, T.; FONSECA, I. C. de B. Exigências climáticas para o desenvolvimento e maturação dos frutos de cultivares de *Coffea arábica*. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 1, p.169 – 181. 2009.

PEZZOPANE, J. R. M.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; THOMAZIELLO, R. A.; CAMARGO, M. B. P de. Escala para avaliação de estádios fenológicos do cafeeiro arábica. **Bragantia**, Campinas, v. 62 n. 3, p. 499 – 505. 2003.

PICINI, A. G.; CAMARGO, M. B. P de; ORTOLANI, A. A.; FAZUOLI, L. C.; GALLO, P. B. Desenvolvimento e teste de modelos agrometeorológicos para a estimativa de produtividade do cafeeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 1, p. 157 – 170. 1999.

PINTO, H. S.; ZULLO JÚNIOR, J.; ASSAD, E. D.; BRUNINI, O.; ALFONSI, R. R.; CORAL, G. Zoneamento de riscos climáticos para a cafeicultura do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p.495-500, 2001. Número especial: Zoneamento Agrícola.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C. Pragas do cafeeiro. In: RENA, A. B. et. al.. **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira Para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. Cap. 8, p. 323-378.

RIO DE JANEIRO. Gerência Setorial de Estudos da Agroindústria. Banco Nacional de Desenvolvimento Social Setorial. **Café: a (re) conquista dos mercados**. Rio de Janeiro, 1999. 56 p. Disponível em:
<http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set1001.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2011.

ROSA, V. G. C. da. **Modelo Agrometeorológico-espectral para Monitoramento e Estimativa da Produtividade do Café na Região Sul/Sudoeste do Estado de Minas Gerais**. 2007. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, São José dos Campos, 2007. 145 f.

SAES, M. S. M.; FARINA, E. M. M. Q. **O Agribusiness Café no Brasil**. São Paulo: Milkbizz, 1999. 218 p.

SANTOS, G. J. dos; MARION, J. C.; SEGATTI, S. **Administração de Custos na Agropecuária**. 4. ed. 2 reimpressão. São Paulo: Atlas, 2009. 168p.

SANTOS, M. A. dos. **Parametrização de Coeficientes de sensibilidade agrometeorológicos de estimativa de quebra de produtividade do cafeeiro (*coffea arábica* L.)**. 2005. 156 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Área de Concentração em Tecnologia da Produção, Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2005.

SANTOS, M. A. dos; CAMARGO, M. B. P. de. Parametrização de modelo agrometeorológico de estimativa de produtividade do cafeeiro nas condições do estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 1, p.173-183, 2006.

SARRAIPA, L. A. dos S. **Banco de dados georreferenciado para zoneamento edafoclimático do estado de São Paulo**. 2003. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Área de Concentração Gestão de Recursos Ambientais, Instituto Agronomico de Campinas, Campinas, 2003.

SEDIYAMA, G. C.; MELO JÚNIOR, J. C.; SANTOS, A. R. dos; RIBEIRO, A.; COSTA, M. H.; HAMAKAWA, P. J.; COSTA, J. M. N. da; COSTA; L. C. Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*coffea arábica* L) para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p.501-509, 2001. Número especial: Zoneamento Agrícola.

SILVA, A. M. da; SORICE, L. S. D; COELHO, G.; FARIA, M. A.; REZENDE, F. C. de. Avaliação do efeito do parcelamento da adubação e da época de início da irrigação sobre a produtividade do cafeeiro. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 27, n. 6, p.1354-1362, 2003.

SILVA, E. A. da; BRUNINI, O.; SAKAI, E.; ARRUDA, F. B.; PIRES, R. C. de M. Influência de déficits hídricos controlados na uniformização do florescimento e produção do cafeeiro em três diferentes condições edafoclimáticas do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 2, p. 493 – 501. 2009.

SILVA, F. A. M da; LOPES, T. S. S.; EVANGELISTA, B. A.; ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLO JÚNIOR, J.; BRUNINI, O.; CORAL, G. Delimitação das áreas aptas do ponto de vista agroclimático para o plantio da cultura café (*coffea arábica*) no sudoeste do Estado da Bahia. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000a, Poços de Caldas. **Anais do I Simposio de Pesquisas dos Cafés do Brasil**. Brasília, 2000. p. 126 - 128.

SILVA, F. A. M da; SANTOS, E. R. A. dos; EVANGELISTA, B. A.; ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLO JÚNIOR, J.; BRUNINI, O.; CORAL, G. Delimitação das áreas aptas do ponto de vista agroclimático para o plantio da cultura café (*coffea arábica*) no Estado de Goiás. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000b, Poços de Caldas. **Anais do I Simposio de Pesquisas dos Cafés do Brasil**. Brasília, 2000. p. 123 - 125.

SILVA, F. M. da; SALVADOR, N.; PÁDUA, T. de S. Café: mecanização da colheita. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Palestras do I Simposio de Pesquisas dos Cafés do Brasil**. Brasília, 2000. p. 281 - 329.

SILVA, J. M. da; REIS, R. P. Custos de produção do café na região de lavras – MG: estudo de casos. **Ciências Agrotecnicas**, Lavras, v. 25, n. 6, p.1287-1294, dez. 2001. Bimestral.

THOMAZIELLO, R. A.; FAZUOLI, L. C.; PEZZOPANE, J. R. M.; FAHL, J. I.; CARELI, M. L. C.; **Café arábica: cultura e técnicas de produção.** Campinas: Instituto Agronômico, 2000. 82 p.

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

VEGRO, C.L.R. **Formação de Custos na Cafeicultura. 2011.** Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2011_1/CustosCafe/index.htm>. Acesso em: 07 out. 2011.

VEGRO, C. L. R.; MARTIN, N. B.; MORICOCHI, L. **Sistemas de produção e competitividade da cafeicultura paulista.** In: SIMPOSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Anais do I Simposio de Pesquisas dos Cafés do Brasil.** 2000: Brasília, 2000. p. 301 - 312

VEGRO, C. L. R.; ASSUMPÇÃO, R. de. Acompanhamento do custo de produção em propriedades cafeeiras: síntese parcial de resultados. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 33, n. 4, p.48-56, abr. 2003. Mensal.

VELOSO, C. A.; VIEGAS, I. de J. M.; CARVALHO, E. J. M. **A cultura do cafeeiro no Pará.** Belém: Embrapa, 2008. 245 p.

WEILL, M. A. M.; ARRUDA, F. B.; OLIVEIRA, J. B.; DONZELI, P. L.; RAIJ, B. van. Avaliação de fatores edafoclimáticos e do manejo na produção de cafeeiros (*Coffea Arábica* L) no oeste paulista. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 891 – 901. 1999.

WELSCH, G. A. **Orçamento empresarial.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 1983. 397 p.

ZUCOLOTTO, R.; VENTURA, J. A.; TEIXEIRA, A. J. C.; PEREIRA, E. P.; LOUZADA, L. C. Análise da relação custo x volume x lucro na cafeicultura: uma experiência na implantação de projetos. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE COSTOS, 8., 2003, Punta Del Este. **Anais do 8º Congreso Internacional de Costos.** Punta Del Este, 2003. p. 1 - 18.

ANEXO I – Plano de Contas da CONAB (adaptado para a cafeicultura)**A - CUSTO VARIÁVEL****I - Despesas de Custeio da Lavoura**

- 1 - Operação com máquinas próprias
 - 1.1 - Máquinas Próprias
 - 1.2 - Equipamento de Irrigação
 - 1.3 - Aluguel de máquinas/serviços
- 2 - Mão-de-obra
 - 2.1 - Mão-de-obra fixa
 - 2.2 - Mão-de-obra temporária
- 3 - Fertilizantes
- 4- Agrotóxicos / Defensivos
- 5 - Outros itens

Total das Despesas de Custeio da Lavoura (A)**II - Despesas Pós-Colheita**

- 1 - Seguro agrícola
- 2 - Assistência técnica
- 3 - Transporte externo
- 5 - CESSR (Contribuição a seguridade social rural)
- 8 - Processamento (Beneficiamento)
- 9 - Outros

Total das Despesas Pós-Colheita (B)**III - Despesas Financeiras**

- 1 - Juros

Total das Despesas Financeiras (C)**CUSTO VARIÁVEL (A+B+C = D)****IV - Depreciações**

- 1 - Depreciação de benfeitorias/instalações
- 2 - Depreciação de implementos
- 3 - Depreciação de máquinas
- 4 - Depreciação do cultivo

Total de Depreciações (E)**V - Outros Custos Fixos**

- 1 - Manutenção periódica de máquinas/implementos
- 2 - Encargos sociais
- 3 - Seguro do capital fixo

Total de Outros Custos Fixos (F)**CUSTO FIXO (E+F = G)****CUSTO OPERACIONAL (D+G = H)****VI - Renda de Fatores**

- 1 - Remuneração esperada sobre capital fixo
- 2 - Remuneração esperada sobre o cultivo
- 3 - Terra

Total de Renda de Fatores (I)**CUSTO TOTAL (H+I = J)**

APÊNDICE I – Teste de Normalidade

Teste de Normalidade					
Cidade	Variável de Custo	Shapiro-Wilk			Correlação
		Estatística	gl	Sig.	
Franca	Mão de Obra	0,85	10	0,06	Pearson
	Operações com Máquinas	0,84	10	0,04	Spearman
	Fertilizantes	0,88	10	0,12	Pearson
	Defensivos e Agrotóxicos	0,89	10	0,15	Pearson
	Outros Itens	0,84	10	0,04	Spearman
Londrina	Mão de Obra	0,85	6	0,15	Pearson
	Operações com Máquinas	0,91	6	0,45	Pearson
	Fertilizantes	0,94	6	0,68	Pearson
	Defensivos e Agrotóxicos	0,85	6	0,15	Pearson
	Outros Itens	0,71	6	0,01	Spearman
Luís Eduardo Magalhães	Mão de Obra	0,89	10	0,16	Pearson
	Operações com Máquinas	0,95	10	0,66	Pearson
	Fertilizantes	0,97	10	0,90	Pearson
	Defensivos e Agrotóxicos	0,91	10	0,28	Pearson
	Outros Itens	0,78	10	0,01	Spearman
São Sebastião do Paraíso	Mão de Obra	0,83	10	0,03	Spearman
	Operações com Máquinas	0,74	10	0,00	Spearman
	Fertilizantes	0,86	10	0,08	Pearson
	Defensivos e Agrotóxicos	0,92	10	0,34	Pearson
	Outros Itens	0,95	10	0,70	Pearson

APÊNDICE II – Resultado das regressões múltiplas (R^2)

Variáveis de Custo	Variáveis Climáticas	Coefficientes	Sig. t	Tolerancia	FIV	Durbin Watson	Sig. F	R^2
Mão de Obra	Constante	1.511,43	0,01					
	PAt1	1,78	0,03	0,97	1,03	0,97	0,00	0,35
	PAt3	8,44	0,00	0,97	1,03			
	PFt1	47,79	0,00	0,34	2,91			
	PFt3	104,02	0,00	0,34	2,91	0,85	0,00	0,88
	Constante	11.888,42	0,00					
	TMAXmt1	397,64	0,00	0,42	2,35			
	TMAXmt2	-704,40	0,00	0,13	7,48	1,21	0,00	0,60
	TMAXmt4	299,00	0,01	0,27	3,77			
	TMAXmt6	-372,27	0,01	0,18	5,45			
	TMINmt1	445,83	0,00	0,00	353,12			
	TMINmt4	-564,15	0,00	0,00	464,56	1,17	0,00	0,92
	TMINmt5	548,86	0,00	0,00	480,00			
	TMINmt6	-337,75	0,00	0,02	61,32			
Tmt2	-697,72	0,00	0,00	396,23				
Tmt3	672,82	0,00	0,00	259,29	0,87	0,00	0,90	
Tmt5	179,84	0,03	0,01	161,37				
Operações com Máquinas	Constante	4.297,64	0,00					
	PAt2	-2,40	0,03	0,89	1,13			
	PAt4	-1,71	0,00	0,99	1,01	0,84	0,00	0,45
	PAt5	-2,32	0,00	0,96	1,04			
	PAt6	-2,26	0,01	0,91	1,10			
	Constante	2.998,16	0,00					
	PFt3	-52,70	0,00	0,99	1,01	0,63	0,00	0,25
	PFt4	-31,72	0,01	0,99	1,01			
	Constante	-9.302,62	0,00					
	TMAXmt3	265,94	0,00	0,19	5,23			
	TMAXmt5	-137,41	0,01	0,48	2,09	0,64	0,00	0,74
	TMAXmt6	262,41	0,00	0,14	6,99			
	Constante	-3.713,43	0,00					
	TMINmt4	416,81	0,00	0,16	6,33	0,92	0,00	0,68
TMINmt5	-161,61	0,04	0,16	6,33				
Constante	3.614,71	0,01						
Tmt3	-478,30	0,00	0,19	5,38				
Tmt4	291,98	0,01	0,22	4,62	0,64	0,00	0,47	
Tmt5	-241,20	0,02	0,23	4,44				
Tmt6	284,52	0,01	0,20	5,11				
Fertilizantes	Constante	3.334,76	0,00					
	PAt3	-3,18	0,00	0,97	1,03	0,76	0,00	0,27
	PAt4	-1,79	0,01	0,97	1,03			
	Constante	4.541,78	0,00					
	PFt3	-53,58	0,00	0,99	1,01	0,81	0,00	0,38
	PFt4	-44,63	0,00	0,99	1,01			
	Constante	-6.506,34	0,00					
	TMAXmt2	265,82	0,00	0,18	5,57			
	TMAXmt4	-182,40	0,00	0,56	1,80	0,63	0,00	0,67
	TMAXmt5	242,13	0,00	0,21	4,70			
	Constante	-1.536,77	0,01					
	TMINmt4	500,03	0,00	0,16	6,33	1,38	0,00	0,68
	TMINmt5	-306,29	0,00	0,16	6,33			
	Constante	5.287,60	0,00					
Tmt3	-418,10	0,00	0,19	5,38				
Tmt4	225,56	0,04	0,22	4,62	0,61	0,00	0,47	
Tmt5	-218,12	0,02	0,23	4,44				
Tmt6	237,45	0,03	0,20	5,11				

(Continua)

(Conclusão)

Variáveis de Custo	Variáveis Climáticas	Coefficientes	Sig. t	Tolerancia	FIV	Durbin Watson	Sig. F	R ²
Defensivos e Agrotóxicos	Constante	1.875,16	0,00					
	PAt3	-2,00	0,02	0,93	1,07	0,92	0,00	0,31
	PAt4	-1,15	0,00	0,97	1,04			
	PAt6	-1,49	0,02	0,97	1,03			
	Constante	1.275,97	0,02					
	PFt3	-24,09	0,02	0,89	1,13	0,74	0,00	0,32
	PFt4	-19,44	0,02	0,93	1,08			
	PFt5	19,27	0,02	0,88	1,13			
	PFt6	-16,48	0,03	0,94	1,07			
	TMAXmt1	-128,62	0,04	0,00	957,35	0,85	0,00	0,78
	TMAXmt4	178,87	0,00	0,00	590,71			
	TMAXmt5	-268,61	0,00	0,00	1.018,69			
	TMAXmt6	266,43	0,00	0,00	526,33			
	TMINmt1	-162,19	0,01	0,00	348,44	0,95	0,00	0,76
	TMINmt4	409,58	0,00	0,00	291,92			
	TMINmt5	-199,47	0,00	0,00	469,59			
	Tmt2	319,32	0,00	0,00	396,23	0,56	0,00	0,58
	Tmt3	-289,12	0,00	0,00	259,29			
Outros Itens	Constante	502,40	0,00			0,89	0,00	0,17
	PAt3	-0,41	0,04	0,97	1,03			
	PAt5	-0,22	0,01	0,97	1,03			
	Constante	233,51	0,00			1,05	0,00	0,29
	PFt2	9,67	0,00	0,81	1,23			
	PFt3	-7,73	0,00	0,81	1,23			
	TMAXmt3	45,02	0,00	0,00	486,27	0,86	0,00	0,86
	TMAXmt4	-58,65	0,00	0,00	774,19			
	TMAXmt5	26,75	0,03	0,00	428,23			
	TMINm	Não foi gerado modelo significativo a sig. F < 0,05						
Constante	779,42	0,00	0,00	396,23	0,83	0,04	0,06	
Tmt1	-19,55	0,00	0,00	259,29				

Variáveis Climáticas:

PA – Precipitação Acumulada (mm); PF – Frequência de Chuvas (n° dias); TMAXm – Temperatura Máxima média; TMÍNm (°C); Temperatura Mínima média (°C); Tm – Temperatura média (°C).