



DIEGO HUMBERTO DE OLIVEIRA

**GESTÃO ESTRATÉGICA NA CAFEICULTURA:
EFICIÊNCIA DE FATORES PRODUTIVOS E
QUANTIFICAÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DO
EFEITO ESTUFA**

**LAVRAS – MG
2015**

DIEGO HUMBERTO DE OLIVEIRA

**GESTÃO ESTRATÉGICA NA CAFEICULTURA: EFICIÊNCIA DE
FATORES PRODUTIVOS E QUANTIFICAÇÃO DE EMISSÕES DE GASES
DO EFEITO ESTUFA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Rubens José Guimarães

Coorientadores

Dr. Luiz Gonzaga de Castro Junior

Dr. Douglas Ramos Guelfi Silva

**LAVRAS – MG
2015**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Oliveira, Diego Humberto de.

Gestão estratégica na cafeicultura : eficiência de fatores
produtivos e quantificação de emissões de gases do efeito estufa /
Diego Humberto de Oliveira. – Lavras : UFLA, 2015.

115 p. : il.

Dissertação (mestrado acadêmico)–Universidade Federal de
Lavras, 2015.

Orientador(a): Rubens José Guimarães.

Bibliografia.

1. Estratégia. 2. Análise econômica de experimentos. 3. GEE. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

DIEGO HUMBERTO DE OLIVEIRA

**GESTÃO ESTRATÉGICA NA CAFEICULTURA: EFICIÊNCIA DE
FATORES PRODUTIVOS E QUANTIFICAÇÃO DE EMISSÕES DE GASES
DO EFEITO ESTUFA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 25 de fevereiro de 2015.

Dr. César Elias Botelho	EPAMIG
Dr. Rodrigo Luz da Cunha	EPAMIG
Dr. Luiz Gonzaga de Castro Junior	UFLA

Dr. Rubens José Guimarães
Orientador

**LAVRAS – MG
2015**

*Aos meus amados pais,
Francisco e Eneida*

*E ao meu querido irmão,
Fábio*

DEDICO

Aos cafeicultores do Brasil

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura (DAG), em especial ao Setor de Cafeicultura/InovaCafé, por propiciarem a realização deste curso.

Ao meu orientador, professor Dr. Rubens José Guimarães, pela amizade, apoio e presença ao longo da consecução deste trabalho.

Aos meus coorientadores, professores Dr. Luiz Gonzaga de Castro Junior e Dr. Douglas Ramos Guelfi Silva, pela amizade e suporte nas discussões da pesquisa.

Ao Centro de Inteligência em Mercados (CIM), pelo desenvolvimento profissional e humano em todas as oportunidades concedidas.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Aos colegas do curso de mestrado pela amizade e pelos bons momentos que passamos, e a todos os amigos que apesar da minha ausência não deixaram nossos laços enfraquecerem.

E a todos os professores e funcionários da UFLA, que honram sua história de sucesso.

RESUMO

Com as reestruturações macroeconômicas do final do século XX o setor cafeeiro se organizou em um novo arranjo. Premissas de gestão, diferentes das tradicionais, foram instituídas sobre as propriedades cafeeiras e a demanda dos consumidores acerca da sustentabilidade passou a orientar a indústria que, para poder oferecer produtos diferenciados, passou a demandá-los dos cafeicultores. Entretanto, o despreparo gerencial herdado da antiga regulamentação do setor interfere nos resultados econômicos da produção e muitos cafeicultores sequer buscam diferenciar seu produto. Além disto, ao longo dos ciclos produtivos as quantidades de fatores produtivos são alteradas sem as devidas recomendações técnicas, podendo inviabilizar economicamente a produção ou impactá-la ambientalmente. Com as novas demandas de consumo, que remetem a produções sustentáveis, em algum momento esta situação poderá levar à perda de oportunidades comerciais. O produtor, portanto, demanda informações para agir estrategicamente sobre seu negócio. Objetivou-se, com este trabalho, sugerir um processo para a gestão estratégica de empreendimentos cafeeiros, considerando os aspectos econômicos e ambientais. Foram analisadas as viabilidades econômicas de um fertilizante formulado NPK quando aplicado em diferentes níveis em cafeeiros irrigados e a quantificação de suas emissões de gases causadores do efeito estufa (GEE). As análises contemplaram as safras 2012/2013 e 2013/2014 de um experimento conduzido na Universidade Federal de Lavras. Seu delineamento foi em blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições, sendo seis níveis de adubação com um fertilizante contendo N, P₂O₅ e K₂O que foram de 10, 40, 70, 100, 130 e 160% da recomendação de adubação padrão para cafeeiros de sequeiro. As emissões de GEE se basearam nos índices do IPCC para óxido nitroso (N₂O) e dióxido de carbono (CO₂). Houve efeito significativo dos níveis de adubação sobre a produtividade no biênio e a produção máxima foi alcançada com a aplicação do fertilizante no nível de 145,57% da recomendação padrão. A produção ótima econômica ocorreu com a aplicação no nível de 118,12%. As produções máxima e ótima econômica no biênio geraram uma margem bruta de R\$18.205,73 por hectare (ha) e R\$19.127,81/há, respectivamente, considerando apenas os custos do fertilizante que foi o fator variável. Quanto às emissões de GEE, a quantidade de fertilizante que maximizou a produção gerou 7,42 toneladas de carbono equivalente (tCO₂e) por hectare, enquanto a quantidade ótima econômica gerou 6,02 tCO₂e/ha; uma diferença de 18,86%. O processo pode ser incorporado pela gestão estratégica das unidades produtivas para a adequação econômica de fatores produtivos e indicação de uma produção com menor impacto ambiental.

Palavras-chave: Estratégia. Análise econômica de experimentos. GEE.

ABSTRACT

With the macroeconomic restorations in the late 20th century the coffee market sector organized itself in a new arrangement. Premises of management different from the traditional were institutionalized on the coffee market, and the demands of consumers about the sustainability then began being oriented to industries, so that being they could offer products that were different from the rest began demanding them from coffee growers. Thus being, the lack of management preparation inherited down from past regulations interferes in economic results of production, and many coffee growers don't even search for a differential in terms of their own product. Moreover, during the productive cycles the quantity of production factors are effected without the technical recommendations, which may economically render the production or have a direct impact on the environment. With the new demands of consumption, which remits sustainable production, in some moment in time the situation could lead to the loss of commercial opportunities. The product, therefore, demands information to act strategically on your own business. The main objective for this project is suggest a process for the strategic management of coffee producing, considering the economic and environmental aspects. We analyzed the economic viability of a fertilizer formulated NPK when applied in different levels of irrigated coffee areas and quantify their gas emissions that cause the greenhouse gases (GHG). The analyses contemplated the harvests of 2012/2013 and 2013/2014 of an experiment conducted at the Federal University of Lavras (UFLA). The outlining was made in random blocks with six treatments and four repetitions, being six levels of fertilization with fertilizers containing N, P₂O₅ e K₂O that were from 10, 40 ,70 ,100 ,130 and 160% of recommended standards for coffee producers of dry farming. The emissions of GHG were based on the in indices from the IPCC to nitrous oxide (N₂O) and carbon dioxide (CO₂). There was a significant effect from the levels of fertilizers in effect in relation with the productivity on the biennium, and the maximum production was reached with the application of the fertilizer on the level of 145,57% of the recommended standard. The optimal economic production occurred with the application on the level of 118,12%. The economic maximum and optimal productions on the biennium generated a gross margin of R\$ 18.205,73/ha and R\$ 19.127,81/ha respectively, considering only the costs of fertilizers that was the variable factor. When the emissions of GHG which maximized the production generated 7,42 tons of carbon equivalent (tCO₂e) per hectare, while the optimal economic quantity generated 6,02 tCO₂e/ha; a difference of 18,86%.

Key words: Strategy. Economic analysis of experiments. GHG.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Distribuição geográfica da produção das espécies <i>Coffea arabica</i> e <i>Coffea canephora</i>	17
Figura 2	Conjuntura da cafeicultura mundial (em milhões de sacas).....	18
Figura 3	Evolução do consumo de café pelos brasileiros (em kg per capita).	21
Figura 4	Participação percentual média dos principais estados produtores de café no Brasil entre 2001 e 2013.	23
Figura 5	Custos e preços médios entre janeiro e novembro de 2013 (Reais por saca).	24
Figura 6	Simulação dos impactos na redução da produção no COT da cafeicultura em Minas Gerais na safra 2013/2014 (Reais por saca).	25
Figura 7	Demanda mensal média pelo formulado 20-05-20 e índice de troca médio do café entre 1995 a 2013 (preços reais).	27
Figura 8	Relação entre fases fenológicas do cafeeiro e atividades do processo produtivo.	28
Figura 9	Esquemática da cadeia agroindustrial do café brasileiro.	30
Figura 10	Relação de demanda do consumidor sobre a indústria e esta sobre o cafeicultor (produção primária).	34
Figura 11	Componentes da gestão estratégica.	46
Figura 12	Esquemática hipotética dos estágios da função de produção.	54
Figura 13	Circuito econômico ampliado.	56
Figura 14	Esquema das relações físicas da produção.	75

Figura 15	Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação da produtividade de cafeeiros em função dos níveis de adubação NPK (em $\text{kg} \cdot \text{hectare}^{-1}$), que correspondem, respectivamente, por 10%, 40%, 70%, 100%, 130% e 160% da recomendação padrão.....	81
Figura 16	Relações entre Produto Físico Marginal (PFMa) e Produto Físico Médio (PFMe) nas safras 2012/2013 e 2013/2014 ($\text{kg} \cdot \text{hectare}^{-1}$).	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Área plantada, consumo de nitrogênio e produção média da agricultura brasileira no período de 2009 a 2012	64
Tabela 2	Consumo de nitrogênio na agricultura, emissões de óxido nitroso (N ₂ O) e sua correspondência em Carbono equivalente (CO ₂ e) no período de 2009 a 2012	65
Tabela 3	Caracterização química do solo referente às safras 2012/2013 e 2013/2014.....	69
Tabela 4	Quantidades de fertilizantes em kg.hectare ⁻¹ nas safras 2012/2013 e 2013/2014 e quantidade acumulada nas duas safras.....	72
Tabela 5	Análise de Variância para produtividade de cafeeiros irrigados (kg.hectare ⁻¹) em função de níveis de adubação NPK.....	80
Tabela 6	Produto Físico Marginal (PFMa) dos diferentes níveis de adubação no somatório das safras 2012/2013 e 2013/2014 (kg.hectare ⁻¹)	82
Tabela 7	Produto Físico Médio (PFMe) dos diferentes níveis de adubação no somatório das safras 2012/2013 e 2013/2014 (kg.hectare ⁻¹)	83
Tabela 8	Elasticidade da produção (ep) nos diferentes níveis de adubação no somatório das safras 2012/2013 e 2013/2014.....	85
Tabela 9	Relação de preços do fator variável e da produção (Px/Py), quantidade ótima econômica do fertilizante formulado NPK (PFMa = Px/Py) e percentual da quantidade ótima econômica do fator variável em relação à recomendação padrão.....	86

Tabela 10	Simulação sobre a relação de preços do fator variável (P_x) e da produção (P_y), quantidade ótima econômica do fertilizante formulado NPK ($PFMa = P_x/P_y$) e percentual da quantidade ótima econômica do fator variável em relação à recomendação padrão	87
Tabela 11	Emissões de óxido nitroso (N_2O) e dióxido de carbono (CO_2) provenientes do fertilizante formulado NPK aplicado durante as safras 2012/2013 e 2013/2014 e somatório, em toneladas de carbono equivalente (tCO_2e) por hectare	90
Tabela 12	Balço de emissões de carbono equivalente provenientes do fertilizante formulado NPK aplicado no somatório das safras 2012/2013 e 2013/2014, em toneladas (tCO_2e) por hectare.....	91

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA	16
2.1	Café no mundo	16
2.1.1	Setor cafeeiro no Brasil	18
2.2	Cadeia agroindustrial e tendências do consumo sustentável	29
3	REFERENCIAL TEÓRICO	37
3.1	Estratégia	37
3.2	Gestão estratégica	42
3.3	Análise econômica de experimentos agrícolas	47
3.3.1	Teoria da produção	48
3.4	Meio ambiente, mitigação de GEE e cafeicultura	55
3.4.1	Gases do efeito estufa e a agricultura	61
3.4.1.1	Quantificação de emissões de GEE por meio de índices	65
4	MATERIAL E MÉTODOS	68
4.1	Caracterização da área experimental	68
4.2	Delineamento, condução do experimento e análises estatísticas	69
4.3	Análise econômica	71
4.4	Cálculos de emissões de gases poluentes (N₂O e CO₂)	77
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	80
5.1	Função de produção e análise econômica do fertilizante formulado	80
5.2	Relações econômico-produtivas e impactos ambientais	90
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	92
7	CONCLUSÃO	96

REFERÊNCIAS	97
ANEXOS	113

1 INTRODUÇÃO

As reestruturações macroeconômicas evidenciadas no final do século XX foram decisivas para o estabelecimento do setor cafeeiro contemporâneo.

Com o fim da guerra fria e com os eventos simultâneos alavancados pela intensificação da globalização, diversos aspectos financeiros, produtivos, institucionais, políticos, culturais e ambientais modificaram processos e influenciaram as relações organizacionais (GARCIA, 1998). A lógica da integração mundial de produtos por meio da internacionalização e desregulamentação de mercados, além da intensificação de renovações tecnológicas, gerou maior sinergia entre os agentes e facilitou a difusão de informações. As discussões sobre crescimento econômico aliado à preservação ambiental foram impulsionadas pelas indicações de mudanças climáticas e a sociedade passou a demandar sistemas produtivos mais sustentáveis.

Guiado por esse contexto mundial, um novo arranjo econômico do setor cafeeiro emergiu diante das relações múltiplas entre a produção, industrialização e consumo. Seus efeitos sobre o ambiente interno das empresas rurais instituíram premissas de gestão diferentes das tradicionais, e a demanda dos consumidores acerca da sustentabilidade passou a orientar a indústria que, para poder oferecer produtos diferenciados, passou a demandá-los dos cafeicultores.

A antiga regulamentação do setor cafeeiro, entretanto, implicou em alguns efeitos secundários indesejáveis na produção brasileira, que ainda perduram em muitas unidades produtivas. Apesar de ter sido encerrada com o fim do Acordo Internacional do Café (AIC) em 1989, o despreparo gerencial ainda interfere nos resultados econômicos e muitos cafeicultores nem sequer diferenciam seu produto.

Apesar das vantagens comparativas do Brasil sobre a produção, problemas relacionados ao câmbio, à evolução sistêmica dos custos de produção

e às oscilações dos preços do café, direcionam muitos produtores a tomarem decisões não planejadas visando à garantia de sua rentabilidade. Eles alteram as quantidades de fatores produtivos ao longo dos ciclos de produção, na tentativa de minimizar possíveis reduções nas margens de lucro ou alavancá-las diante da conformação do mercado. Um exemplo disso está na alteração das quantidades de fertilizantes sem as devidas recomendações técnicas, podendo inviabilizar economicamente a produção ou impactá-la ambientalmente. Pelas novas demandas de consumo, em algum momento esta situação poderá levar à perda de oportunidades comerciais, já que a rastreabilidade (quanto às boas práticas e parâmetros de controle de processos) e as certificações que remetem a produções sustentáveis e produtos diferenciados, são uma exigência crescente.

Diante da relevância deste agronegócio e das novas relações em sua cadeia agroindustrial, a composição de estratégias com vistas à garantia da viabilidade econômica e uma produção ambientalmente correta são essenciais para balizar as tomadas de decisão no campo. Essa conformação abrangente é importante para que os ajustes necessários ao contexto produtivo sejam eficazes.

Objetivou-se, com este trabalho, sugerir um processo para a gestão estratégica de empreendimentos cafeeiros, considerando os aspectos econômicos e ambientais. Foi analisada a viabilidade econômica de um fertilizante formulado NPK quando aplicado em diferentes níveis em cafeeiros irrigados e a quantificação de suas emissões de gases causadores do efeito estufa (GEE). Foi adotada a análise econômica de experimentos por meio da função de produção, e as emissões de GEE se basearam nos índices do *Intergovernmental Panel on Climate Change* – IPCC para óxido nitroso (N₂O) e dióxido de carbono (CO₂).

O processo pode ser incorporado pela gestão estratégica das unidades produtivas para a adequação econômica de fatores produtivos e indicação de uma produção com menor impacto ambiental. Acredita-se que essas premissas acarretarão no aumento de competitividade.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

A multidisciplinaridade deste trabalho, entre aspectos agronômicos, econômicos e ambientais levou ao desenvolvimento desta seção. Ela apresenta uma contextualização do setor cafeeiro no mundo e no Brasil e considera o movimento de influência do consumo sustentável de café, que tem sido abarcado pela busca em se reduzir os impactos ambientais de atividades antropogênicas. Diante disto, indica onde e como os resultados da pesquisa poderão ser usados de maneira estratégica pelos produtores.

2.1 Café no mundo

Descoberto na região de Kafa, no interior da Etiópia, o café apresenta suas referências iniciais em manuscritos datados do século VI, que relatam que suas primeiras sementes possivelmente foram propagadas quando os etíopes invadiram e governaram a região do Iêmen, iniciando sua produção (PENDERGRAS, 2010). Em função de suas propriedades estimulantes, séculos mais tarde atraiu o interesse dos europeus que promoveram sua disseminação por todo o mundo.

Atualmente o café é produzido na maioria dos países não áridos das regiões tropicais, sendo que em mais de 50 deles há produção em quantidades expressivas. A receita gerada com o café é vital para a balança comercial de inúmeros desses países, principalmente aqueles em desenvolvimento (INTERNACIONAL COFFEE ORGANIZATION – ICO, 2010). A produção tem se concentrado na América Latina, na Ásia e na África, como observado na Figura 1.

Das muitas espécies do gênero *Coffea*, as espécies *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre são cultivadas comercialmente em escala global

(INTERNACIONAL COFFEE ORGANIZATION – ICO, 2010). Mas Souza et al. (2004) relatam que entre as cerca de 25 espécies exploradas comercialmente, outras duas são importantes em alguns países, *Coffea liberica* e *Coffea dewevrei*, apesar do menor volume produzido.

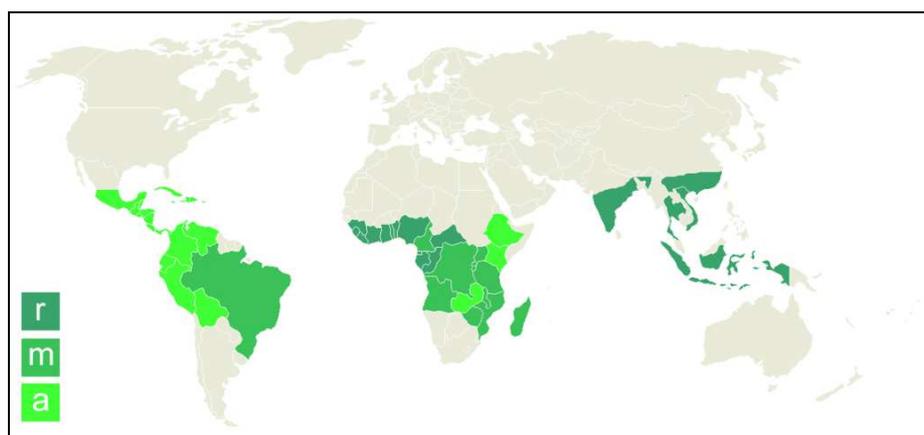


Figura 1 Distribuição geográfica da produção das espécies *Coffea arabica* e *Coffea canephora*

Fonte: Wikimedia Commons, the free media repository.

Legenda: r – *C. canephora*; m – *C. arabica* e *C. canephora*; a – *C. arabica*.

De acordo com a *International Coffee Organization* (ICO) a produção mundial de café (*C. arabica* e *C. canephora*) registrou um aumento de 55,1% entre as safras 1990/1991 e 2012/2013, quando chegou a 144,6 milhões de sacas. Essa evolução pode ser observada na Figura 2. O crescimento médio neste período foi de 2,5% por safra. Brasil, Vietnã e Colômbia são os maiores produtores mundiais (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA, 2014), sendo responsáveis por mais de 50% da produção.

Quanto ao consumo, tem-se observado um aumento da demanda pelo grão em todo o mundo, indicando uma tendência de expansão para este agronegócio. Este contexto se deve principalmente às condições demográficas, socioeconômicas e a algumas reestruturações mercadológicas.

Com a crescente demanda dos países em desenvolvimento, tanto por *Coffea arabica* quanto *Coffea canephora*, aumento da renda populacional e melhoria na qualidade da produção, entre outros fatores, o consumo mundial vem apresentando um crescimento médio de 2,2% ao ano. Já acumulou um aumento de 54,3% entre 1991 e 2013 quando superou 145 milhões de sacas e tornou o café um item indispensável no cotidiano de milhares de novos consumidores.

Os países do hemisfério norte representam a parcela mais expressiva deste crescimento, sendo os Estados Unidos da América (EUA) o maior consumidor mundial. Porém, o Brasil se destaca, pois além de maior produtor é o segundo maior consumidor de café do mundo.

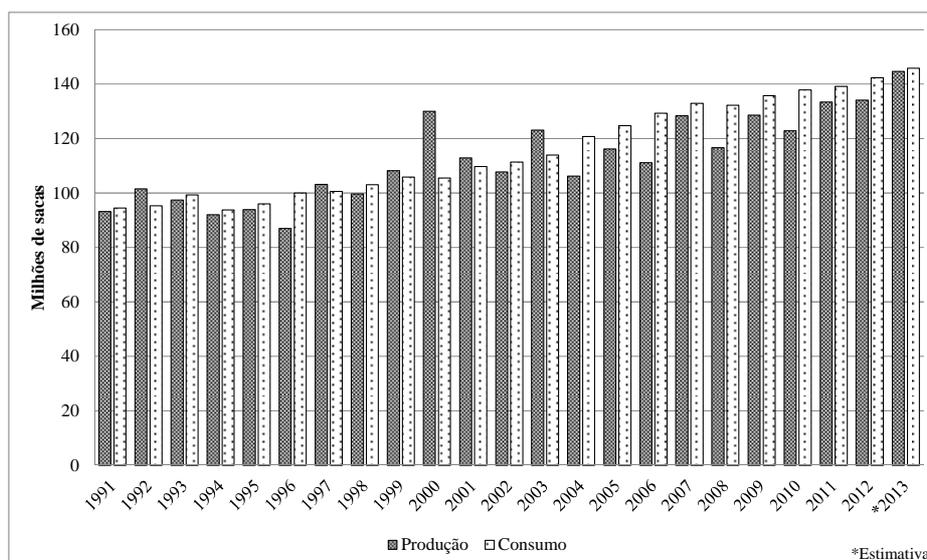


Figura 2 Conjuntura da cafeicultura mundial (em milhões de sacas).

Fonte: ICO (2014).

2.1.1 Setor cafeeiro no Brasil

A relevância do Brasil no contexto da cafeicultura mundial se deve a muitos fatores, entre aspectos econômicos, políticos, sociais e ambientais que

condicionaram a amplitude e o dinamismo deste agronegócio ao longo da história.

Introduzido no início do século XVIII, no estado do Pará, o cafeeiro foi rapidamente propagado pelo resto do país devido às condições favoráveis de solo e clima encontradas para seu cultivo (GRIEG, 2000). Sua adaptação contribuiu para que, a partir de meados do século XIX, as lavouras passassem a concentrar toda a riqueza do país por três quartos de século (ORMOND; PAULA; FILHO, 1999).

As receitas geradas pelas exportações de café durante o século seguinte ajudaram no desenvolvimento da infraestrutura nacional pela ampliação de ferrovias e modernização dos portos. Para assegurar a industrialização do país neste período, o Estado passou a compor convênios de regulamentação a partir da década de 1940, objetivando a manutenção dos preços internacionais. Esses convênios culminaram na criação do primeiro Acordo Internacional do Café (AIC) em 1962, ano em que também foi criada a *International Coffee Organization* (ICO). Mais três AICs foram firmados com a participação efetiva do Brasil, nos anos 1968, 1975 e 1983 (MORICOCCHI; MARTIN, 1994).

Os AICs funcionavam por meio de um sistema de cotas, onde cada país produtor só poderia exportar um percentual determinado da sua produção, impedindo os cafeicultores de se beneficiarem de preços internacionais elevados (HOMEM DE MELO, 1994).

Durante o período de vigência dos AICs a participação brasileira nas exportações mundiais de café foi reduzida. No quadriênio 1966/1969 as exportações brasileiras representavam 32% e caíram para 20% no quadriênio 1985/1988 (HOMEM DE MELO, 1994).

Com o fim do último AIC em 1989, que regulamentava principalmente as exportações (MORICOCCHI; MARTIN, 1994), houve uma transição do setor

para algo mais próximo da livre concorrência (MARTINS; CASTRO JÚNIOR, 2006) e os agentes econômicos passaram a ser tomadores de preços.

Apesar dos primeiros anos após a desregulamentação terem proporcionado grandes dificuldades para os cafeicultores (MORICOCI; MARTIN, 1994), diante das vantagens comparativas do Brasil o setor cafeeiro nacional passou a expressar sua competitividade.

Entre as safras 1990/1991 e 2011/2012 as exportações mundiais de café apresentaram um incremento de 28,98 milhões de sacas, um aumento de 38,9%. No mesmo período as exportações brasileiras cresceram 78,5%, adicionando 14,02 milhões de sacas no mercado (ICO, 2014). Esses dados mostram que somente o Brasil foi responsável por aproximadamente 48% do incremento das exportações mundiais de café em 22 anos.

As exportações do complexo café geraram US\$ 5,3 bilhões para o país em 2013, o que representou 5,3% das exportações do agronegócio brasileiro (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ- ABIC, 2014). Neste complexo destacam-se três produtos, o café *in natura* (“café verde”), o processado (torrado e moído – T&M) e o solúvel (RIBEIRO, 2005). Do arrecadado com as exportações de café em 2013, estes foram responsáveis por 99,5% do total e o restante proveniente de outros extratos. Considerando a receita gerada pelas exportações totais do complexo café brasileiro, os principais países importadores foram os EUA (19,0%), Alemanha (17,0%), Japão (9,4%), Itália (8,7%) e Bélgica (6,8%), seguidos por outros países europeus, principalmente.

Além da conquista de *market share* mundial pela cafeicultura brasileira, o mercado consumidor interno cresceu expressivamente. O consumo per capita em 1990 de 2,71 quilogramas (kg) chegou a 4,87 kg em 2013 (ABIC, 2014), um aumento de 80%, aproximadamente. Entretanto, ainda há margem para crescimento. Comparado a outros países, como os escandinavos, em que o

consumo per capita ultrapassa 10 kg, o Brasil pode ampliar seu consumo. A Figura 3 ilustra a evolução do consumo pelos brasileiros nas últimas décadas, comparando o café torrado e sua quantidade quando ainda *in natura*.

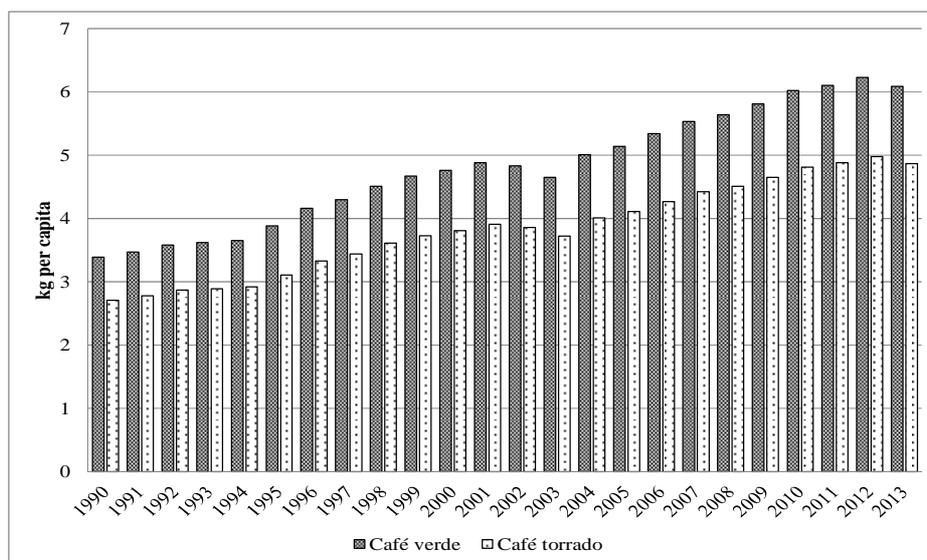


Figura 3 Evolução do consumo de café pelos brasileiros (em kg per capita).
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de ABIC (2014).

A competitividade da cafeicultura brasileira em um ambiente de livre mercado também decorreu do aumento de produtividade. Nas décadas de 1960 e 1970 a produtividade da cafeicultura brasileira se encontrava na faixa de 7 a 8 sacas/ha (MATIELLO et al., 2005). Em 2013, a produtividade média nacional foi de 24,38 sacas por hectare (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, 2014c).

A área produtiva, pelo contrário, se reduziu. Em geral, entre 2001 e 2013 houve um decréscimo de 7,47% nas áreas plantadas, contabilizando 2,01 milhões de hectares (CONAB, 2014a). Considerando as áreas irrigadas, estimativas indicam que existam cerca de 260 mil hectares plantados, representando mais de 10% da área produtiva brasileira (FERNANDES et al., 2012).

A safra 2012/2013, considerada de produtividade baixa, foi 57,03% maior do que a safra 2000/2001, totalizando 49,15 milhões de sacas (CONAB, 2014b). Na safra 2013/2014 a estimativa de produção foi de 45,34 milhões de sacas. Apesar de ser considerada uma safra de produtividade alta, o principal cinturão cafeeiro foi acometido por uma intempérie (seca) durante fases fenológicas imprescindíveis para o desenvolvimento e crescimento dos frutos. Isso impactou no rendimento do café beneficiado e reduziu a produção nacional de *Coffea arabica*, de acordo com a Conab (2014a), que também indicou as áreas podadas e a inversão de bienalidade em algumas regiões como causas para a produção menor em relação ao histórico de crescimento.

Quanto ao caráter social o setor cafeeiro se destaca na geração de empregos e ajuda a fixar o homem no campo (MATIELLO et al., 2005). Além disto, condiciona o desenvolvimento de atividades complementares, como a fabricação e venda de diversos insumos e maquinários, transporte e beneficiamento, movimentação do comércio e da indústria (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA, 2009), contribuindo para a estruturação de uma dinâmica cadeia agroindustrial.

A cadeia agroindustrial do café tem como alicerce a geração de aproximadamente 3,8 milhões de postos de trabalho, entre empregos diretos, indiretos e temporários (CASTRO JÚNIOR; ANDRADE, 2010). Segundo a Conab, a atividade está presente da região sul à região norte, sendo Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Paraná, Bahia e Rondônia os principais produtores, como representado na Figura 4.

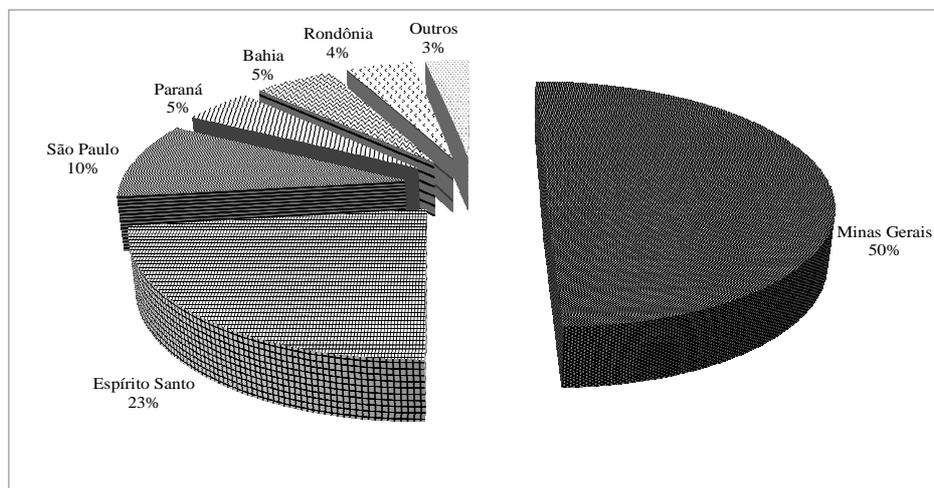


Figura 4 Participação percentual média dos principais estados produtores de café no Brasil entre 2001 e 2013.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Conab (2013).

A importância dessa atividade agrícola no cenário socioeconômico brasileiro é indiscutível. Porém, a antiga regulamentação do setor implicou em alguns efeitos secundários indesejáveis no ambiente interno das unidades produtivas, que ainda perduram.

Um dos efeitos, o despreparo gerencial, interfere nos resultados econômicos das propriedades, mesmo em meio ao cenário vivenciado pelas exportações e perspectivas de aumento no consumo. Nos últimos anos, problemas relacionados ao câmbio e a elevação dos custos de produção, principalmente, ainda levaram o setor a margens de lucro apertadas.

Segundo Oliveira et al. (2012) somente entre as safras 2007/2008 e 2010/2011 o Custo Operacional Efetivo (COE)¹ de produção da cafeicultura se

¹ O COE corresponde a todos os componentes de custos gerados pela relação entre os coeficientes técnicos (quantidade utilizada) e os seus preços. Também se enquadram os gastos administrativos e os custos financeiros do capital de giro. Os componentes do COE são renovados a cada ciclo de produção.

elevou em 34%, em média, nas principais regiões produtoras de *Coffea arabica* e *Coffea canephora*.

No boletim “Ativos do Café” (2013), publicação do programa Campo Futuro da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) em parceria com o Centro de Inteligência em Mercados (CIM/InovaCafé) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), observa-se, que ao comparar a média dos preços de venda do café pagos aos produtores entre janeiro e novembro de 2013 com o Custo Total (CT) de produção, a cafeicultura não gerou lucro na maioria das regiões produtoras do Brasil (Figura 5).

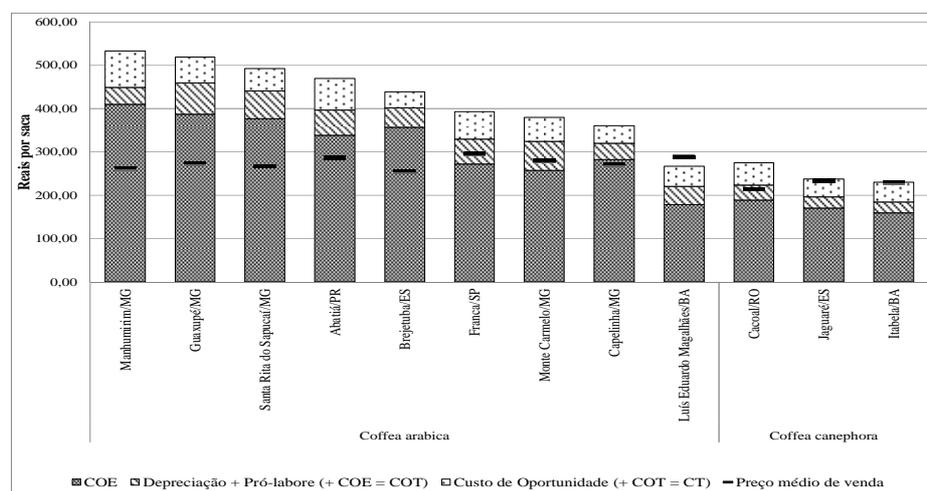


Figura 5 Custos² e preços médios entre janeiro e novembro de 2013 (Reais por saca).

Fonte: CNA/CIM/UFLA, 2013.

² Os custos apresentados na Figura 5 correspondem à metodologia proposta por Matsunaga et al. (1976) denominada Custo Operacional. O Custo Operacional Total (COT) se refere ao somatório entre o COE, às depreciações de maquinários, implementos e benfeitorias e o Pró-Labore. O COT indica a possibilidade de reposição da capacidade produtiva do negócio, além da remuneração do responsável pelo gerenciamento da atividade, que pode ser o próprio produtor. Quando somados os custos de oportunidade ao COT obtém-se o Custo Total (CT). Segundo Reis (2007), o CT indica a situação econômica do empreendimento considerando todos os custos, inclusive os implícitos, que neste caso se referem aos valores que poderiam ser gerados em investimentos alternativos à cafeicultura.

Considerando uma simulação sobre o impacto da intempérie que incidiu sobre o principal cinturão cafeeiro na safra 2013/2014 mencionado anteriormente, o Boletim “Ativos do Café” (2014) demonstra que ainda ocorreu uma deseconomia de escala em importantes regiões produtoras no estado de Minas Gerais e houve aumento nos custos de produção unitários (Figura 6).

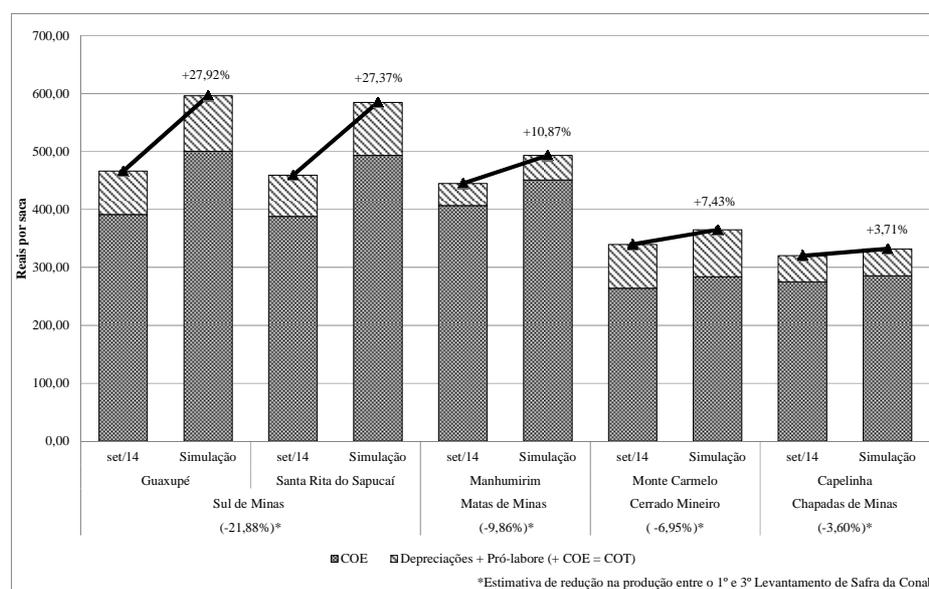


Figura 6 Simulação dos impactos na redução da produção no COT da cafeicultura em Minas Gerais na safra 2013/2014 (Reais por saca).

Fonte: CNA/CIM/UFLA, 2014.

Diante de constatações como essas e com as constantes “crises” no setor cafeeiro, caracterizadas por baixos preços de venda (PONTE, 2002; LAMOUNIER, 2007; DELFIM NETO, 2009), muitos produtores são direcionados a tomadas de decisão momentâneas visando diminuir custos, porém sem conhecimento das interferências econômicas e produtivas decorrentes dessa atitude. Em anos de baixos preços do café, tratos culturais são reduzidos nas lavouras sem as informações necessárias ao uso racional de fatores produtivos, como os insumos agrícolas.

Por outro lado, em épocas de bons preços do café os cafeicultores são tentados a aplicar altas doses de insumos (especialmente calcário e fertilizantes), na tentativa de aumentos excepcionais de produtividade. Essas alterações na utilização de recursos produtivos sem as devidas recomendações técnicas podem inviabilizar economicamente a produção e, em muitos casos, impactá-la ambientalmente.

Considerando a adubação, para exemplificar o possível sentimento que induz o cafeicultor a reduzi-la é necessário observar o comportamento natural de dois mercados distintos, o de café e o de fertilizantes, que residem na mesma cadeia agroindustrial.

Pela análise de Relação de Troca³ observa-se que os possíveis impactos sobre o fluxo de caixa das unidades produtivas podem influenciar as decisões dos cafeicultores no momento da aquisição de fertilizantes.

Pela divisão entre os preços do fertilizante e os preços de venda do café obtém-se a quantidade necessária de café a ser vendida para se adquirir uma unidade do fator produtivo. O quociente dessa divisão, portanto, passa a representar um índice de troca. Se houver aumento nos preços dos fatores produtivos ou queda nos preços do café, o índice de troca tende a desfavorecer o produtor (PONCIANO et al., 2007).

A Figura 7 contrasta a demanda por fertilizantes⁴ com os índices de troca médios entre o café e o fertilizante formulado 20-05-20 de 1995 a 2013.

No primeiro semestre do ano, em média, uma quantidade 10,3% menor de sacas de café seria suficiente para pagar pela mesma quantidade de fertilizante a ser adquirida nos meses seguintes. Os índices de troca menores correspondem a preços menores do fertilizante e preços de venda maiores para o

³ Esta análise é expressa por meio de índices obtidos ao considerar a própria produção como moeda de troca, para o pagamento de bens ou serviços durante o processo produtivo.

⁴ A demanda por fertilizantes se refere à média mensal no período de 1998 a 2013.

café. Isto se justifica pela menor demanda pelo fertilizante nesse período, já que a aquisição normalmente ocorre após a colheita. Ao mesmo tempo existe uma demanda maior por café (mercado) na entressafra, o que eleva seus preços.

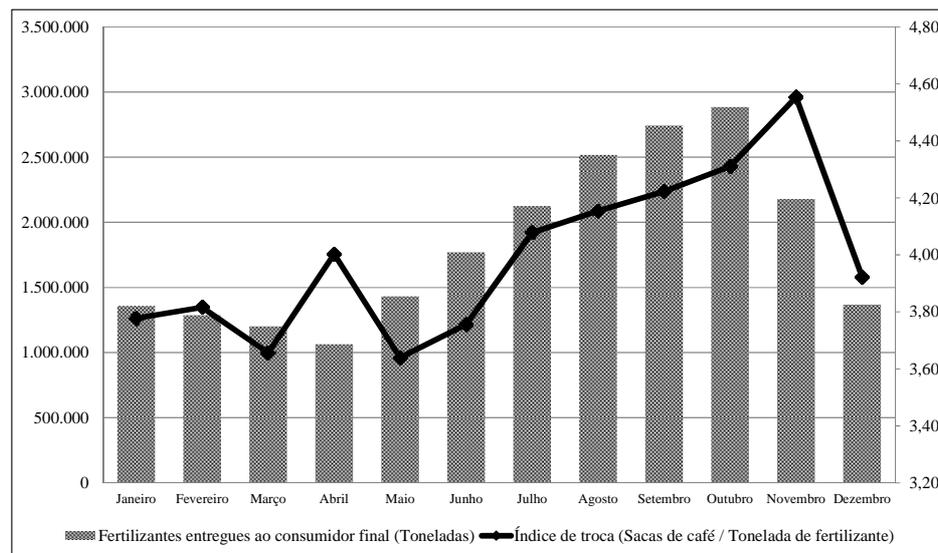


Figura 7 Demanda mensal média pelo formulado 20-05-20 e índice de troca médio do café entre 1995 a 2013 (preços reais).

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados de demanda da Agência Nacional para Difusão de Adubos – ANDA; preços de fertilizante do Instituto de Economia Agrícola – IEA; e preço do café da Cooxupé.

Para não impactar seu fluxo de caixa, normalmente o cafeicultor aguarda o beneficiamento do café e sua comercialização para depois adquirir os fertilizantes, ou realiza financiamentos para a aquisição destes. Porém, na maioria das vezes mesmo o aporte de recursos ocorre após a colheita, em função da demanda real pelo insumo. As condições intrínsecas à cafeicultura que interferem na demanda pelos fertilizantes após a colheita, considerando as fases fenológicas e atividades do processo produtivo, estão expressas na Figura 8.

FORMAÇÃO DA LAVOURA	PLANTIO		Atividades pré-plantio				Implantação e tratos culturais iniciais				Condução da lavoura			
	FASES FENOLÓGICAS	1º Ano	1ª Fase		Vegetação e formação das gemas foliares									
			2ª Fase						Indução e maturação das gemas florais					
	2º Ano e demais	3ª Fase		Florada										
		4ª Fase						Granação dos frutos						
		5ª Fase						Maturação dos frutos						
6ª Fase						Repouso e senescência de ramos								
ANO AGRÍCOLA		Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	
ATIVIDADES														
Adubação solo/foliar		X	X	X	X	X	X	X	X					
Análise solo/foliar			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Controle pragas/doenças				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Capinas		X	X	X	X	X	X	X						
Plantio					X	X	X	X						
Arruação									X	X				
Colheita		X								X	X	X	X	
Esparramação		X	X	X	X								X	
Calagem		X	X	X	X							X	X	
Podas		X	X	X									X	

Figura 8 Relação entre fases fenológicas do cafeeiro e atividades do processo produtivo.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Camargo e Camargo (2001); e Nuintin (2007).

Diante dessas considerações, verifica-se que apesar dos indicadores favoráveis do setor cafeeiro nacional em produção, exportação e consumo, muitos cafeicultores precisam de mais informações que os auxiliem no gerenciamento estratégico da atividade e, neste caso, especialmente sobre o uso racional e econômico de fertilizantes. Suas tomadas de decisão devem ser pautadas por informações confiáveis, com técnicas e estratégias eficazes. Essas ações visam o aumento da competitividade interna das propriedades cafeeiras, diante de uma cadeia agroindustrial integrada, dinâmica e com demandas crescentes por produtos sustentáveis.

2.2 Cadeia agroindustrial e tendências do consumo sustentável

Uma cadeia agroindustrial pode ser interpretada como o conjunto de componentes interativos, incluindo os sistemas produtivos, fornecedores de insumos e serviços, indústrias de processamento e transformação, agentes de distribuição e comercialização, além de consumidores finais (CASTRO, 2000). Segundo Castro (2000), as cadeias produtivas permitem: i. identificar fatores críticos de competitividade e sustentabilidade ambiental, em relação a cadeias produtivas distintas, principalmente em relação aos elos agrícola e agroindustrial; ii. oferecer subsídios à elaboração de políticas públicas de melhoria de competitividade; iii. fornecer condições aos integrantes da cadeia para aprimoramento da coordenação; e iv. buscar novas oportunidades para o planejamento do desenvolvimento setorial e regional.

A cadeia agroindustrial do café brasileiro está dividida entre os elos fornecedores de insumos, máquinas e equipamentos, produção primária, primeiro processamento, segundo processamento, vendedores nacionais, compradores internacionais, varejo interno e varejo externo (FARINA; ZYLBERSZTAJN, 1998; SAES; FARINA, 1999; SAES; NAKAZONE, 2002). Na perspectiva de Batalha (2007) ainda devem ser considerados como elos de uma cadeia de produção agroindustrial, o consumidor final, o ambiente institucional e o ambiente organizacional. A cadeia agroindustrial do café é apresentada na Figura 9.

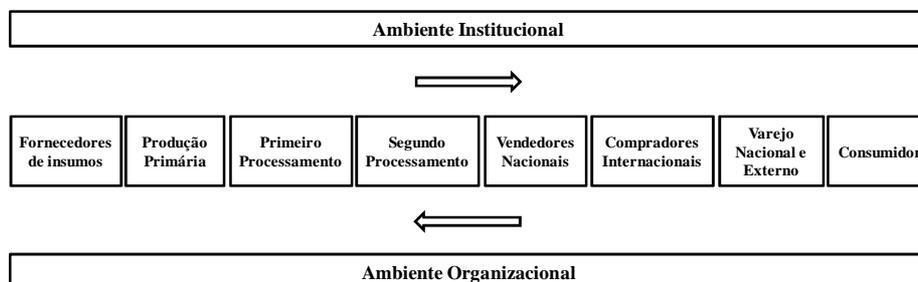


Figura 9 Esquematização da cadeia agroindustrial do café brasileiro.

Fonte: Adaptado de Farina e Zylbersztajn (1998); Saes e Farina (1999); Saes e Nakazone (2002); Batalha (2007).

Segundo Saes e Nakazone (2002) a primeira transação na cadeia agroindustrial do café envolve o segmento fornecedor de insumos e a produção primária. Para os autores, a aquisição de grande parte desses fatores de produção ocorre por intermédio de cooperativas, que também se destacam pelo auxílio no primeiro beneficiamento e na transferência do café beneficiado para o segundo processamento. Ressalta-se que muitos cafeicultores possuem máquinas e equipamentos para realizarem o beneficiamento do café em suas propriedades. O segundo processamento pode ocorrer, também, por meio das cooperativas; por intermediação de terceiros (que realizam o primeiro beneficiamento), exportadores e/ou corretores; pela venda direta pelos produtores às indústrias; ou por integração das cooperativas que realizam o processamento do café (torrado e moído). Da produção primária, o café beneficiado pode ser vendido diretamente no mercado interno ou no mercado externo. Quando já processado o café também pode, ocasionalmente, seguir ambos os destinos, invertendo as quantidades vendidas nestes mercados em comparação ao café verde. O café torrado e moído tem maior expressão no mercado interno. Os compradores nacionais podem vender para a indústria nacional, que distribui no varejo nacional ou vender para os compradores internacionais, que distribuem para o varejo internacional. No varejo, o café é adquirido pelos consumidores.

Para Batalha (2007) a dinâmica dessas transações na cadeia agroindustrial é amparada pelos ambientes institucional e organizacional. O primeiro representa as normas que regem o agronegócio. Nele estão presentes ministérios, órgãos fiscalizadores e regulamentadores, políticas, a cultura dos indivíduos, entre outros. No segundo, se encontram instituições de ensino superior, agentes financeiros, assistência técnica, cooperativas, associações, o terceiro setor em geral, e outras organizações.

Considerando as relações existentes entre os participantes dessa cadeia, e principalmente seus impactos sobre o setor produtivo, as indústrias e grandes redes de cafeterias se destacam. Estes seguimentos remetem diretamente sobre o setor produtivo a pressão da demanda exercida pelos consumidores.

De acordo com Byers e Liu (2008) os dois principais condicionantes de compra no passado, preço e aspecto visual, deram lugar aos fatores intrínsecos da qualidade dos alimentos. Segundo Silva (2012), atualmente o consumidor se preocupa com os aspectos ambientais e sociais relacionados à produção, se a legislação ambiental local foi seguida e se os produtores receberam um preço justo pelo produto. Na cadeia agroindustrial do café, essas novas demandas do consumidor são atendidas pelas indústrias de torrefação e pelas redes de cafeterias, que passam a exigir novos padrões de qualidade aos cafeicultores por meio, por exemplo, de certificações.

As certificações são tema relevante para toda a agricultura desde a década de 1990 e, dos vários produtos agrícolas que já são certificados, o café apresenta um volume crescente a cada ano. As cinco principais certificações para a produção de café são Fairtrade, Utz Certified, Rainforest Alliance, Orgânico e Bird Friendly (RAYNOLDS; MURRAY; HELLER, 2007).

As principais certificações da cafeicultura apresentam uma combinação de critérios ambientais, econômicos e sociais, variando de acordo com a organização certificadora (COMMITTEE ON SUSTAINABILITY

ASSESSMENT - COSA, 2011). Diante dos três pilares da sustentabilidade que compõem as certificações na cafeicultura, estas são usualmente chamadas de “socioambientais” (SILVA, 2012).

As certificações socioambientais criaram um nicho dentro do mercado de café com forte crescimento. Em 2006, 4% de todo o café exportado no mundo era certificado (GIOVANNUCCI; LIU; BYERS, 2008).

A mudança de consciência dos consumidores de café em países desenvolvidos tem impulsionado a demanda de quantidades cada vez maiores de café certificado. Sendo assim, os vários elos da cadeia agroindustrial do café têm buscado aumentar sua oferta. Isto se aplica tanto aos cafeicultores, que expandem sua produção, até grandes torrefadoras que criam planos estratégicos para incrementar o volume de café certificado que compram para o processamento. O relatório Brasil Food Trends 2020 lista o consumo de alimentos produzidos de forma sustentável como uma das cinco principais tendências da indústria de alimentos para os próximos anos (BARBOSA et al., 2010).

A Mondelez International, segunda maior torrefação do mundo, está comprometida com a sustentabilidade da cafeicultura por meio do projeto “Coffee Made Happy”. A companhia investirá US\$ 200 milhões até o ano de 2020 para empoderar cafeicultores. Um dos objetivos é que as marcas europeias da empresa sejam abastecidas com 100% de grãos produzidos de forma sustentável (MONDELEZ, 2014a). A Mondelez também mantém uma parceria com a Rainforest Alliance desde 2003 e diz ser a maior compradora de café desta certificadora. Parte do valor pago pelos grãos é revertida em programas que beneficiam os cafeicultores (MONDELEZ, 2014b).

A Nescafé, subsidiária da Nestlé, está comprometida com o “Nescafé Plan”, uma iniciativa que conta 500 milhões de francos suíços no orçamento. O montante diz respeito ao período entre 2011 e 2020. Um dos objetivos é dobrar o

volume de café adquirido diretamente dos produtores até 2015, chegando ao volume de 180 mil toneladas, beneficiando 170 mil cafeicultores. Os cafés adquiridos seguem as normas da Rainforest Alliance e 4C. Há também iniciativas para oferecer assistência técnica para mais de 10 mil cafeicultores por ano. Além disso, visa disponibilizar microcrédito e conduzir projetos de saúde, educação e abastecimento de água nas comunidades produtoras (NESCAFÉ, 2014). Provavelmente, os cafés adquiridos deverão atender a critérios de sustentabilidade.

Diante dessas ações a indústria do café busca oferecer um produto diferenciado e atender as novas exigências dos consumidores dos países desenvolvidos, que possuem maior preocupação com aspectos ambientais e sociais. Este comprometimento das grandes empresas com a oferta de cafés certificados afetam diretamente os cafeicultores. Aqueles que não produzem cafés com algum diferencial podem ficar de fora de determinados mercados.

Pode-se dizer que há um movimento de influência sobre a cadeia agroindustrial do café que parte dos consumidores. Suas novas demandas orientam a indústria que, para poder oferecer produtos diferenciados passa a demandá-los dos cafeicultores. Estes, por sua vez, não são obrigados a produzir de tal maneira. Mas se o fizerem, poderão explorar oportunidades de um mercado de nicho. A relação de demanda descrita está resumida na Figura 10.

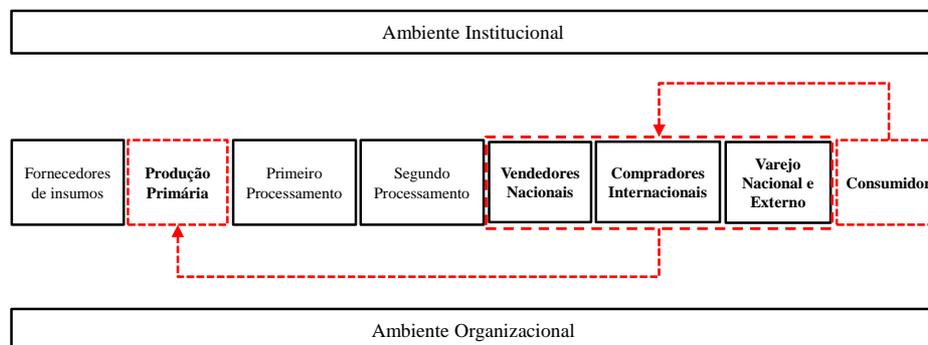


Figura 10 Relação de demanda do consumidor sobre a indústria e esta sobre o cafeicultor (produção primária).

Fonte: Esquema adaptado pelo autor a partir da cadeia agroindustrial proposta por Farina e Zylbersztajn (1998); Saes e Farina (1999); Saes e Nakazone (2002); Batalha (2007).

Além das certificações, outras demandas têm surgido na cadeia agroindustrial do café. Uma das principais tendências da indústria é o café em cápsulas. Porém, uma das maiores críticas ao consumo de café em dose única é o dano ambiental causado. Muitas cápsulas são feitas a partir de plástico e alumínio e muitos fabricantes não oferecem programa de reciclagem. Mesmo os que oferecem não possuem pontos de coleta acessíveis para todos os consumidores. Com o consumo de cápsulas na casa das centenas de milhões por ano em alguns países, os ambientalistas cobram medidas para evitar que todo esse material seja jogado no lixo comum. Os mais alarmistas chegaram a prever que as cápsulas seriam banidas por não serem ecologicamente sustentáveis. Para adequar esse segmento ao ideal da sustentabilidade, as empresas estão investindo em materiais biodegradáveis e programas de reciclagem (BUREAU DE INTELIGÊNCIA COMPETITIVA DO CAFÉ – BICC, 2014).

A empresa norte-americana Keurig Green Mountain, líder no segmento de café em cápsulas na América do Norte, estabeleceu metas de sustentabilidade para 2020. Entre elas, beneficiar um milhão de pessoas que participam da cadeia agroindustrial e obter 100% dos grãos a partir de critérios de sustentabilidade (KEURIG GREEN MOUNTAIN, 2014). Por suas cápsulas serem fabricadas

com plástico e alumínio, a empresa recebe severas críticas pelo lixo que é gerado. A companhia busca resolver esse problema com a oferta de cápsulas recicláveis. Todas as cápsulas fabricadas serão recicláveis até 2020, segundo a empresa.

Já a italiana illycaffè criou o iPerEspresso Capsule Recycle Program para reutilizar as suas cápsulas e espera que todas sejam recicladas em um futuro próximo. No mesmo sentido, a Nespresso oferece diversos pontos de coleta para as suas cápsulas (NESPRESSO, 2014). Essas duas companhias precisam reciclar suas cápsulas de forma especial, por isso são responsáveis pela reciclagem. Ou seja, tais cápsulas não podem ir para o lixo comum. A rede norte-americana Starbucks, por outro lado, produz cápsulas que podem ser dispensadas com outros materiais plásticos.

Além da reciclagem de cápsulas, a indústria do café começa a se preocupar com a redução da pegada de carbono (*Carbon Footprint* ou *C-footprint*, que corresponde à emissão total de gases poluentes na cadeia agroindustrial de um produto). A Nespresso, por exemplo, possui um programa de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa (GEE) que está entre os destaques de sua website. A companhia suíça investe na redução de emissões de GEE ao longo de todas as etapas produtivas, tendo, entre 2009 e 2013 reduzido as emissões geradas para a obtenção de uma xícara de café em 20% (NESPRESSO, 2014).

As principais indústrias de café do mundo se uniram para elaborar um documento com normas e metodologias padronizadas para redução da emissão de GEE na cadeia agroindustrial do café. O documento é o *Carbon Footprint Product Category Rules* (CFP-PCR), elaborado em conformidade com as séries ISO específicas para pegada de carbono. O documento possui o aval de illycaffè, Nestlé, Tchibo, Mondelez, D.E Master Blenders 1753 e Lavazza, com apoio das principais entidades de certificação do mundo, tais como Fairtrade International,

Rainforest Alliance, Utz Certified e 4C (SUSTAINABLE AGRICULTURE INITIATIVE, 2010). A Keurig Green Mountain (2014), por exemplo, objetiva reduzir em 25% as emissões de GEE com base nas emissões de 2012.

Considerando os *players* envolvidos (grandes torrefadores e órgãos de certificação), é provável que os cafeicultores passem a ser cobrados cada vez mais com relação à redução das emissões de GEE e aumento da sustentabilidade de todo o processo produtivo.

Esta proposição, entretanto, encontra um impasse na cafeicultura brasileira. A garantia da sustentabilidade é questionada pela competitividade de muitas propriedades, que está comprometida pelos custos elevados e gerenciamento deficiente (mesmo com maiores níveis de tecnificação) e pela falta de diferenciação da produção. Porém, as tendências de consumo remetem a discussões que não podem ser relegadas durante as tomadas de decisão no campo.

A necessidade de informações técnicas e estratégias eficazes sobre o uso de fertilizantes, discutida no item 2.1.1, e a busca por menores impactos ambientais da produção de café para o atendimento da demanda dos consumidores, são essenciais para a profissionalização e sustentabilidade da produção de café, além de sua prospecção de mercado. Os produtores que não se adequarem a essas novas dinâmicas poderão deixar a atividade automaticamente.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção se encontram os conceitos de estratégia e gestão estratégica, buscando inseri-los a um contexto de produção econômica e racional de café.

Como forma de demonstrar a importância das informações econômicas, geradas pela experimentação agrícola para auxílio ao gerenciamento estratégico de empreendimentos rurais, apresenta-se a análise econômica de experimentos baseada na função de produção.

Levando em consideração as discussões sobre emissões de gases do efeito estufa, demonstra-se um modelo para sua quantificação na aplicação de fertilizantes na agricultura, que resultou de estudos sobre a redução dos impactos ambientais causados pelas atividades antropogênicas.

Este arcabouço teórico, portanto, reúne indicativos de estratégias que podem ser utilizadas no gerenciamento de empreendimentos rurais, especialmente sobre a adubação de cafeeiros e um parâmetro ambiental sobre essa prática fitotécnica.

3.1 Estratégia

O surgimento da teoria neoclássica na segunda metade do século passado levou ao desenvolvimento de diferentes perspectivas sobre o ambiente externo das organizações. Os conhecidos métodos de administração à época subsidiaram um novo arranjo das relações organizacionais, que passaram a compor um sistema aberto (BATAGLIA et al., 2009).

De acordo com Bataglia et al. (2009) a visão organizacional passou a ser integrada e participativa. A dinâmica entre os ambientes internos e externos impulsionou o desenvolvimento de ferramentas que passaram a auxiliar as organizações, principalmente em seu nível estratégico, definindo que estratégias

de ação seriam responsáveis por adaptá-las ao ambiente em que estivessem inseridas.

Costa e Andrade (2005) relatam que na década de 1950 os estudos de administração saíram do meio acadêmico para integrarem as empresas. Nos anos 1960 algumas discussões já podiam ser consideradas estratégicas, contudo sua conformação ainda era simples. Nesta década Igor Ansoff publicou o primeiro livro de estratégia, e com outros autores passou a indicar que todas as organizações precisavam de uma estratégia empresarial. Com isto, essa temática se intensificou.

Ao longo do tempo, estratégia passou a ter inúmeros significados. Muitas correntes teóricas expuseram sua complexidade e ampliaram as linhas de pensamento. Com pontos de vista multivariados, porém, a possibilidade de consenso se reduziu (BARBOSA, 2008).

Para Ansoff (1991) estratégia se refere aos princípios e definições que interferem no comportamento organizacional e que direcionam as tomadas de decisão. O autor salienta a grande influência do ambiente externo na conformação das estratégias, bem como em seu desenvolvimento.

Segundo Ferraz, Kupfer e Haguenuer (1995), a estratégia fundamenta a competitividade. Ela direciona os investimentos em gestão, em inovações e em fatores de produção para atender o mercado consumidor em conformidade com os concorrentes.

Ao caracterizar a empresa como sendo o conjunto de decisões tomadas ou não com base em alternativas identificadas, avaliadas, selecionadas, implantadas, controladas e ajustadas, Wright, Kroll e Parnell (2000) diz que se vê um processo estratégico ao buscar o alinhamento entre os ambientes internos e externos.

Andrews (2001) define a estratégia como um conjunto de características próprias da empresa que definem suas ações diante das diversas decisões a

serem tomadas, orientando as atividades para o alcance dos objetivos de curto, médio e longo prazos.

Para Hitt, Ireland e Hoskisson (2002, p.144), “estratégia é um conjunto integrado e coordenado de compromissos e ações, cujo objetivo é explorar competências essenciais e alcançar vantagem competitiva”.

Diante dos variados pensamentos, Ronda-Pupo e Gerras-Martin (2011) realizaram uma análise quantitativa com 91 definições sobre estratégia, publicadas entre os anos 1962 e 2008, e indicaram uma definição por meio da centralidade de termos e conceitos, combinando a metodologia de análise de consenso, proposta por Cohen (1960), a análise *co-word* (HE, 1999) e as técnicas de análise *social network* (BURT, 2001). Na visão desses autores, estratégia é:

“the dynamics of the firm’s relation with its environment for which the necessary actions are taken to achieve its goals and/or to increase performance by means of the rational use of resources”⁵ (RONDA-PUPO E GERRAS-MARTIN, 2011).

Apesar de Ronda-Pupo e Gerras-Martin (2011) não terem indicado uma definição consensual, observa-se que o direcionamento das tomadas de decisão pela dinâmica da empresa com seu ambiente organizacional (posicionamento), de maneira eficaz e eficiente é objeto comum entre os estudiosos dessa temática.

No agronegócio esse objeto se expressa bem pela perspectiva de Porter (1991). Para o autor, estratégia se relaciona ao posicionamento organizacional que interfere diretamente na competitividade (resultado da eficácia e eficiência). Porter (1989) indica a cadeia de valores como forma de compreender a empresa, os concorrentes e a indústria, para indicar as vantagens competitivas, já que estas

⁵ Tradução: “a dinâmica da relação da empresa com seu ambiente para o qual as ações necessárias sejam tomadas com eficácia e/ou para aumentar o desempenho, por meio do uso eficiente de recursos”.

não podem ser identificadas apenas na empresa. Ao desagregar os principais valores para a estratégia pode-se compreender o comportamento dos custos e as fontes potenciais de diferenciação, descobrindo maneiras de criar e sustentar vantagens competitivas para novos posicionamentos estratégicos.

As vantagens competitivas podem ser alcançadas com estratégias que atendam as cinco forças de Porter (1986), que relaciona os fornecedores, novos entrantes, produtos substitutos, compradores e concorrência na cadeia de valores. No agronegócio, o desenvolvimento de estratégias para a modificação dessas forças não se justifica. Para tanto, pode-se partir da afirmação de Porter (1989) de que as empresas podem ser mais competitivas se apresentarem liderança em custos e, conseqüentemente, em seus resultados econômicos.

Na produção cafeeira, a competitividade de custos é fundamental, visto que atualmente os cafeicultores se encontram em um mercado de livre concorrência, onde individualmente não interferem na formação dos preços. Assim, a vantagem competitiva reside em utilizar mais eficientemente os recursos produtivos (PORTER, 1998).

Zylberstajn e Farina (1991), corroborando a ideia de Porter (1989) sobre a diferenciação, expõem que a criação de produtos, o desenvolvimento de novas demandas e de novos mercados, representam estratégias que podem complementar a competitividade. Esses diferenciais, segundo os autores, podem ser auferidos por meio de mudanças organizacionais, inovações tecnológicas e adequações institucionais e estão presentes no setor do café brasileiro.

Segundo Ghelli e Nassif (2005) mudanças organizacionais podem ser vistas na região do Cerrado de Minas Gerais, onde se desenvolveram estratégias que direcionaram a produção a ser reconhecida pela qualidade. Foi criada uma marca (*marketing*) e a certificação de origem agregou valor aos cafés. Assim, estes passaram a ser oferecidos em mercados mais exigentes em qualidade, que normalmente pagam preços acima do mercado tradicional.

Fernandes et al. (2012) indicam a utilização das tecnologias de irrigação e fertirrigação no café como estratégica. Elas permitiram uma mudança radical na distribuição geográfica da produção no Brasil, abrangendo áreas antes não recomendadas para cultivo e que hoje são novos polos produtivos, além de expressar aumentos em produtividade e geração de lucro. Essa redistribuição, possibilitada pela tecnologia, pode levar a uma oferta de cafés diferenciados pela “origem” da produção.

Teixeira et al. (2007) caracterizam a Produção Integrada de Café (PIC), pela consolidação no código de conduta para certificação, como estratégica. Esta adequação institucional, segundo as autoras, teve participação efetiva dos produtores, das indústrias, das organizações não governamentais e da sociedade civil, que contribuíram para a elaboração dos Códigos Comuns para a Comunidade Cafeeira (CCCC). Deste documento constam as normas, que já haviam sido discutidas (RAIJ; THOMAZIELLO, 2003), para a condução da cultura e manuseio em toda a cadeia agroindustrial tendo em vista, além dos aspectos técnicos da cultura, a preservação ambiental e as condições sociais do trabalho.

Muitos outros aspectos são propostos como estratégicos no setor produtivo do café brasileiro. Do ponto de vista da garantia de rentabilidade, ressaltam-se as estratégias de comercialização em mercados de derivativos (FONTES; CASTRO JUNIOR; AZEVEDO, 2005; COSTA et al., 2013a) e a gestão de custos (REIS; RICHETTI; LIMA, 2005; LIMA; REIS; ALVES, 2012; COSTA et al., 2013b). Para a diferenciação da produção citam-se as certificações socioambientais (RAYNOLDS; MURRAY; HELLER, 2007; SILVA, 2012), a busca por qualidade (GIOMO; BORÉM, 2011; LEME; MACHADO, 2013) e o marketing para o café (SETTE; SANTOS; REIS, 2000; VILAS BOAS et al. 2008).

Neste trabalho, os problemas ligados à produção e as tendências sobre o setor cafeeiro apresentados nas seções 2.1.1 e 2.2, respectivamente, indicam a necessidade de estratégias que auxiliem no comportamento financeiro das empresas e alavanquem as fontes potenciais para diferenciação, de acordo com as considerações de Porter (1986). Estes aspectos devem integrar a dinâmica da gestão estratégica nas propriedades cafeeiras.

3.2 Gestão estratégica

A aplicação da palavra gestão nos processos de tomada de decisão tem sido recorrente. Inúmeros trabalhos acadêmicos e outras obras publicadas usam a expressão para se referir a modelos de gerenciamento organizacional, mas nem sempre expõem seu real significado.

Para Dias (2002), essa constatação se relaciona a diversos fatores, iniciando-se pela dificuldade de delimitação entre os termos gestão e administração. Segundo o autor, o uso cotidiano desses termos leva muitos indivíduos a entendê-los como sinônimos. A problemática pode ser vinculada a diversos aspectos, indo desde as discussões filosóficas dos primórdios da administração (Grécia e Egito antigo) e principais linhas de pensamento da administração clássica e científica (Fayol, Taylor, entre outros) até a tradução entre diferentes idiomas.

Administração, segundo Dias (2002), envolve o planejamento, organização, direção e controle dos indivíduos para atingir os objetivos de uma organização com eficácia e eficiência.

A gestão corresponde ao uso de todas as ferramentas (técnicas, contábeis, financeiras, comerciais, de segurança e de administração) e conhecimentos (psicologia, antropologia, estatística, mercadologia, ambiental, etc.) que por meio dos indivíduos alcançam os objetivos da organização com

eficácia e eficiência (DIAS, 2002). Observa-se que os termos coexistem. A administração é uma das ferramentas que contribuem para o aumento de desempenho da gestão (DIAS, 2002), que diante das mudanças organizacionais tem sido cada vez mais exigida nos níveis tático e estratégico das organizações.

Para Nakagawa (1991) a gestão corresponde às atividades de condução de uma organização, que apesar dos entraves permitem alcançar os resultados desejados de maneira equilibrada, sendo abarcados por sistemas de informações e sendo adaptáveis a mudanças.

De acordo com as sínteses conceituais e elementos formadores de conceitos reunidos por Slavov (2013), define-se gestão como:

O processo decisório que, suportado pela capacidade dos indivíduos de todos os níveis organizacionais e orientado por um processo de síntese do ambiente organizacional, com diretrizes qualitativas e quantitativas, busca soluções não estruturadas para problemas complexos e viáveis (SLAVOV, 2013).

Ao interpretar outras definições Slavov (2013) destacou, na definição proposta por Cruz (1991), o processo decisório, o conjunto de conceitos e princípios e a missão da organização, e relacionou as expressões “o que é”, “como se faz”, e “para quê” é feito, respectivamente. Considerando as diretrizes qualitativas e quantitativas no processo de síntese do ambiente organizacional, proposto pelo primeiro autor, isto pode indicar um tratamento estratégico da gestão, caracterizando alguns construtos da gestão estratégica.

Em pesquisa realizada por Nag, Hambrick e Chen (2007), 447 artigos foram submetidos à análise de 269 congressistas (Congresso da *Academy of Management*) que avaliaram se de fato abordavam a temática gestão estratégica. Pela concordância entre os avaliadores foram selecionados 385 artigos, publicados no *Academy of Management Journal*, *Academy of Management*

Review e Administrative Science Quarterly. Por meio de análise lexicográfica e identificação de seis elementos conceituais, os autores definiram gestão estratégica como:

“The major intended and emergent initiatives taken by general managers on behalf of owners, involving utilization of resources, to enhance the performance of firms in their external environments”⁶ (NAG; HAMBRICK; CHEN, 2007).

Percebe-se, no trabalho desses autores, que a gestão estratégica está relacionada às ações dos gestores, envolvendo a utilização dos recursos que visam melhorar o posicionamento das organizações. Considerando o conceito de estratégia, esta seria a responsável pela eficiência da utilização destes recursos.

De acordo com Porter (1985), a compreensão sobre a gestão estratégica ainda depende do entendimento dos fatores que são necessários para operacionalizá-la nas organizações. Assim, o desenvolvimento e implementação das estratégias no processo de gestão deve ser entendido de maneira ampla.

A escola de planejamento determina que devam existir processos formais para a formação de estratégias, alinhando os objetivos (planejamento) por meio da adoção de procedimentos, treinamentos e análises formais (COSTA; FISCHMANN; SILVA, 2008). Costa e Andrade (2005), ao contrário, dizem que as análises estratégicas não podem ocorrer apenas por meio de abordagens formais e rígidas. Assim, elas se confundiriam com o planejamento. As iniciativas estratégicas apresentam caráter criativo e intuitivo, não compartilhando, portanto, de todo o construto do planejamento.

Mintzberg (2004) relata que os *gaps* dos modelos de planejamento se relacionam à formulação das estratégias e não na sua decomposição e controle,

⁶ Tradução: “As principais iniciativas deliberadas e emergentes tomadas pelos gerentes gerais em nome dos proprietários, envolvendo a utilização de recursos para melhorar o desempenho das empresas em seus ambientes externos”.

que são eficazes. Desta forma há a tendência de se concentrar no controle do planejamento e não de se induzir o estágio criativo dos agentes para novas estratégias.

Segundo Ansoff (1984), os objetivos determinados no planejamento representam os fins propostos pelas empresas. Já os meios necessários para alcançá-los se referem às estratégias.

Hafsi e Martinet (2008) retrataram o desenvolvimento e as transformações da estratégia em uma análise histórica, desde suas aplicações baseadas por julgamentos até a conformação de um campo científico. Segundo os autores, os inúmeros aspectos de gestão relacionados à tomada de decisão estratégica se formam pela integração das diferentes habilidades do indivíduo como gestor ou líder. Expõem que o *benchmarking* e a experiência prática são fundamentais para o sucesso da gestão, mesmo que os agentes envolvidos em processos organizacionais precisem de ideias e teorias para atingir seus objetivos.

Para Ansoff (1977), as decisões estratégicas dizem respeito à relação entre a empresa e seu ambiente, direcionando os objetivos e metas da empresa. Se esta deve se diversificar e em que áreas, e como a empresa deve desenvolver e explorar sua posição atual relativamente a produtos e mercados. Fischmann e Zilber (2000) complementam que decisões estratégicas se relacionam à ideia de futuridade, onde os impactos causados no momento presente provavelmente terão repercussão sobre um grande horizonte de tempo.

Ao considerar as perspectivas de multidisciplinaridade, integração e coordenação nas organizações contemporâneas, a gestão estratégica se torna uma ferramenta indispensável para o posicionamento e planejamento futuros das organizações. Ela direciona a intervenção efetiva de processos presentes no ambiente interno para o desencadeamento de melhorias futuras, considerando as interferências atuais e prospectivas do ambiente externo.

Diante disso, este trabalho considera as informações econômicas e ambientais de experimentos agrícolas como estratégicas para o processo de gestão na produção cafeeira. Elas podem balizar as decisões atuais ao considerar as relações geradas pela gestão da informação, gestão do (meio) ambiente e gestão de clientes (no que diz respeito às novas demandas de consumo sustentável), visando seu posicionamento futuro. A Figura 11 resume a visão de gestão estratégica proposta neste trabalho.



Figura 11 Componentes da gestão estratégica.

O produtor rural deve gerenciar seus negócios tomando decisões baseadas em informações confiáveis, atuando sobre os processos produtivos com vistas a melhorias do ambiente organizacional e reduzindo os impactos no meio ambiente, e ter consciência sobre o comportamento do consumidor e suas demandas, atuais e prospectivas. Ressalta-se a importância da estratégia como

diretriz dos processos de gestão. Os resultados deste trabalho foram discutidos de acordo com este modelo.

Diante da necessidade do setor produtivo de café em adotar novas estratégias para atender o aspecto econômico da sustentabilidade, a análise econômica de experimentos agrícolas é apresentada como método para a geração de informações estratégicas que auxiliarão as tomadas de decisão dos produtores.

3.3 Análise econômica de experimentos agrícolas

A análise econômica de experimentos agrícolas corresponde às avaliações dos resultados obtidos com a aplicação de novas tecnologias com o fim de verificar a viabilidade de sua difusão para os agricultores e/ou inferir as condições necessárias para torná-las viáveis (GARCIA, 2013).

Garcia (2013) relata que as tomadas de decisão dos agricultores se baseiam em critérios como disponibilidade de recursos, lucro e riscos. Desta forma, as recomendações baseadas apenas nas relações físicas extraídas dos experimentos podem não atender à exigência dos agricultores, confirmando que as análises produtivas relacionadas com análises econômico-financeiras constituem ferramentas fundamentais na verificação da viabilidade da nova tecnologia.

A análise econômica de experimentos contrasta as informações sobre eficiência técnica e eficiência alocativa para auxiliar a gestão estratégica no campo. Segundo Reis, Richetti e Lima (2005) a eficiência técnica é uma medida que relaciona a combinação ótima de recursos para a obtenção da produção máxima. Já a eficiência alocativa é uma medida que indica a maneira como a empresa aloca uma combinação ótima de insumos para produção. Neste caso o

objetivo passa a ser o lucro máximo, e os recursos são alocados de acordo com os preços de mercado.

Para Bernardo (1998), qualquer exploração agrícola somente será economicamente viável se seus benefícios econômicos forem maiores do que os respectivos custos. Diante disso a análise econômica de experimentos demonstra que o resultado final da atividade para o produtor muitas vezes não deve ser a produtividade máxima. O resultado final deve ser o maior lucro obtido com a produção, alcançado com a produtividade ótima econômica.

Para conciliar as informações sobre eficiência técnica e eficiência alocativa, a análise econômica pode ser realizada por meio da teoria dos custos e/ou pela teoria da produção. Considerando a segunda teoria, diversas condições podem ser encontradas ao contrastar os níveis de produção e os preços dos fatores produtivos em relação aos preços de venda do produto final (ou receita média). Como a viabilidade econômica de novas tecnologias é uma variável decisiva para sua aceitação, esta análise contribui para que as recomendações técnicas sejam estruturadas com maior critério.

3.3.1 Teoria da produção

A teoria da produção trabalha os princípios básicos da Economia, objetivando a combinação de recursos que possibilitem uma produção eficiente, com elevada lucratividade e economicidade.

Esta teoria fornece os meios para a análise dos custos de produção, da oferta de bens e serviços e da demanda pelos fatores de produção (HOFFMANN et al. 1992).

Em economia entende-se como produção todo o processo de criação de utilidade pela combinação e coordenação de *inputs* para a transformação de *outputs* destinados ao consumo humano (NORONHA, 1984). Assim, Hoffmann

et al. (1992) determinam que a teoria da produção visa proporcionar a base racional necessária para as tomadas de decisão, tendo por objetivos:

- a) determinar as condições que indicam a utilização ótima de recursos disponíveis para o processo de produção;
- b) determinar a distância entre a quantidade atual utilizada desses recursos produtivos e a quantidade ótima;
- c) indicar os meios e métodos que permitiriam alcançar a utilização ótima dos recursos partindo de sua utilização atual.

Nesta teoria, os recursos utilizados por determinado processo produtivo são classificados quanto ao seu comportamento em diferentes volumes de produção (fixos e variáveis), e são diretamente influenciados pelo tempo de análise ou tempo de produção. As análises ainda são determinadas pela definição de três relações básicas: relação Produto – Produto; relação Fator – Fator; e relação Fator – Produto.

A relação Produto-Produto considera mais de uma linha de exploração na mesma área, visando determinar a melhor alternativa econômica no uso dos insumos (HOFFMANN et al., 1992).

A relação Fator-Fator analisa as composições entre fatores produtivos, determinando, por exemplo, a relação entre diferentes insumos para se definir a melhor combinação entre eles na produção de um bem (HOFFMANN et al., 1992). Diversos pesquisadores utilizaram essa relação para a análise econômica de seus experimentos, como Carvalho (1992) que buscou demonstrar o uso econômico de nitrogênio e potássio no cafeeiro; Scalco (2000) que analisou as relações entre a irrigação e adubação nitrogenada na produção de trigo; Silva et al. (2008) que analisaram níveis de irrigação e adubação nitrogenada na

produção de alface americana; e Oliveira (2012) que analisou a irrigação e adubação nitrogenada na produção integrada de rosas.

Já a relação Fator-Produto analisa a influência de um dado recurso ou insumo sobre a produção de um bem (HOFFMANN et al., 1992). Ressalta-se que a quantidade a ser obtida de determinado produto depende da combinação de insumos em um período de tempo ao considerar a tecnologia adequada. Assim, nessas análises os demais fatores são considerados constantes em suas quantidades técnicas exigidas. Essa relação pode ser observada nos trabalhos de Antonialli (1988), que analisou economicamente a adubação com sulfato de zinco via foliar na produção de café e Vilas Boas et al. (2008), que avaliaram economicamente a produção de duas cultivares de alface tipo crespa em função de lâminas de irrigação.

As relações descritas dependem sempre de uma série de fatores ou insumos e de suas quantidades, sendo que existem condições tecnológicas que restringem as opções do empresário (HOFFMANN et al., 1992). Porém, essas relações podem ser sintetizadas na função de produção.

A função de produção ou função de resposta de uma cultura é um dos principais indicativos para a tomada de decisão de uma empresa agrícola. A função de produção mostra a quantidade física obtida do produto a partir da quantidade física utilizada dos fatores de produção, em determinado período de tempo (HOFFMANN et al., 1992; VASCONCELLOS, 2007).

Segundo Ferguson (1988), uma função de produção representa as relações técnicas entre fatores de produção específicos envolvidos em um processo produtivo e a produção física possível de se obter com a tecnologia existente.

Para Pádua (1998) e Soares et al. (2013), a função de produção traz uma informação importante para a tomada de decisão quanto ao uso dos fatores. Ao conhecê-la, e sabendo os preços dos insumos e dos produtos, pode-se determinar

a quantidade ótima de cada insumo a ser utilizado para que a lucratividade do agricultor seja maximizada.

Ao se determinar uma relação funcional entre fator e produto torna-se possível a transformação de valores físicos em valores monetários, possibilitando análises econômicas passíveis de comparações. A partir dessas relações, as funções ou programações sobre a produção podem ser desenvolvidas utilizando métodos quantitativos, aliando conhecimentos estatísticos, área técnica da produção agrícola sob análise e economia.

As funções são obtidas por meio de uma análise de regressão, entre uma variável dependente e uma ou várias variáveis independentes, segundo um determinado modelo que pretende representar um sistema de produção (PEREIRA, 2005; OLIVEIRA, 2012).

De acordo com Thompson (1980) há uma infinidade de equações que podem expressar a função de produção, como as quadráticas, cúbicas, lineares, Cobb-Douglas, entre outras. A forma apropriada da função a ser ajustada à superfície de produção deve ser selecionada segundo o ambiente e a natureza da unidade produtora à qual a função se ajusta.

Santana (2007) complementa que a escolha da função a ser utilizada depende se esta é contínua (permitindo encontrar a derivada de primeira ordem), se permite fácil estimativa, fácil cálculo do ponto de ótimo econômico e se ajusta os dados às características biológicas da produção.

No ajuste da função, o conhecimento biológico da produção deve fornecer a base para a seleção da forma mais apropriada e a função linear deve ser transformada de acordo com esse parâmetro. Em seguida os indicadores estatísticos devem ser avaliados.

Como a produção de uma cultura depende de muitos fatores variáveis, de forma geral a função de produção pode ser expressa mediante a equação 1.

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_n) \quad (1)$$

Onde:

Y = produção do cultivo (variável dependente);

X_j = fator produtivo que afeta a produção (j = 1, 2, ..., n).

Nos estudos de produção a análise pode ser iniciada com apenas um fator variável, considerando os demais constantes. Assim, simbolicamente teríamos a equação 2.

$$Y = f(X_1 / X_2, \dots, X_n) \quad (2)$$

Onde:

Y = produção do cultivo (variável dependente);

X₁ = fator produtivo que afeta a produção (variável independente);

X_n = fatores produtivos mantidos constantes.

A partir das funções de produção são determinadas as relações físicas da produção denominadas Produto Físico Total (PFT), Produto Físico Médio (PFMe) e Produto Físico Marginal (PFMa). Elas caracterizam os diferentes níveis da produção de acordo com as mudanças na utilização dos recursos (coeficientes técnicos), o que permite interpretar os resultados em função dos vetores de preços envolvidos no processo. Além disto, é conveniente se abstrair das unidades em que as variações estão sendo medidas e analisar a variação percentual na produção em função da variação do fator (insumo) variável, determinando a Elasticidade da Produção (e_p).

O PFT é a quantidade total produzida em determinado período de tempo, ou seja, corresponde ao montante máximo de produção que pode ser produzido a

partir de qualquer conjunto especificado de insumos, dada a tecnologia existente e os níveis de produção (REIS, 2002). Nos experimentos representa a resposta da produção para aplicações crescentes de um dado fator variável a um conjunto de recursos mantidos constantes. Quando a derivada de primeira ordem da função de produção é igualada a zero obtém-se o PFT máximo (eficiência técnica).

O PFMe é o quociente do PFT pelo número de unidades do fator variável empregado (HOFFMANN et al., 1992). Ou seja, é a relação entre quantidade produzida de uma dada cultura pela quantidade aplicada do insumo.

O PFMa mede o efeito sobre a produção provocado por uma variação unitária no uso do fator variável, mantendo inalterados os níveis dos demais insumos. Ou seja, caracteriza a quantidade que cada unidade adicional do fator variável acrescenta ao PFT. Segundo Leftwich (1997) o PFMa demonstra a lei dos rendimentos decrescentes. Nela, maiores quantidades aplicadas de um fator variável, mantidos constantes os demais, sempre determinam um produto físico marginal decrescente depois de certo ponto.

Quanto à elasticidade de produção (e_p), é definida como a variação percentual na variável dependente decorrente da variação percentual (1% ou 10%) na variável independente. Se a e_p é maior que 1, a demanda é dita elástica, ou seja, uma dada variação percentual no preço resultará numa variação percentual maior na quantidade demandada. Quando a e_p é igual a 1, a demanda tem elasticidade unitária; a variação percentual no preço e na quantidade demandada é a mesma. Já, quando a e_p é menor do que 1, a demanda é inelástica; uma dada variação no preço resultará numa variação percentual menor na quantidade demandada (REIS, 2002).

Diante do exposto a função de produção pode ser dividida, quanto ao uso do fator variável, em três estágios representados na Figura 12, segundo Seo (1984).

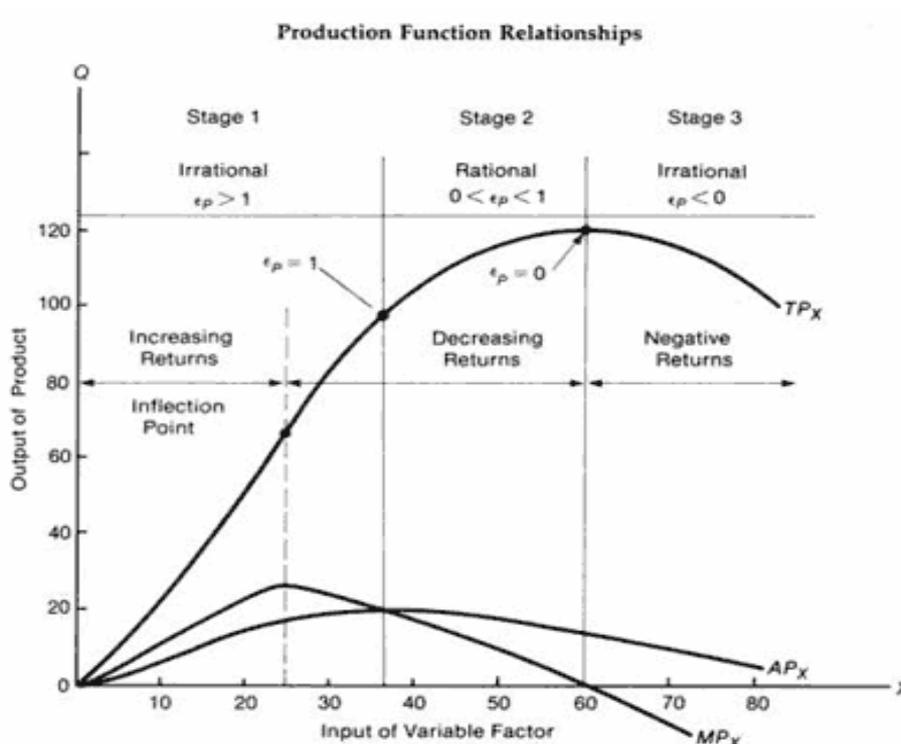


Figura 12 Esquematização hipotética dos estágios da função de produção.

Fonte: Seo (1984).

Nota: Onde se lê TP_x , AP_x e MP_x , deve-se ler PFT, PFMe e PFMa.

No Estágio I, o PFMa é maior que o PFMe, sendo ambos positivos. Esse estágio é considerado antieconômico ou irracional, pois a proporção dos fatores mantidos constantes no experimento em relação ao fator variável está elevada, caracterizando uma subutilização do fator variável. Nesse estágio a elasticidade de produção é maior que 1.

O Estágio II inicia quando o PFMa é igual ao PFMe. Ao longo desse estágio o PFMa é menor que o PFMe, mas ainda é positivo. O PFMe é decrescente e a elasticidade de produção é maior do que zero e menor do que 1. Esse estágio termina no ponto em que o PFT é máximo e, conseqüentemente, o

PFMa e a elasticidade de produção são iguais a zero. O estágio II de produção é considerado racional.

No Estágio III o PFMa se torna negativo e, conseqüentemente, a elasticidade de produção também é negativa. Neste momento, a proporção do fator variável em relação à quantidade dos fatores mantidos constantes se torna demasiadamente elevada, demonstrando uma superutilização do fator variável. Nesse estágio a produção também é considerada antieconômica ou irracional.

A análise econômica neste trabalho se baseou na relação fator-produto, onde apenas o fertilizante formulado composto por fontes de nitrogênio (N), fósforo (P_2O_5) e potássio (K_2O) apresentou variações, sendo os demais fatores mantidos constantes.

Os resultados gerados foram contrastados às emissões de gases do efeito estufa, visando agregar informações à gestão estratégica que atendam a requisitos de sustentabilidade da produção. Para tanto, o contexto das discussões sobre crescimento econômico e preservação ambiental será apresentado a seguir.

3.4 Meio ambiente, mitigação de GEE e cafeicultura

O crescimento econômico e a preservação ambiental foram tratados durante anos como sendo incompatíveis (DAMASCENO; MATA, 2002).

A partir de 1950, a magnitude da escala das atividades humanas levantou o problema do limite da capacidade de suporte do planeta Terra, seja como fornecedor de bens e serviços naturais, seja como receptor dos rejeitos das atividades para o consumo e produção industrial (ZAPPAROLI et al., 2012), conforme representação do circuito econômico ampliado apresentado na Figura 13.

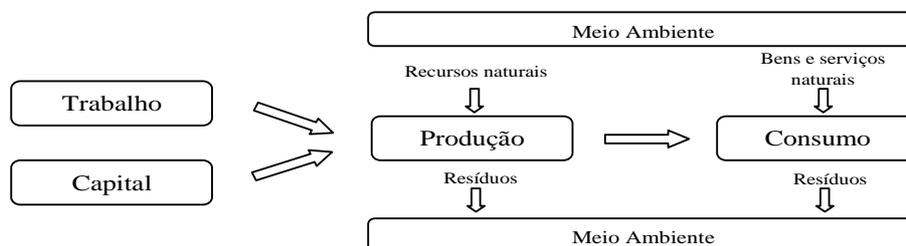


Figura 13 Circuito econômico ampliado.

Fonte: Elaborado por Zapparoli et al. (2012) com base em Clemente e Higachi (2000).

Com a intensificação dessas discussões, a possibilidade de ocorrer alterações climáticas no planeta se destacou em meio à sociedade. Ações governamentais e do terceiro setor passaram a ser instituídas sobre diversos seguimentos visando equilibrar os impactos antropogênicos ao meio ambiente, e inúmeras pesquisas desencadearam uma onda de adaptações de atividades econômicas na tentativa de compatibilizar o seu crescimento à preservação ambiental.

Com a evolução das discussões sobre o aquecimento global e aumento do efeito estufa, em 1988 a Organização Meteorológica Mundial (OMM) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma) estabeleceram o *Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC* (MARENGO, 2008). O IPCC ficou encarregado de apoiar as avaliações do clima e a criação de cenários de mudanças climáticas para o futuro, fornecendo informações científicas, técnicas e socioeconômicas relevantes, com vistas ao entendimento das incertezas climáticas, impactos potenciais e opções de adaptação e mitigação.

Em 1990, a Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu o Comitê Intergovernamental de Negociação para a Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima (INC/FCCC), intensificando as atenções sobre a temática. Atualmente, a convenção é conhecida como Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima - CQNUMC

(*United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC*, em inglês).

A CQNUMC foi aberta e assinada em junho de 1992 na Cúpula da Terra, no Rio de Janeiro, entrando em vigor em 1994. No ano de 1995 a Conferência das Partes se reuniu em Berlim (COP 1) e adotou diversas medidas, buscando seu fortalecimento. Em 1996 a convenção ocorreu em Genebra (COP 2) e em 1997 em Quioto (COP 3), quando foi realizado o palco das negociações que chegaram ao Protocolo de Quioto. Este protocolo foi o direcionador de inúmeras alternativas comerciais referentes à preservação ambiental que passaram a vigorar em todo o mundo.

A partir do Protocolo de Quioto, que estabeleceu metas vinculativas de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa (GEE), entre países industrializados (os chamados países do Anexo 1), foram criados os chamados Mecanismos de Flexibilização. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e a Implementação Conjunta compõem os mecanismos de flexibilização, e permitem a criação de créditos de redução de emissões de Carbono Equivalente (CO₂e).

Com o Protocolo de Quioto as atenções se voltaram para os impactos ambientais gerados pelas atividades antropogênicas, e os mecanismos de flexibilização passaram a figurar de maneira mais intensa nas discussões sobre os serviços ambientais. Sistemas de comércio de cotas de GEE foram desenvolvidos no mundo, como na Nova Zelândia, Austrália, Japão e em regiões da América do Norte (incluindo a legislação AB32 na Califórnia, o *Regional Greenhouse Gas Initiative* - RGGI no leste dos EUA e o *Western Climate Initiative* nos EUA e partes do Canadá). A China, apesar de não ter metas de redução de GEE dentro da CQNUMC, também está no processo de desenvolvimento de mercados de carbono em diversas províncias, como, por exemplo, o *Shanghai Environment and Energy Exchange* (BOLSA VERDE DO

RIO DE JANEIRO - BVRIO, 2014). Mas acordos informais entre China e Estados Unidos da América (EUA) sinalizam metas de redução que poderão ser incorporadas pela CQNUMC.

No Brasil observa-se o desenvolvimento de ferramentas que buscam a mitigação de GEE, como o Sistema de Comércio de Carbono do Estado do Rio de Janeiro. Ainda há iniciativas para transações em outros mercados de carbono, como o Mercado de Quioto, que comercializa créditos de emissões reduzidas (CERs) criados por projetos de MDL; os Mercados voluntários, com créditos de projetos de natureza voluntária como o *Verified Carbon Standard* (VCS) ou outros que venham a ser reconhecidos internacionalmente; e o mercado de *Reducing Emissions from Deforestation and Degradation* (REED) que está ligado ao desmatamento e degradação florestal e poderá incluir contratos de créditos de projetos de REDD (BVRIO, 2014).

Apesar de o setor cafeeiro no Brasil ainda demandar estudos referentes aos níveis de sequestro de carbono na produção e sobre suas emissões de CO₂e (que estabelece uma relação proporcional de impacto entre o dióxido de carbono e outros gases poluentes) ao longo da cadeia, a contabilização de créditos de carbono pode se tornar uma ferramenta mercadológica com elevado potencial. Esta proposição se baseia nas discussões estabelecidas por organizações mundiais ligadas a cafeicultura e a agricultura em geral, quanto às mitigações sobre os impactos ambientais. Zapparoli et al. (2012), ainda complementa que a lavoura de café possui desenvolvimento tecnológico para o capital transformado e pessoas qualificadas para atender ao capital social, precisando apenas ser vista como aliada do capital natural durante o processo produtivo.

Segundo a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO), os recursos disponibilizados pelo meio ambiente, inclusive aqueles para alimentação, produção e comercialização, são considerados serviços ambientais.

Sua exploração, quando insustentável, em meio aos muitos recursos escassos tem levado a sociedade a discussões e práticas de compensação sobre seu uso.

Diante dessa problemática surgiu o conceito de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), que se constitui em instrumento econômico para orientar as tomadas de decisões da sociedade quanto à utilização de tais serviços, constituindo um incentivo financeiro dentro das políticas públicas ambientais que oferece remuneração e recompensa àqueles que protegem ou promovem os serviços ambientais (ECHAVARRIA et al., 2004).

Observa-se, na literatura, que o PSA tem contribuído para a alocação de recursos que visam à correção de falhas de mercado relacionadas aos serviços ecossistêmicos (assim caracterizados porque todos os indivíduos são beneficiários, e seu uso por uma ou mais pessoas não interfere nos benefícios para outras), direcionando principalmente o setor primário às práticas de sustentabilidade. Motta (2005) define que a adoção destas práticas reflete a “capacidade de uma economia realizar investimentos que compensem o seu consumo de capital”.

Há uma vasta literatura com objetivos relacionados à construção de um crescimento econômico associado à preservação ambiental. Muitos propõem ou relatam métodos para o pagamento por serviços ambientais, como Claassen, Cattaneo e Johansson (2008), Dobbs e Pretty (2008), Engel; Wunder; Pagiola (2008), Pagiola (2008), Ferraro (2001) Wunder e Albán (2008). Essas ideias possivelmente foram inspiradas a partir do Protocolo de Quioto.

No agronegócio, a adoção de novas práticas e modelos de produção sustentáveis tem sido essencial para imprimir as mudanças exigidas pela sociedade na minimização do padrão atual de degradação ambiental. Entretanto, falta integração nas ações entre os elos de suas cadeias produtivas, pois mesmo que responsivos no curto prazo, os métodos para minimização de impactos não têm sido contínuos.

Na cafeicultura brasileira, Almeida et al. (2011) discutem o PSA no Cerrado de Minas Gerais sob a ótica da preservação de áreas nativas e o pagamento por seus serviços. Entretanto há pouca sinergia entre os elos da cadeia agroindustrial. Mesmo havendo iniciativas promissoras em cada um deles, falta complementaridade.

Na Costa Rica, o cultivo de café em sistemas agroflorestais tem sido intensamente estudado visando à melhoria das condições econômicas da produção e a possibilidade de direcionamento ao PSA. Noponen et al. (2013), analisando dois cenários sobre a produção de café em manejo agroflorestal, demonstraram os impactos da intensidade de cultivo e seus resultados econômicos relacionados ao preço do CO₂e relativo às emissões de poluentes. Segundo os autores, o preço por tonelada de CO₂e (tCO₂e), proveniente da redução das emissões, necessária para compensar a redução nas receitas de produção de café varia de 9,3 a 196,3 dólares entre diferentes sistemas de cultivo sombreado. Considerando a mudança das áreas atuais de produção para locais que atualmente são florestas, segundo os autores as emissões de GEE adicionais ainda aumentariam cerca de 5 tCO₂e por hectare por ano, resultando em emissões líquidas superiores a 8 tCO₂e por hectare por ano em todo o sistema. Assim, concluíram que em vez de alterar a intensidade de produção, mecanismos semelhantes ao REDD, que são baseados em redução de emissões evitando mudanças no uso da terra, podem desempenhar um papel importante para o sucesso da mitigação sobre mudanças climáticas de sistemas agroflorestais com o cafeeiro.

Os diferentes mecanismos de PSA existentes podem ser incorporados ao setor cafeeiro e constituir uma ferramenta estratégica para os agentes da cadeia agroindustrial. Os PSA na produção cafeeira podem incentivar o atendimento às demandas de consumo por produtos ambientalmente corretos, possibilitando o alcance de novos nichos de mercado. Indiretamente a implementação desse tipo

de estratégia na gestão pode contribuir para a redução de custos de produção (com o aumento na eficiência dos recursos produtivos) e, ainda, gerar uma renda adicional para o cafeicultor.

Acredita-se que os baixos impactos ambientais decorrentes do gerenciamento de recursos e atividades, ligados aos mercados de PSA, ainda podem fortalecer mecanismos inovadores de financiamento e balizar políticas públicas mais eficazes. Mas para isto, a gestão da informação sobre todo esse processo deverá ser mais trabalhada pelos agentes da cadeia agroindustrial do café, especialmente pelo cafeicultor.

Diante das ações já desenvolvidas por alguns elos da cadeia, verifica-se que há grande potencialidade para a utilização dos PSA como estratégia mercadológica e de gestão de riscos. Eles podem ser uma resposta aos investimentos em certificações socioambientais, direcionar os diferentes cafés para mercados de nicho, além de incentivar os cafeicultores a regularizar suas propriedades de acordo com a legislação ambiental.

3.4.1 Gases do efeito estufa e a agricultura

As possibilidades de mudanças climáticas, em função do aumento da concentração de gases causadores do efeito estufa (GEE) como o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O), têm sido cada vez mais aceitas e discutidas pela comunidade científica internacional (PELEGRINO; ASSAD; MARIN, 2007).

Para Pelegrino, Assad e Marin (2007), no Brasil as mudanças possivelmente terão efeitos mais danosos pela vulnerabilidade histórica, com a ocorrência de secas, enchentes e deslizamentos de encostas. O *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) apresenta previsões com resultados variáveis sobre o comportamento na América do Sul, mas todos

preveem aumento de temperatura no continente. Para muitos pontos do Brasil os modelos para 2091-2100 são divergentes, mas demonstram influência principalmente sobre a agricultura.

Assad et al. (2004) simularam os impactos das possíveis mudanças de temperatura sobre a agricultura brasileira e constataram, que apenas para o café o aumento da temperatura em 1°C levaria a perdas econômicas anuais de 375 milhões de dólares, considerando os estados de Minas Gerais, São Paulo e Paraná.

Mas segundo o IPCC (2007) a agricultura também é uma importante fonte emissora de GEE, especialmente CH₄ e N₂O. As emissões desses poluentes apresentaram um aumento de aproximadamente 17% entre 1990 e 2005. Neste último ano as emissões de GEE na agricultura corresponderam por 10% a 12% das emissões antropogênicas no mundo. Considerando o CO₂, CH₄ e N₂O, segundo o IPCC (2007), a agricultura contribui respectivamente com 25%, 65% e 90% nas emissões antropogênicas.

As emissões de N₂O apresentam grande expressão pelo seu potencial de efeito estufa ser 298 vezes maior se comparado ao CO₂ (IPCC, 2007). Seu tempo de vida pode ser superior a 120 anos, além de que pode ser destruído na estratosfera e formar óxido de nitrogênio (NO), contribuindo com a degradação da camada de ozônio (OLIVER et al., 1998).

A maior parte de N₂O produzido no planeta por ação antrópica tem origem na agricultura, devido ao aumento da disponibilidade de nitrogênio (N) no solo, pela aplicação de fertilizantes e decomposição da matéria orgânica (ROBERTSON, 2004). A nitrificação e a desnitrificação são os processos que dão origem às emissões de N₂O do solo. Por ser um processo aeróbico, solos bem drenados favorecem a nitrificação, enquanto solos saturados com água favorecem a desnitrificação. Porém, a adequada disponibilidade de água e temperatura do solo são importantes para otimizar a nitrificação (JANTALIA et

al., 2006). A nitrificação e desnitrificação são consideradas a maior fonte global de emissões de N_2O , particularmente em solos tropicais (SCHLESINGER, 1997).

A concentração de 280 ppm de CO_2 na atmosfera, que era mais estável até os anos de 1800, aumentou para 362 ppm após a Revolução Industrial. As estimativas do IPCC (2007) indicam que se não ocorrerem alterações nas atividades antropogênicas, a concentração de CO_2 aumentará 0,4% a cada ano, chegando a 700 ppm em 2100.

Apesar das mudanças no uso do solo e a decomposição de resíduos (HOUGHTON, 1997), a liberação de CO_2 para a atmosfera ocorre principalmente por meio da queima de combustíveis fósseis (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2006). O tempo de residência do CO_2 na atmosfera varia entre 50 e 200 anos.

As emissões de CO_2 dos solos para a atmosfera ocorrem devido à atividade respiratória de microrganismos e raízes, sendo que a magnitude da perda depende das condições ambientais. Porém a aplicação de ureia pode contribuir para as emissões de CO_2 . A urease é a enzima que catalisa a hidrólise da ureia para CO_2 e amônia (NH_3), afetando a utilização desse fertilizante nitrogenado (LONGO; MELO, 2005) e, conseqüentemente, contribuindo para emissões de GEE.

Essas relações de emissões de poluentes, provenientes de fertilizantes sintéticos, ressaltam a importância de se aumentar a eficiência e racionalidade da adubação na agricultura. Na produção de café, Nojonen et al. (2012) confirmam essa constatação. Analisando os dados de dois experimentos agrofloretais com café na Costa Rica e na Nicarágua, para calcular a pegada de carbono (*Carbon Footprints* - CF) em diferentes sistemas de cultivo, níveis de insumos e sombreamento, esses autores concluíram que o sistema de cultivo convencional e o nível de insumos foram decisivos na variação do CF. As pegadas de carbono

para 1 kg de grãos de café verde no sistema convencional ficaram entre 0,26 e 0,67 kgCO₂e, enquanto para o café orgânico ficou entre 0,12 e 0,52 kgCO₂e. A pesquisa demonstrou que os principais contribuintes para as emissões de GEE em todos os sistemas de produção foram os insumos nitrogenados.

Dados compilados pelo *International Plant Nutrition Institute* (IPNI, 2014) também ratificam a necessidade de aumentar a eficiência na adubação nitrogenada na cafeicultura. Em comparação a outros agronegócios no Brasil, a produção de café apresenta o maior consumo de nitrogênio por unidade de área plantada, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 Área plantada, consumo de nitrogênio e produção média da agricultura brasileira no período de 2009 a 2012

Cultura	Área Plantada	Consumo de N		Área Colhida	Rendimento
	ha	ton	kg.ha ⁻¹	ha	kg.ha ⁻¹
Soja	100.217.715	413.824	4,129	100.012.402	2.905
Milho	53.507.111	3.348.625	62,583	51.467.217	4.567
Cana-de-açúcar	41.027.010	2.882.600	70,261	36.621.481	76.320
Café em coco	9.427.567	1.437.329	152,460	8.487.205	2.598
Algodão	4.590.843	685.307	149,277	4.547.958	3.598
Arroz	10.308.789	576.666	55,939	10.182.548	4.698
Feijão	14.253.821	323.768	22,714	13.136.379	951
Laranja	3.737.879	283.327	75,799	3.262.548	23.421
Trigo	8.714.003	440.266	50,524	8.638.591	2.440

Fonte: Elaborado pelo autor com base em IPCC (2014).

Quando quantificadas as emissões de N₂O de acordo com o fator de emissão proposto pelo Ipni (2006) sobre o consumo de nitrogênio, observa-se que a produção de café emite, no mínimo, com exceção do cultivo de algodão, duas vezes mais N₂O que cada uma das demais culturas, como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 Consumo de nitrogênio na agricultura, emissões de óxido nitroso (N₂O) e sua correspondência em Carbono equivalente (CO₂e) no período de 2009 a 2012

Cultura	Consumo de N	N ₂ O - N kg.ha ⁻¹	N ₂ O	CO ₂ e ton.ha ⁻¹
Soja	4,129	0,041	0,065	0,019
Milho	62,583	0,626	0,983	0,293
Cana-de-açúcar	70,261	0,703	1,104	0,329
Café em coco	152,460	1,525	2,396	0,714
Algodão	149,277	1,493	2,346	0,699
Arroz	55,939	0,559	0,879	0,262
Feijão	22,714	0,227	0,357	0,106
Laranja	75,799	0,758	1,191	0,355
Trigo	50,524	0,505	0,794	0,237

Fonte: Elaborado pelo autor com base em IPNI (2014) e IPCC (2006).

Diante dessas informações pode-se inferir que existe uma tendência dos dados sobre os impactos ambientais serem incorporados no gerenciamento das atividades agrícolas, destacando-se a produção de café. Portanto, a introdução de métodos capazes de quantificar esses impactos nos processos de gestão se torna estratégico.

3.4.1.1 Quantificação de emissões de GEE por meio de índices

Para quantificar emissões de GEE de maneira indireta, são conhecidas três metodologias baseadas em índices e aceitas internacionalmente.

A primeira foi definida em 1996 quando foi publicado pelo IPCC (1996) o documento intitulado *The Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Workbook*, que tinha como função assistir aos países membros do Protocolo de Quioto, com uma metodologia uniforme usada para o cálculo das emissões que possibilitassem a elaboração de inventários destas. Em 2006 o IPCC lançou uma nova versão para o cálculo das emissões, intitulada *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* que

apresenta pequenas modificações em relação ao IPCC (1996) (OLIVEIRA JÚNIOR; VAZ; VASCONCELOS, 2007).

O setor do IPCC que orienta a elaboração de inventários de emissões relacionados à Agricultura, Floresta e Outros Usos da Terra (AFOLU, em inglês) considera três diferentes níveis de detalhe (“Tiers”) para o cálculo de emissões. O nível 1 (“Tier 1”) é o método onde os valores usados nos algoritmos são padronizados pelo IPCC. O nível 2 (“Tier 2”) usa a mesma abordagem do nível 1, mas considera fatores de emissão específicos para determinada região. Já o nível 3 (“Tier 3”) utiliza métodos como a modelagem computacional.

Como país signatário da CQNUMC, o Brasil elabora e atualiza periodicamente o Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de GEE não controlados pelo Protocolo de Montreal, definido em Montreal em 1987 (BRASIL, 2004). Os inventários contemplam estimativas de emissões de GEE pela indústria, transportes, setor energético, mineração, tratamento de resíduos, agropecuária e mudanças de uso da terra, sendo elaborados de acordo com premissas e algoritmos estabelecidos pelo IPCC (OLIVEIRA, 2014).

Outra metodologia utilizada na quantificação de GEE é o *GHG protocol*. Essa metodologia trata-se de um protocolo que estabelece normas internacionais para a contabilização de emissões de GEE de determinada organização. Nele são expressos os vários grupos de emissão ou ‘scopes’, diferenciados entre eles mediante sua fonte e localização. Deste modo, ficam reunidas as fontes diretas de GEE (‘scope 1’) e as indiretas (‘scope 2’ ou scope 3’). De forma mais detalhada, o ‘scope 1’ abrange as emissões provenientes de fontes que são controladas pela organização. No ‘scope 2’, estão as emissões de GEE resultantes da geração de eletricidade por outra entidade, que é comprada e consumida pela organização. E o ‘scope 3’ abrange todas as emissões indiretas (excetuando a eletricidade comprada) que ocorram a partir de fontes que não sejam de propriedade ou controladas pela organização (HENRIQUES, 2008).

No âmbito nacional, a NBR ISO 14.064 - Norma brasileira de mudanças climáticas (ABNT) - regulamenta a quantificação de GEE. A Organização Internacional para a Normalização (ISO) lançou em 2006 no mercado uma nova série de normas que em conjunto com o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Quioto fornecem exigências para o monitoramento, a quantificação e o relato de reduções da emissão de GEE em inventários e projetos (ANTUNES; QUALHARINI, 2008).

Baseando-se nas três metodologias descritas é possível aferir emissões baseadas em sistemas de gerenciamento, fazendo uso dos coeficientes técnicos do processo produtivo para a formulação de inventários ambientais.

Neste trabalho, a quantificação de emissões de gases poluentes, especificamente N_2O e CO_2 provenientes de fertilizantes sintéticos, foi auferida de acordo com o “Tier 1” estabelecido pelo IPCC (2006), uma vez que o Brasil elabora e atualiza periodicamente o Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de GEE de acordo com premissas e algoritmos do IPCC.

Ressalta-se que existe uma vasta literatura sobre quantificação de emissões de GEE para diversos agronegócios, considerando as emissões reais no campo ou utilizando modelagens computacionais. Como não se alinham ao objetivo central deste trabalho, elas não foram discutidas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Nesta seção estão descritas as ferramentas metodológicas referentes à estrutura experimental, aos parâmetros para a análise econômica sobre o fertilizante formulado NPK e aos algoritmos do IPCC utilizados para o cálculo de emissões de N₂O e CO₂ referentes à adubação.

4.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em Lavras/MG, em área do setor de Cafeicultura/InovaCafé na Universidade Federal de Lavras (UFLA), durante as safras 2012/2013 e 2013/2014.

O município de Lavras está localizado na região Sul de Minas, a uma altitude média de 910 metros, latitude 21° 14' 16'' e longitude 45° 00' 00'' W. O clima da região é considerado como Cwa de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, com inverno seco e temperatura do mês mais quente maior que 22°C. Em série de dados de 14 anos, entre 1991 e 2004 a temperatura média anual observada foi de 20,4°C, variando de 17,1°C em julho a 22,8°C em fevereiro. A evapotranspiração potencial (ETP) foi de 956 mm, e a evapotranspiração real (ETR) 873 mm. A precipitação anual média foi de 1.460 mm (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007).

O experimento foi implantado em março de 2010 com mudas de cafeeiro da cultivar Topázio MG-1190, com espaçamento de 2 metros entre linhas e 60 centímetros entre plantas nas linhas (2,0 X 0,60 metros), ocupando uma área total de 691,2 m².

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-escuro distroférico, de textura argilosa. As amostras para análise física e química foram coletadas na profundidade de 0 a 20 centímetros do perfil do

solo. Os resultados das análises de solo nas safras 2012/2013 e 2013/2014 podem ser vistos na Tabela 3.

Tabela 3 Caracterização química do solo referente às safras 2012/2013 e 2013/2014

Característica	2012/2013	2013/2014
	00-20 cm	00-20 cm
pH	5,50	5,10
P-rem (mg.L ⁻¹)	27,20	15,00
P (mg.dm ⁻³)	17,72	5,50
K ⁺ (cmol _c .dm ⁻³)	0,23	0,44
Ca ²⁺ (cmol _c .dm ⁻³)	2,60	2,53
Mg ²⁺ (cmol _c .dm ⁻³)	0,78	0,86
Al ³⁺ (cmol _c .dm ⁻³)	0,10	0,15
H + Al (cmol _c .dm ⁻³)	4,23	5,80
T (cmol _c .dm ⁻³)	7,85	9,63
Mg (T%)	9,93	9,00
Ca (T%)	33,19	26,40
K (T%)	3,00	4,60
V (%)	46,10	40,00
m (%)	2,69	3,80
M.O. (dag.kg ⁻¹)	3,14	3,03
Areia (%)	27,00	27,00
Silte (%)	20,00	20,00
Argila (%)	53,00	53,00

Legenda: pH (acidez ativa); P-rem (fósforo remanescente); P (fósforo disponível); K⁺ (potássio trocável); Ca²⁺ (cálcio trocável); Mg²⁺ (magnésio trocável); Al³⁺ (alumínio trocável); H+Al (acidez potencial); T (capacidade de troca de cátions a pH 7); Mg, K e Ca (T%) (participação de magnésio, potássio e cálcio trocáveis em T); V (saturação por bases); m (saturação por alumínio); M.O.: matéria orgânica. pH em água; P e K: extrator Mehlich 1; Ca, Mg e Al: extrator KCl 1mol L-1; H + Al: extrator SMP; matéria orgânica: oxidação Na₂Cr₂O₇ 4N + H₂SO₄ 10N.

4.2 Delineamento, condução do experimento e análises estatísticas

Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, com seis níveis de adubação para os nutrientes N, P₂O₅ e K₂O (tratamentos) e quatro repetições (blocos), totalizando vinte e quatro parcelas. Cada parcela foi composta de vinte e quatro plantas, sendo seis úteis.

Os tratamentos se caracterizaram pelos níveis de adubação utilizados, em valores percentuais de 10, 40, 70, 100, 130 e 160% da adubação padrão, de acordo com “Recomendações para o uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais”, 5ª Aproximação (GUIMARÃES et al., 1999). Como a recomendação de adubação para cafeeiros irrigados ainda é conflitante entre pesquisadores, foi adotado o padrão para cafeeiros de sequeiro. A recomendação para o nível de 100% se baseou nas análises de solo para as safras 2012/2013 e 2013/2014.

Os fertilizantes foram aplicados pela água de irrigação em doze parcelamentos a cada safra, segundo recomendações de Sobreira (2010).

O sistema de fertirrigação no experimento constou de uma unidade central de controle (sistema de bombeamento, filtros de areia e tela, injetor de fertilizantes, manômetros e conexões), linha principal de tubos PVC PN80, linhas de derivação de PVC PN40, linhas laterais com tubo flexível de polietileno PN40, gotejadores e registros. Os gotejadores (vazão nominal de 3,8 L.hora⁻¹) foram espaçados de 30 em 30 centímetros na linha, formando uma faixa molhada ao longo da fileira de plantas. O controle da irrigação foi feito por meio de dados climatológicos diários, monitorados por uma estação meteorológica automática instalada nas proximidades da área do experimento.

As fontes de nutrientes correspondentes ao nitrogênio (N), fósforo (P₂O₅) e potássio (K₂O) foram: ureia (45% N), monoamônio fosfato (MAP) e nitrato de potássio (KNO₃). Além dos macronutrientes foram aplicados o sulfato de magnésio (Mg), ácido bórico (B), sulfato de cobre (Cu) e sulfato de zinco (Zn). Os micronutrientes foram aplicados somente em pulverizações e sem variações de doses, seguindo as recomendações de Guimarães et al. (1999).

Foi realizado o tratamento fitossanitário visando controlar pragas e doenças, utilizando produtos registrados para o cultivo do cafeeiro e seguindo as orientações dos fabricantes. O controle de plantas invasoras ocorreu por meio de

capinas, roçadas manuais, além da aplicação de herbicidas. As brotações ortotrópicas foram eliminadas manualmente de acordo com a necessidade.

Quanto às análises estatísticas, foi realizada a análise de variância dos dados de produção considerando o somatório dos resultados das safras 2012/2013 e 2013/2014. Visto que estas foram a 2ª e 3ª safras do experimento, os cafeeiros ainda se encontravam em crescimento e não indicaram bienalidade na produção. Esta decisão se baseou nos trabalhos de Fraga Junior e Conagin (1956) que constataram que o efeito da bienalidade se pronuncia a partir da quarta produção e de Figueiredo et al. (2005), que relataram sobre a necessidade de se agrupar dados de safras quando ainda não há evidência de bienalidade. A variação nos níveis de adubação foi iniciada após o período de formação dos cafeeiros, ou seja, não houve influência da adubação na produção da primeira safra, que foi desconsiderada.

De acordo com a significância da análise de variância, os dados foram submetidos à análise de regressão entre os tratamentos, utilizando o programa estatístico “R”.

4.3 Análise econômica

Foi estabelecida uma formulação padrão para os macronutrientes N e K de acordo com as necessidades indicadas pela análise de solo para a safra 2012/2013 e outra formulação padrão, para N, P e K, de acordo com a análise de solo para a safra 2013/2014. De acordo com as condições experimentais, posteriormente essas formulações foram agrupadas em apenas um fertilizante formulado NPK. Este fertilizante formulado representou o fator variável da análise e as devidas ponderações para análise econômica foram adotadas.

Na safra 2012/2013, o suprimento de nitrogênio ocorreu principalmente com a aplicação de ureia, enquanto o suprimento de potássio ocorreu por meio

do nitrato de potássio (KNO_3). Estes fertilizantes participaram em 50,18% e 49,82%, respectivamente, na composição da recomendação padrão de adubação (nível de 100%). Já na safra 2013/2014, além destes fertilizantes, o solo demandou o suprimento de fósforo, que foi fornecido pelo monoamônio fosfato (MAP). Ureia, KNO_3 e MAP corresponderam a 53,93%, 37,69% e 8,37%, respectivamente, na composição da recomendação padrão de adubação. As quantidades de fertilizante nos seis níveis de adubação para as safras 2012/2013 e 2013/2014 e o somatório das safras estão expressos na Tabela 4.

Tabela 4 Quantidades de fertilizantes em kg.hectare^{-1} nas safras 2012/2013 e 2013/2014 e quantidade acumulada nas duas safras

Tratamentos	2012/2013	2013/2014	Somatório
10%	105,04	185,09	290,13
40%	420,16	740,38	1.160,54
70%	735,27	1.295,66	2.030,94
100%	1.050,39	1.850,95	2.901,34
130%	1.365,51	2.406,23	3.771,74
160%	1.680,62	2.961,52	4.642,14

A proporção de cada componente da formulação foi utilizada para obter os preços médios ponderados dos formulados, que se basearam nos preços praticados entre setembro de 2012 e agosto de 2013 (safra 2012/2013) para a primeira formulação; e os preços praticados entre setembro de 2013 a agosto de 2014 (safra 2013/2014) para a segunda. Em seguida, foi determinado um preço médio ponderado do fertilizante formulado NPK para todo o período analisado, fazendo correspondência à quantidade acumulada nas duas safras. Foi utilizado o banco de dados da Conab referente aos preços médios da ureia, KNO_3 e MAP, que se referem aos preços praticados no estado de Minas Gerais.

O preço de venda do café correspondeu à média aritmética simples dos valores praticados entre setembro de 2012 e agosto de 2014 na Cooperativa Regional dos Cafeicultores de Guaxupé (Cooxupé). Optou-se por esses preços

pela expressividade desta organização no setor cafeeiro, já que a Cooxupé é a maior cooperativa de café do mundo e está presente em regiões produtoras expressivas do Brasil.

A análise econômica foi realizada de acordo com a fundamentação da teoria da produção (NORONHA, 1984). Considerou-se a função de produção baseada na relação fator-produto, onde um fator produtivo é variável e os demais fatores são mantidos constantes. Foram analisadas as relações físicas da produção representadas pelo Produto Físico Marginal (PFMa), Produto Físico Total (PFT) e Produto Físico Médio (PFMe).

O PFMa graficamente representa a inclinação da função de produção em um determinado nível do fator variável. Ele é encontrado ao se realizar a derivada de primeira ordem da função de produção, de acordo com a equação 3.

$$\text{PFMa}_{x_1} = \partial y / \partial x_1 \quad (3)$$

Onde:

PFMa_{x_1} = Produto Físico Marginal;

$\partial y / \partial x_1$ = Derivada de primeira ordem da equação de produção.

Como no ponto máximo de uma função, a sua derivada é igual a zero e, ao se igualar o PFMa a zero encontra-se o PFT. Este ponto representa a máxima eficiência técnica do experimento.

Também foi obtido o Produto Físico Médio (PFMe), que se expressa pela relação entre a quantidade produzida e a quantidade de recurso utilizado, obtido pela equação 4.

$$\text{PFMe}_{x_1} = y / x_1 \quad (4)$$

Onde:

$PFMe_{x_1}$ = Produto Físico Médio;

y = Quantidade produzida;

x_1 = Quantidade do insumo variável.

As relações entre PFT, PFMe e PFMa estão expressas na Figura 14. Teoricamente, o ponto 1' representa a inclinação máxima da função de produção. Neste caso a produtividade marginal do insumo é zero (ponto 2') indicando, portanto, a máxima eficiência técnica do experimento. No ponto 3' o PFMa é máximo e ocorre quando há uma inflexão na função de produção, representada pelo ponto 4'. No ponto 5' a produtividade média do insumo é máxima e é igual ao PFMa. Neste ponto ocorre a máxima eficiência técnica do fator variável.

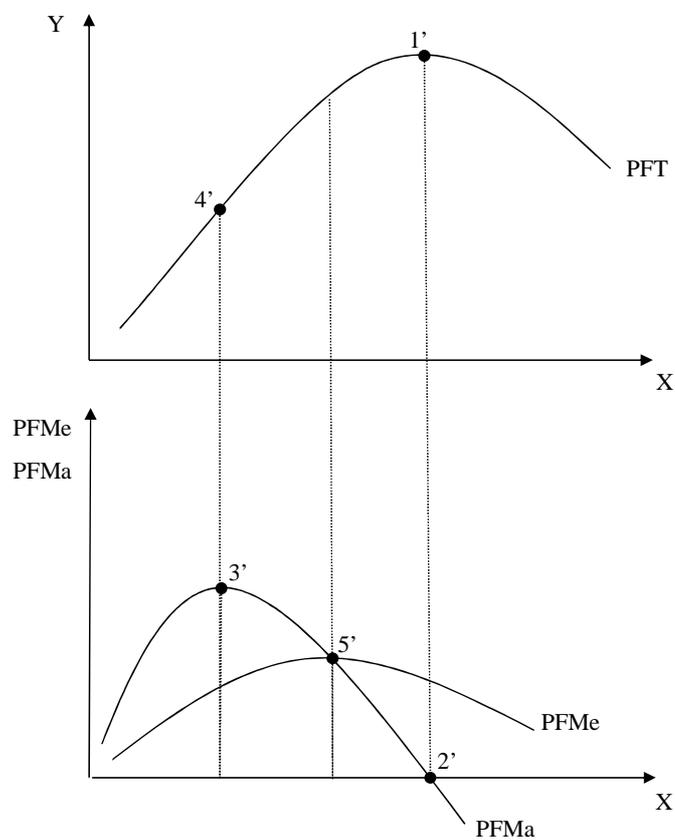


Figura 14 Esquema das relações físicas da produção.

Ainda, foi obtida a Elasticidade da Produção (e_p), que demonstra a variação percentual na produção decorrente da variação percentual na quantidade empregada do fator variável, como representado nas equações 5 e 6.

$$e_p = \frac{\Delta\% \text{ PFT}}{\Delta\% X_1} \quad (5)$$

ou, simplesmente

$$e_p = \frac{PFM_a}{PFM_e} \quad (6)$$

Além dessas variáveis produtivas foi analisada a quantidade ótima do fator produtivo, obtida quando a derivada de primeira ordem da função de produção é igualada à razão entre o preço médio do fator variável (P_x) e o preço do produto (P_y) (REIS, 1999), como descrito na equação 7.

$$\partial y / \partial x_1 = P_x / P_y \quad (7)$$

Onde:

$\partial y / \partial x_1$ = Derivada de primeira ordem da equação de produção;

P_x = preço médio do fator variável;

P_y = preço do produto.

Com essa informação foi obtida a respectiva produção ótima econômica (P_{Econ}), pela substituição da quantidade ótima da adubação na função de produção. Essa informação representa a eficiência alocativa.

Além das informações sobre relações físicas da produção, foram determinadas as margens brutas sobre a eficiência técnica (PFT) e a eficiência alocativa (P_{Econ}). A análise da margem bruta sobre os resultados da função de produção ocorreu por meio da equação 8.

$$MB = (P_y * y) - (P_x * x) - k \quad (8)$$

Onde:

MB = Margem Bruta;

P_y = Preço unitário do produto;

y = Quantidade produzida;

P_x = Preço unitário do fator variável;

x = Quantidade do fator variável;

k = Custos dos fatores mantidos constantes.

A constante k expressa na fórmula da margem bruta foi desprezada, uma vez que os custos dos fatores mantidos constantes foram os mesmos, tanto para a produção máxima quanto para a produção ótima econômica. Desta forma, a margem bruta deve ser interpretada como a receita total obtida com o café menos os custos do fator variável em análise (fertilizante formulado), demonstrando o impacto direto da variação deste insumo no resultado econômico.

4.4 Cálculos de emissões de gases poluentes (N₂O e CO₂)

Os cálculos das estimativas de emissões de óxido nitroso (N₂O) e dióxido de carbono (CO₂) se basearam nas diretrizes e algoritmos revisados pelo IPCC (2006). Salienta-se que estes parâmetros foram utilizados nos relatórios de referência do segundo inventário brasileiro de emissões antrópicas de GEE (BRASIL, 2010).

O IPCC considera as emissões diretas de N₂O provenientes de fertilizantes sintéticos e esterco animal; cultivo de plantas fixadoras de N₂; incorporação de resíduos de colheita ao solo; e mineralização de nitrogênio associada ao cultivo em solos orgânicos. Não são incluídas emissões de N₂O associadas à fixação biológica de nitrogênio, pois, de acordo com o segundo inventário brasileiro não há indícios dessas emissões no país e a metodologia do IPCC já não as considera.

A molécula de N₂O, segundo o IPCC (2007), tem potencial para contribuir com o efeito estufa 298 vezes maior que o CO₂. Para tanto é conveniente abstrair as emissões de cada poluente em uma mesma unidade, conhecida como Carbono Equivalente (expressa em toneladas - tCO₂e) que, posteriormente, podem ser reunidas em apenas um indicador. As emissões diretas de N₂O são obtidas pelo seguinte algoritmo:

$$N_2O_{Direta} = [(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM}) * EF_1] * (44/28) * 298$$

Onde:

N₂O_{Direta} = emissões diretas de N₂O de solos agrícolas em tCO₂e;

F_{SN} = nitrogênio sintético aplicado (kg N);

F_{ON} = nitrogênio presente no esterco utilizado como fertilizante agrícola (kg N);

F_{CR} = nitrogênio de resíduos de culturas que retornam ao solo (kg N);

F_{SOM} = nitrogênio que é mineralizado em associação com a perda de carbono na matéria orgânica do solo, como resultado de mudanças no uso da terra ou do manejo (kg N);

EF₁ = fator de emissão direta de nitrogênio aplicado aos solos (0,01 segundo o IPCC 2006);

44/28 = conversão de N em N₂O;

298 = potencial de aquecimento global do N₂O para conversão em tCO₂e.

Como objetiva-se, neste trabalho, quantificar as emissões diretas do fertilizante formulado NPK, as quantidades de F_{ON}, F_{CR}, e F_{SOM} foram desconsideradas, resultando no seguinte algoritmo:

$$N_2O_{Direta-Nfert.} = (F_{SN} * EF_1) * (44/28) * 298$$

Onde:

$N_2O_{\text{Direta-N fert.}}$ = emissões diretas de N_2O de solos agrícolas em tCO_2e ;

F_{SN} = nitrogênio sintético aplicado (kg N);

EF_1 = fator de emissão direta de nitrogênio aplicado aos solos (0,01 segundo o IPCC 2006);

44/28 = conversão de N em N_2O ;

298 = potencial de aquecimento global do N_2O para conversão em tCO_2e .

Já o potencial de aquecimento global da molécula de CO_2 , segundo o IPCC (2007), é o parâmetro para a abstração dos demais gases poluentes em tCO_2e . Na aplicação do fertilizante formulado NPK, as emissões de CO_2 se referem à aplicação de ureia. As emissões diretas de CO_2 a partir da ureia são obtidas pelo seguinte algoritmo:

$$CO_2 - C_{fert.} = M * EF * (44/12)$$

Onde:

$CO_2 - C_{fert.}$ = emissões de carbono da aplicação de ureia em tCO_2e ;

M = quantidade aplicada de ureia em tonelada por hectare;

EF = fator de emissão de carbono proveniente da aplicação de ureia (0,20, segundo o IPCC 2006, que é equivalente ao conteúdo de carbono na ureia com base no peso atômico);

44/12 = conversão de C em CO_2 .

Os resultados referentes às emissões de N_2O e CO_2 provenientes do fertilizante formulado NPK foram agregados em uma mesma unidade, sendo apresentados em tCO_2e por hectare.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise de variância da produção acumulada de café, nas safras 2012/2013 e 2013/2014 (Tabela 5), houve diferença significativa entre os seis níveis de adubação com o fertilizante formulado contendo N, P₂O₅ e K₂O.

Os níveis de adubação em percentual, descritos na seção anterior, foram trabalhados em sua unidade real (kg.hectare⁻¹), fazendo correspondência direta às quantidades de café produzido em cada tratamento. A utilização dos dados nesta unidade também buscou auxiliar nos procedimentos da análise econômica.

Tabela 5 Análise de Variância para produtividade de cafeeiros irrigados (kg.hectare⁻¹) em função de níveis de adubação NPK

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Níveis adubação	5	54514199	10902840	22,459	0,000002*
Blocos	3	3059798	1019933	2,101	0,143033
Resíduo	15	7281673	485445		
Total	23	64855670			

* Significativo a 1% de probabilidade.

CV = 18,92%

Considerando a significância entre níveis de adubação e produção foi realizada a análise de regressão sobre os dados, visando ajustar a função de produção do experimento.

5.1 Função de produção e análise econômica do fertilizante formulado

A função de produção do experimento foi obtida por meio da análise de regressão entre a variável dependente (produção de café) e a variável independente (níveis de adubação).

O modelo empregado foi o polinomial de segundo grau, conforme equação 11.

$$Y = f(x) = b_0 + b_1 \cdot x - b_2 \cdot x^2 \quad (11)$$

Onde:

Y = produtividade (kg.hectare⁻¹);

x = quantidade total de adubo aplicada (kg.hectare⁻¹);

b_n = parâmetros de ajuste da equação (n = 0, 1, 2).

O modelo polinomial de segundo grau foi o que melhor se ajustou, apresentando um coeficiente de determinação (R²) que explicou 94,67% da variação da produção de acordo com as variações nos níveis de adubação. A função de produção para a produção de café pode ser vista na Figura 15. Ressalta-se, que essa conformação da função de produção ratifica as proposições apresentadas nas páginas 67 e 68 que tratam das relações físicas da produção.

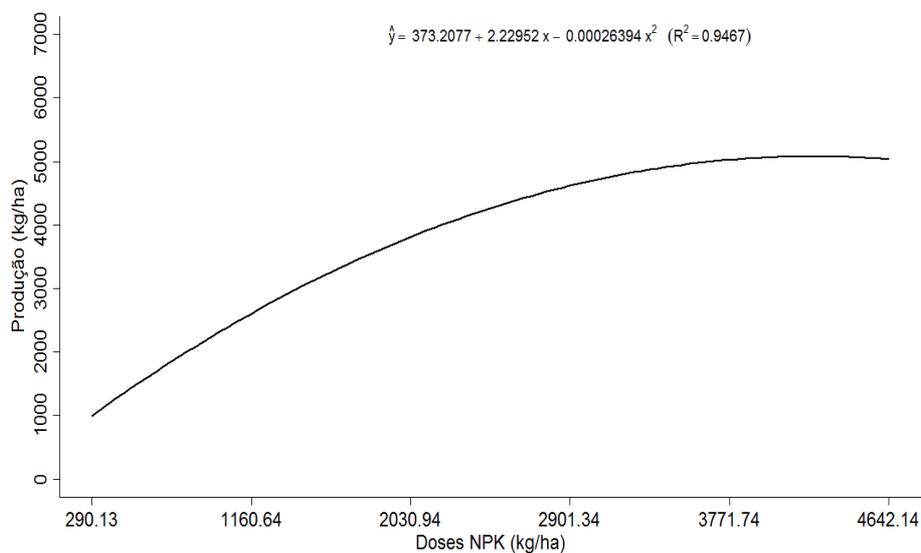


Figura 15 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação da produtividade de cafeeiros em função dos níveis de adubação NPK (em kg.hectare⁻¹), que correspondem, respectivamente, por 10%, 40%, 70%, 100%, 130% e 160% da recomendação padrão.

A eficiência técnica do fertilizante, estimada pelo Produto Físico Marginal (PFMa) da função de produção, apresentou valor inicialmente positivo e decrescente na medida em que se aumentou a quantidade do fator variável. O PFMa mede o efeito sobre a produção por uma variação unitária do fator variável, caracterizando a lei dos rendimentos decrescentes (LEFTWICH, 1997). Os PFMa para cada um dos níveis de adubação do experimento estão dispostos na Tabela 6.

Tabela 6 Produto Físico Marginal (PFMa) dos diferentes níveis de adubação no somatório das safras 2012/2013 e 2013/2014 (kg.hectare⁻¹)

Níveis de adubação	PFMa
10%	2,076
40%	1,617
70%	1,157
100%	0,698
130%	0,238
160%	-0,221

Ao se igualar o PFMa a zero, encontrou-se a quantidade do fator variável que maximizou a produção, caracterizando o Produto Físico Total (PFT). A máxima eficiência técnica do experimento ocorreu com a aplicação de 4.223,53 kg.hectare⁻¹ do fertilizante formulado NPK, que permitiu uma produção de café de 5.081,44 kg.hectare⁻¹ (84,69 sacas de 60 kg) no somatório das safras 2012/2013 e 2013/2014. Essa quantidade de adubo representou uma aplicação no nível de 145,57% da recomendação padrão, de acordo com Guimarães et al. (1999). Comparando com o trabalho de Teodoro et al. (2005) que avaliaram o efeito de doses de 50% a 150% das doses de N e K₂O na fase produtiva da cultivar Topázio em sistema fertirrigado, não há equivalência dos resultados. Os autores não detectaram diferenças no crescimento e na produção da cultura, indicando uma redução de 50% na quantidade de fertilizante em relação à dose recomendada para sequeiro.

Porém, a constatação de aumento na quantidade de fertilizante que maximizou a produção do experimento aqui analisado, vai ao encontro do trabalho de Santinato e Fernandes (2002). Estes autores recomendam um acréscimo de 30% na dose para lavouras irrigadas de café em produção. Ressalta-se, que as condições experimentais são diferentes no trabalho destes pesquisadores.

O Produto Físico Médio (PFMe) foi encontrado pela divisão entre a quantidade produzida e a quantidade de recurso utilizado. O PFMe também decresceu na medida em que se aumentou a quantidade do fator variável, porém se mantendo positivo. Os PFMe para cada um dos níveis de adubação do experimento estão dispostos na Tabela 7.

Tabela 7 Produto Físico Médio (PFMe) dos diferentes níveis de adubação no somatório das safras 2012/2013 e 2013/2014 (kg.hectare⁻¹)

Níveis de adubação	PFMe
10%	3,439
40%	2,245
70%	1,877
100%	1,592
130%	1,333
160%	1,085

As relações entre PFMa e PFMe podem ser melhor visualizadas na Figura 16. O PFMe igual a zero ocorre na ausência de produção e o PFMa igual a zero caracteriza a máxima produção (PFT).

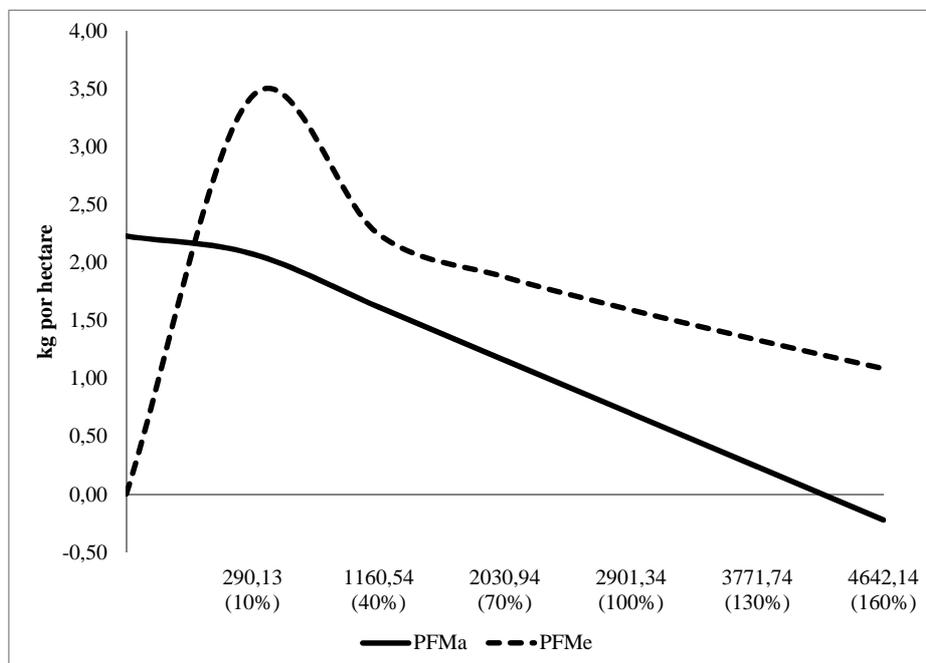


Figura 16 Relações entre Produto Físico Marginal (PFMa) e Produto Físico Médio (PFMe) nas safras 2012/2013 e 2013/2014 ($\text{kg} \cdot \text{hectare}^{-1}$).

As relações entre variáveis produtivas ainda foram contrastadas com a elasticidade da produção (e_p), expressa na Tabela 8 para cada nível de adubação. Observa-se que a e_p está entre zero e um ($0 < e_p < 1$) para a maioria dos tratamentos, caracterizando o estágio II da função de produção que é considerado racional. Ao longo desse estágio o PFMa é menor que o PFMe, mas ainda é positivo. Esse estágio terminou no ponto em que o PFT foi máximo e, conseqüentemente, o PFMa e a elasticidade de produção chegaram a zero. A partir daí iniciou-se o Estágio III da função de produção, quando o PFMa se tornou negativo e, conseqüentemente, a elasticidade de produção também foi negativa. Neste estágio a produção passou a ser antieconômica ou irracional.

Tabela 8 Elasticidade da produção (e_p) nos diferentes níveis de adubação no somatório das safras 2012/2013 e 2013/2014

Níveis de adubação	e_p
10%	0,604
40%	0,720
70%	0,617
100%	0,438
130%	0,179
160%	-0,204

Já, para a obtenção da quantidade ótima econômica do fertilizante formulado NPK foi igualada a derivada de primeira ordem da função de produção à razão entre o preço médio do fertilizante formulado (P_x) e o preço do café (P_y), ambos em reais por quilograma (procedimento adotado na elaboração das Tabelas 9 e 10). Os preços do fertilizante e do café se referiram ao período de setembro de 2012 a agosto de 2014, com as devidas ponderações consideradas na seção 4.3 para os preços da variável independente.

Substituindo a quantidade ótima do fator variável na função de produção, encontrou-se a produção ótima econômica (P_{Econ}). A P_{Econ} ocorreu com a aplicação de 3.427,08 kg.hectare⁻¹ do fertilizante formulado NPK, que proporcionou uma produção de café de 4.914,00 kg.hectare⁻¹ (81,90 sacas de 60 kg) no somatório das safras analisadas. Essa quantidade do fertilizante representa uma aplicação no nível de 118,12% da recomendação padrão.

A margem bruta referente à produção máxima do biênio foi de R\$18.205,73.hectare⁻¹. Já a produção ótima gerou uma margem de R\$19.127,81.hectare⁻¹, uma diferença de R\$922,08.hectare⁻¹. Ressalta-se que foram considerados apenas os custos do fator variável.

Esses resultados se referem às relações produtivas, ao preço médio ponderado do fertilizante formulado NPK e ao preço médio do café no acumulado de 24 meses. Ao considerar as relações mensais dos preços da

variável independente e variável dependente no período analisado, foram encontrados os resultados expressos na Tabela 9.

Tabela 9 Relação de preços do fator variável e da produção (Px/Py), quantidade ótima econômica do fertilizante formulado NPK (PFMa = Px/Py) e percentual da quantidade ótima econômica do fator variável em relação à recomendação padrão

Mês	Px/Py	PFMa = Px/Py (kg.hectare ⁻¹)	Quantidade Econômica (%)
Set/12	0,369	3.524,17	121,47
Out/12	0,389	3.486,97	120,18
Nov/12	0,426	3.415,82	117,73
Dez/12	0,444	3.383,37	116,61
Jan/13	0,447	3.376,88	116,39
Fev/13	0,520	3.238,68	111,63
Mar/13	0,345	3.569,34	123,02
Abr/13	0,366	3.529,58	121,65
Mai/13	0,359	3.543,54	122,13
Jun/13	0,554	3.174,62	109,42
Jul/13	0,526	3.227,61	111,25
Ago/13	0,536	3.207,62	110,56
Set/13	0,491	3.293,95	113,53
Out/13	0,550	3.181,97	109,67
Nov/13	0,563	3.156,20	108,78
Dez/13	0,504	3.269,72	112,70
Jan/14	0,475	3.323,85	114,56
Fev/14	0,434	3.401,16	117,23
Mar/14	0,327	3.604,23	124,23
Abr/14	0,328	3.601,35	124,13
Mai/14	0,356	3.548,79	122,32
Jun/14	0,374	3.515,29	121,16
Jul/14	0,381	3.501,06	120,67
Ago/14	0,340	3.579,68	123,38

Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se que a relação de preços do fator variável e da produção, em uma condição de mercado de livre concorrência, não ultrapassou 0,563 (Tabela 9). Isto significa que o preço do fertilizante formulado NPK representou 56,3% do preço do café. Nesta condição a quantidade ótima econômica do fertilizante formulado NPK foi 8,78% superior à recomendação padrão adotada, de acordo

com Guimarães et al. (1999). A margem bruta da produção ótima referente a esta relação de preços, observada em novembro de 2013, foi de R\$11.731,16.hectare⁻¹. Já a margem bruta referente à produção máxima neste mês foi de R\$10.556,35.hectare⁻¹; uma diferença de R\$1.174,81.hectare⁻¹.

Estas informações demonstram que a diferença na margem bruta entre as produções máxima e ótima econômica pode se tornar expressiva. A comparação entre eficiência técnica e eficiência alocativa indica que a redução da adubação pode ser uma estratégia para a garantia de melhores resultados econômicos.

Visando contribuir para a gestão da informação sobre o processo produtivo e sobre as tomadas de decisão dos cafeicultores quanto à redução da adubação e adequação econômica da produção, foi elaborada a Tabela 10, que apresenta simulações sobre as relações de preços entre o fator variável e a produção.

Tabela 10 Simulação sobre a relação de preços do fator variável (Px) e da produção (Py), quantidade ótima econômica do fertilizante formulado NPK (PFMa = Px/Py) e percentual da quantidade ótima econômica do fator variável em relação à recomendação padrão

Simulação sobre a relação entre Px e Py	PFMa = Px/Py (kg.hectare ⁻¹)	Quantidade Econômica (%)
0,02 : 1	4.185,65	144,27
0,05 : 1	4.128,82	142,31
0,08 : 1	4.071,99	140,35
0,11 : 1	4.015,15	138,39
0,14 : 1	3.958,32	136,43
0,17 : 1	3.901,49	134,47
0,20 : 1	3.844,66	132,51
0,23 : 1	3.787,83	130,55
0,26 : 1	3.731,00	128,60
0,29 : 1	3.674,17	126,64
0,32 : 1	3.617,34	124,68
...
0,59 : 1	3.105,86	107,05
0,62 : 1	3.049,03	105,09
0,65 : 1	2.992,19	103,13

“continua...”

Tabela 10 “conclusão”

Simulação sobre a relação entre P_x e P_y	PFMa = P_x/P_y (kg.hectare ⁻¹)	Quantidade Econômica (%)
0,68 : 1	2.935,36	101,17
0,71 : 1	2.878,53	99,21
0,74 : 1	2.821,70	97,26
0,77 : 1	2.764,87	95,30
0,80 : 1	2.708,04	93,34
0,83 : 1	2.651,21	91,38
0,86 : 1	2.594,38	89,42
0,89 : 1	2.537,55	87,46
0,92 : 1	2.480,71	85,50
0,95 : 1	2.423,88	83,54
0,98 : 1	2.367,05	81,58
1,01 : 1	2.310,22	79,63
1,04 : 1	2.253,39	77,67
1,07 : 1	2.196,56	75,71
1,10 : 1	2.139,73	73,75
1,13 : 1	2.082,90	71,79
1,16 : 1	2.026,07	69,83
1,19 : 1	1.969,24	67,87
1,22 : 1	1.912,40	65,91
1,25 : 1	1.855,57	63,96
1,28 : 1	1.798,74	62,00
1,31 : 1	1.741,91	60,04
1,34 : 1	1.685,08	58,08
1,37 : 1	1.628,25	56,12
1,40 : 1	1.571,42	54,16
1,43 : 1	1.514,59	52,20
1,46 : 1	1.457,76	50,24

Fonte: Dados da pesquisa.

Visto que a relação de preços (P_x e P_y) entre as safras 2012/2013 e 2013/2014 permaneceu no intervalo das relações 0,32 : 1 e 0,59 : 1 (Tabela 10), mesmo que as decisões sobre a redução da adubação não influenciem de maneira mais expressiva os resultados econômicos, elas podem levar a menores emissões de GEE. Essa condição, porém, deve levar em consideração os níveis críticos para adubação exigidos pelos cafeeiros, já que a eficiência na construção da fertilidade dos solos deve ser mantida.

De acordo com o modelo de gestão estratégica proposto na seção 3.2, as estratégias e o posicionamento organizacional envolvem uma relação entre a gestão da informação, do (meio) ambiente e de clientes (visando o atendimento de demandas da sociedade quanto à sustentabilidade). Considerando estes aspectos, o produtor deve buscar atender igualmente as relações econômicas, sociais e ambientais de seus negócios para transpor barreiras e conquistar novos mercados.

A demanda por produtos diferenciados, especialmente os certificados, tende a aumentar nos próximos anos. As certificações são caracterizadas por atenderem critérios passíveis de auditoria no processo produtivo. Essas auditorias, que podem ser feitas por empresas terceirizadas em inspeções anunciadas ou não, passam a registrar o nível de sustentabilidade da produção. A gestão estratégica pode se valer dessas informações para determinar o nível dos fatores produtivos, utilizados ao longo dos ciclos produtivos a fim de garantir uma conformação economicamente viável e ambientalmente correta da produção.

Mesmo que a relação entre os preços dos fertilizantes e os preços de venda do café não gere aumento expressivo na margem bruta, a quantidade aplicada deste fator produtivo pode ser reduzida visando menores impactos ambientais.

Para tanto, procedeu-se à quantificação das emissões de óxido nitroso (N_2O) e dióxido de carbono (CO_2) provenientes do fertilizante formulado NPK, com o intuito de demonstrar que o produtor pode utilizar esta informação para melhorar suas condições mercadológicas durante o processo de comercialização do café.

5.2 Relações econômico-produtivas e impactos ambientais

Analisando os dados de cada safra do experimento (2012/2013 e 2013/2014) e seu somatório, de acordo com os parâmetros do *Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC* (2006) as emissões de óxido nitroso (N₂O) e dióxido de carbono (CO₂) provenientes do fertilizante formulado NPK variaram proporcionalmente à quantidade aplicada do insumo. As quantidades de carbono equivalente em tonelada (tCO₂e), de acordo com os níveis de adubação adotados, estão expressos na Tabela 11.

Tabela 11 Emissões de óxido nitroso (N₂O) e dióxido de carbono (CO₂) provenientes do fertilizante formulado NPK aplicado durante as safras 2012/2013 e 2013/2014 e somatório, em toneladas de carbono equivalente (tCO₂e) por hectare

Níveis de adubação	2012/2013		2013/2014		Somatório
	N ₂ O	CO ₂	N ₂ O	CO ₂	
10%	0,141	0,039	0,258	0,073	0,510
40%	0,562	0,155	1,030	0,293	2,040
70%	0,983	0,271	1,803	0,512	3,569
100%	1,405	0,387	2,576	0,732	5,099
130%	1,826	0,503	3,348	0,952	6,629
160%	2,248	0,618	4,121	1,171	8,158

A quantidade do fertilizante formulado NPK que maximizou a produção no biênio (nível de 145,57%) gerou 7,42 tCO₂e.hectare⁻¹, enquanto a quantidade ótima econômica (nível de 118,12%) gerou 6,02 tCO₂e.hectare⁻¹; uma diferença de 18,86%. Ou seja, além de possibilitar um resultado econômico melhor, a quantidade ótima do fertilizante formulado contribui para um menor impacto ambiental.

Considerando a geração de créditos de carbono entre as safras 2012/2013 e 2013/2014, neste caso especificamente atendo-se à possibilidade de gerar Créditos de Emissões Reduzidas (CERs), a Tabela 12 apresenta o balanço

de carbono entre os diferentes níveis de adubação, com base na recomendação padrão (100%).

Tabela 12 Balanço de emissões de carbono equivalente provenientes do fertilizante formulado NPK aplicado no somatório das safras 2012/2013 e 2013/2014, em toneladas (tCO₂e) por hectare

Níveis de adubação	Somatório	Balanço
10%	0,510	-4,589
40%	2,040	-3,059
70%	3,569	-1,530
100%	5,099	0,000
130%	6,629	1,530
160%	8,158	3,059

Como na Tabela 12, em que o nível de 100% da adubação foi utilizado como parâmetro de comparação para os demais níveis, o balanço de emissões pode ser incorporado pela gestão estratégica de empreendimentos cafeeiros, para analisar ciclos produtivos sucessivos ou, até mesmo, diferentes áreas produtivas partindo-se de um valor de referência.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No processo de produção, onde as tomadas de decisões devem envolver as principais iniciativas dos gestores sobre a utilização de recursos para melhorar o desempenho das empresas em seus ambientes externos, considerando, ainda, o comportamento dos custos e as fontes potenciais de diferenciação, as informações sobre a eficiência alocativa de fatores produtivos e suas emissões de GEE podem compor as estratégias de modelo de gestão considerado neste trabalho.

Os dados do experimento referentes às safras 2012/2013 e 2013/2014 demonstraram que a quantidade ótima econômica do fertilizante formulado NPK influenciou a margem de lucro. A produção máxima no biênio foi alcançada com uma aplicação no nível de 145,57% da recomendação padrão para cafeeiros de sequeiro. Já a produção ótima econômica foi alcançada no nível de 118,12% da recomendação padrão de adubação. As produções máxima e ótima econômica geraram margens brutas de R\$18.205,73.hectare⁻¹ e R\$19.127,81.hectare⁻¹, respectivamente, uma diferença de R\$922,08.hectare⁻¹. Foram considerados apenas os custos do fator variável. Ressalta-se que os dados experimentais não atenderão todas as realidades produtivas e as análises econômicas não são estáticas. Isto indica que o cafeicultor pode adequar a quantidade ótima de fertilizantes de acordo com suas necessidades, buscando sempre maximizar suas margens de lucro de acordo com os recursos e tecnologia empregados em seu negócio.

A adubação ótima econômica possibilitou uma redução de 18,86% na emissão de gases do efeito estufa. A quantidade que maximizou a produção no biênio gerou 7,42 tCO₂e.hectare⁻¹, enquanto a quantidade ótima econômica gerou 6,02 tCO₂e.hectare⁻¹. Além de possibilitar um resultado econômico

melhor, a quantidade ótima do fertilizante formulado contribuiu para um menor impacto ambiental.

Já que a aplicação da quantidade ótima do fertilizante, em épocas de menores preços do café, possivelmente reduzirá sua respectiva emissão de GEE, em comparação a outros ciclos produtivos. Essa conformação da produção atenderá as premissas de sustentabilidade, instituídas com a integração da gestão da informação, gestão do (meio) ambiente e gestão de clientes (Figura 11).

Relatórios gerenciais passíveis de auditoria, por exemplo, podem se tornar uma ferramenta estratégica. Entre ciclos produtivos distintos, a garantia de viabilidade econômica da produção e as reduções de emissões de GEE podem direcionar as relações comerciais dos cafeicultores.

Empresas que compactuam com o documento *Carbon Footprint Product Category Rules* (CFP-PCR), por exemplo, podem aumentar suas demandas por cafés que apresentem esse modelo de produção sustentável. Além de atender às demandas dos consumidores sobre esse tipo de produto, os créditos de carbono gerados pela redução nas emissões de GEE podem ser incorporados às suas metas de redução propostas para o final desta década. Contrapartidas dessas empresas, inclusive monetárias, ainda podem se constituir em resposta aos investimentos em certificações socioambientais.

Além disto, como país signatário da Convenção Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima (CQNUMC), o Brasil tem como obrigação a elaboração e atualização periódica do Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases do Efeito Estufa, não controladas pelo Protocolo de Montreal. Pelo seu compromisso em reduzir emissões de GEE, a gestão estratégica na adubação de cafeeiros pode ser um meio de contribuição para o cumprimento de metas de redução. Além de destacar o setor de café como aliado do meio ambiente em políticas públicas governamentais, projetos de extensão de

instituições de ensino superior podem levar os benefícios de todo este novo contexto para as propriedades.

Ressalta-se que a CQNUMC tem sinalizado uma intensificação de ações sobre os impactos ambientais gerados pelas atividades antropogênicas, e a Conferência das Partes (COP) a partir de 2015 pode instituir novos desafios e compromissos para os países membros. Há, ainda, a possibilidade de inserção da China e Estados Unidos da América (EUA) neste novo contexto, e um rearranjo político e mercadológico sobre o gerenciamento ambiental tende a influenciar as estratégias no agronegócio.

Apesar de ainda não existir uma legislação específica e não haver consenso sobre a temática, a possibilidade de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) também deve ser considerada. A comercialização de créditos de carbono por meio de mecanismos de flexibilização em projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que consideram Créditos de Emissões Reduzidas (CERs), relativos às diversas extensões produtivas do país poderia ser revertida diretamente para os produtores e em benefícios para pesquisa e extensão rural, gerando, indiretamente, mais subsídios para o atendimento à sustentabilidade da produção.

Acredita-se que os baixos impactos ambientais, decorrentes do gerenciamento de recursos e atividades, ligados aos mercados de PSA, ainda podem fortalecer mecanismos inovadores de financiamento e balizar políticas públicas mais eficazes. Mas, para isto, a gestão da informação sobre todo esse processo deverá ser mais trabalhada pelos agentes da cadeia agroindustrial do café, especialmente pelo cafeicultor.

O resultado de todo o contexto apresentado é a demonstração de que as empresas rurais modernas precisam ser gerenciadas estrategicamente, centrando-se nos consumidores e buscando diferenciais por meio de modelos de negócios

mais competitivos. Para tanto, elas precisam se balizar em informações técnicas atuais e confiáveis para apoiar seus processos decisórios.

7 CONCLUSÃO

Considerando os aspectos econômicos e ambientais que envolvem o processo sugerido para a gestão estratégica de empreendimentos cafeeiros, concluiu-se que os resultados podem ser utilizados para a adequação econômica de fatores produtivos e indicação de uma produção com menor impacto ambiental. Com a demanda crescente da sociedade por produtos sustentáveis, acredita-se que essas premissas acarretarão no aumento de competitividade.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. I. R. **Planejamento estratégico sendo aplicado em unidades de organizações e em profissionais**. SEMEAD, 1999.
- ALMEIDA, C. M. V. B.; BONILLA, S. H.; OGURA, Y.; GIANNETTI, B. F. Emergency assessment of a coffee farm in Brazilian Cerrado considering in a broad form the environmental services, negative externalities and fair price. **Agricultural Systems**, p. 679–688, 2011.
- ANDREWS, K. R. O conceito de estratégia empresarial. In: MINTZBERG, H.; QUINN, J. B. **O processo da estratégia**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- ANSOFF, H. I. **Estratégia Empresarial**. São Paulo: McGraw-Hill, 1977.
- ANSOFF, H. I. **Implanting strategic management**. Englewood, NJ: Prentice-Hall, 1984.
- ANSOFF, I. **A nova estratégia empresarial**. São Paulo: Atlas, 1991.
- ANTONIALLI, L. M. **Análise econômica sobre adubação com sulfato de zinco via foliar na produção do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 1988. 46 p. Dissertação (Mestrado em Administração Rural) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG. 1988.
- ANTUNES, R. G.; QUALHARINI, E. L. A norma brasileira de mudanças climáticas - ABNT NBR ISO 14064. In: IV Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2008, Niterói. **Anais...** Niterói – RJ. 2008.
- ASSAD, E. D.; PINTO H. S.; ZULLO JR.; J., ÁVILA, A. M. H. Impacto das Mudanças Climáticas no Zoneamento Agroclimático do Café no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 11, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE CAFÉ - ABIC. Estatísticas. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=61#1910>> Acesso em outubro 2014.
- BARBOSA, S. L. **A Abordagem Clássica da Estratégia já Morreu?** – Uma Análise da Evolução do Conceito de Estratégia nos Meios de Referência dos Atores Organizacionais. 2008.

BARBOSA, L.; MADI, L.; TOLEDO, M. A.; REGO, R. A. **Brasil Food Trends 2020**. FIESP/ITAL. São Paulo, cap. 3, 39p. 2010.

BATAGLIA, W.; FRANKLIN, M. A.; CALDEIRA, A.; SILVA, A. A. Implicações das teorias ambientais para a administração estratégica. **Revista Eletrônica de Gestão Organizacional**, v. 7, n. 3, p. 314-330, 2009.

BATALHA, M. O. **Gestão Agroindustrial**. São Paulo: Editora Atlas, 3 Ed., v. 1, 2007. 778 p.

BERNARDO, S. Irrigação e produtividade. Manejo da Irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27. 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas, 1998. p. 129-132.

BOLSA VERDE DO RIO DE JANEIRO - BVRIIO. Disponível em: <<http://www.bvrio.com.br>> Acesso em outubro de 2014.

BRASIL. **Inventário de emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa não controladas pelo protocolo de Montreal**. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília: 162 p. 2004.

BRASIL. **Relatório de referência; Emissões de óxido nitroso de solos agrícolas e de manejo de dejetos**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia. 65p. 2010.

BUREAU DE INTELIGÊNCIA COMPETITIVA DO CAFÉ - BICC. Relatório Internacional. Disponível em: <<http://www.icafebr.com>> Acesso em setembro de 2014.

BURT, R. S. Attachment, decay, and social network. **Journal of Organizational Behavior**, v. 22, n. 6, p. 619–643, 2001.

BYERS, A.; LIU, P. Private standards in the Value Chain. In: LIU, P. (Ed.). **Value-adding standards in the North American Food Market: trade opportunities in certified products for developing countries**. Rome: FAO, Cap. 1, p. 1-12, 2008.

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

CARVALHO, F. M. **A estratégia dos produtores de café com relação ao uso econômico de nitrogênio e potássio, município de Lavras-MG.** 1992. 67 p. Dissertação (Mestrado em Administração Rural) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG. 1992.

CASTRO, A. M. G. **Análise da competitividade da cadeia produtiva.** Workshop de Cadeias Produtivas e Extensão Rural na Amazônia, Manaus, 2000.

CASTRO JÚNIOR, L. G.; ANDRADE, F. T. **Caracterização da cafeicultura de montanha de Minas Gerais.** Capítulo V, 151p. Estudos INAES. Cadeias Produtivas. Belo Horizonte (MG), INAES, v. 1, 2010.

CLAASSEN, R.; CATTANEO, R.; JOHANSSON, R. Cost-effective design of agroenvironmental payment programs: US experience in theory and practice. **Ecological Economics**, v. 65, p. 737–752, 2008.

CLEMENTE, A.; HIGACHI, H. Y. **Economia e desenvolvimento regional.** São Paulo: Atlas, 2000.

COHEN J. A coefficient of agreement for nominal scales. **Educational and Psychological Measurement**, v. 20, n. 1, p. 37–46, 1960.

COMMITTEE ON SUSTAINABILITY ASSESSMENT - COSA. Seeking Sustainability: cosa preliminary analysis of sustainability initiatives in the coffee sector. Disponível em: <http://www.iisd.org/pdf/2008/seeking_sustainability.pdf>. Acesso em maio 2011.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento da safra Brasileira – Café. Terceira estimativa. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_09_09_15_34_48_boletim_cafe_-_setembro_2013.pdf> Acesso em outubro de 2014a.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento da safra Brasileira – Café. Terceiro Levantamento. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_09_16_08_47_43_boletim_setembro_2014.pdf> Acesso em outubro de 2014b.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Séries Históricas – Café Total (Arábica e Conilon). Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcmsconteudos=2#A_objcmsconteudos> Acesso em outubro 2014c.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL; CENTRO DE INTELIGÊNCIA EM MERCADOS. Ativos do Café. Edição 15, Ano 7, 2013. (Boletim técnico). Disponível em: <http://canaldoprodutor.com.br/sites/default/files/ativos_Cafe_15.pdf> Acesso em outubro 2014a.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL; CENTRO DE INTELIGÊNCIA EM MERCADOS. Ativos do Café. Edição 18, Ano 8, 2014. (Boletim técnico). Disponível em: <<http://www.canaldoprodutor.com.br/sites/default/files/Ativos-Cafe-18.pdf>> Acesso em outubro 2014b.

COSTA, M. A. S.; ANDRADE, J. C. S. À Procura de um Modelo de Planejamento Estratégico que Formule Estratégias: o caso Policarbonatos do Brasil S.A. In: ENCONTRO ANUAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 29, 2005, Brasília/DF. **Anais...** Brasília, ENANPAD, 2005.

COSTA, B. K.; FISCHMANN, A.; SILVA, L. M. T. Escolas de Formulação de Estratégias: Um Estudo em Localidades Receptivas de Turismo no Estado de São Paulo. In: XXXII ENANPAD, **Anais...** 2008.

COSTA, C. H. G.; CASTRO JUNIOR, L. G.; OLIVEIRA, D. H.; ANDRADE, F. T. Impacto da gestão de riscos em diferentes sistemas de produção da cafeicultura em Minas Gerais. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 2013, Uberlândia - MG. **Anais...** Uberlândia, 2013a.

COSTA, C. H. G.; ANDRADE, F. T.; CASTRO JUNIOR, L. G.; CALEGARIO, C. L. L.; OLIVEIRA, D. H. Fatores condicionantes da gestão de custos de produção dos cafeicultores do Sul de Minas Gerais. **Custos e @gronegocio Online**, v. 9, p. 65-85, 2013b.

CRUZ, R. I. **Uma contribuição à definição de um modelo conceitual para a gestão econômica.** 1991. Dissertação (Mestrado em Controladoria e Contabilidade) - FEA. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1991.

DAMASCENO, J. J.; MATA, H. T. C. Economia e Meio Ambiente: Uma abordagem na perspectiva das Teorias do Valor – Trabalho e Valor – Utilidade. In: XII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFSC, 2002, Florianópolis. **Anais...** 2002, p. 418-419.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, dez. 2007.

DELFINO NETO, A. **O problema do café no Brasil**. São Paulo: Editora UNESP, 2009. 288 p.

DIAS, E. D. P. Conceitos de Gestão e Administração: uma revisão crítica. **Revista Eletrônica de Administração**. v. 1, n. 1, p. 1-12, 2002.

DOBBS, T. L., PRETTY, J. Case study of agri-environmental payments: the United Kingdom. **Ecological Economics**, v. 65, p. 765–775, 2008.

ECHAVARRIA, M.; VOGEL, J.; ALBÁN, M.; MENESES, F. The impacts of payments for watershed services in Ecuador: emerging lessons from Pinampiro and Cuenca. **Environmental Economics Programme**, Equador, 66 p. 2004.

ENGEL, S.; WUNDER, S.; PAGIOLA, S. Designing payments for environmental services in theory and practice: an overview of the issues. **Ecological Economics**, v. 65, p. 663–674, 2008.

FARINA, E. M. M. Q.; ZYLBERSZTAJN, D. (coords.) Competitividade no agribusiness brasileiro. **Sistema agroindustrial do café**. São Paulo, PENSA/FIA/FEA/USP, v. 4, 1998.

FERGUSON, C. E. **Microeconomia**. 19. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1988. 610 p.

FERNANDES, A. L. T.; PARTELLI, F. L.; BONOMO, R.; GOLYNSKI, A. A moderna cafeicultura dos cerrados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 2, n. 2, p. 231-240, 2012.

FERRARO, P. J. Global habitat protection: limitations of development interventions and a role for conservation performance payments. **Conservation Biology**, v. 15, n. 4, p. 990–1000, 2001.

FERRAZ, J. C.; KUPFER, D.; HAGUENAUER, L. **Made in Brazil: Desafios competitivos para a indústria**. Rio de Janeiro: Campus, p. 1-53, 1995.

FIGUEIREDO, F. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; SILVA, E. B.; BOTREL, P. P.; CIRILLO, M. A. Alternativa para agrupamento de produções de café em experimento de adubação sem evidência de bienalidade de produção. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2005. **Anais...** 2005.

FISCHMANN, A. A.; ZILBER, M. A. Utilização de indicadores de desempenho para a tomada de decisões estratégicas: um sistema de controle. **Revista de Administração Mackenzie**, v. 1, n.1, p. 10-25, 2000.

FONTES, R. E.; CASTRO JÚNIOR, L. G.; AZEVEDO, A. F. Estratégia de comercialização em mercados derivativos – Descobrimto de base e risco de base da cafeicultura em diversas localidades de Minas Gerais e São Paulo. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 2, p. 382-389, 2005.

FRAGA JUNIOR, C. G.; CONAGIN, A. Delineamentos e análises de experimentos com cafeeiros. **Bragantia**, Campinas, v. 15, n. 17, p. 177-191, 1956.

GARCIA, L. M. B. **Uma análise sobre a adequação da gestão estratégica de custos na formação e gerência de empresas virtuais**. São Carlos, 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, 1998.

GARCIA, J. C. Análise econômica e métodos quantitativos. In: ENCONTRO DE MÉTODOS QUANTITATIVOS DA EMBRAPA, 1. 1982. Brasília, DF. Memória... Brasília, DF: EMBRAPA-DMQ, 1982. p. 193-198. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/53929/1/Analise-economica-2.pdf>> Acesso em: agosto de 2013.

GHELLI, G. M.; NASSIF, V. M. J. A Estratégia como Fator de Competitividade: o Caso do Café Produzido na Região do Cerrado do Estado de Minas Gerais. IN: 3Es 2005, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio De Janeiro, 2005.

GIOMO, G. S.; BORÉM, F. M. Cafés especiais no Brasil: opção pela qualidade. **Informe Agropecuário** (Belo Horizonte), v. 32, p. 7-16, 2011.

GIOVANNUCCI, D.; LIU, P.; BYERS, A. Certified coffee. In: LIU, P. (Ed.). **Value-adding standards in the North American food market** – trade opportunities in certified products for developing countries. Rome: FAO, Cap. 3, p. 33-49, 2008.

GRIEG, M. D. **Café: Histórico, negócios e elite**. São Paulo: Olhos D'água, 2000.

GUIMARÃES, P. T. G.; GARCIA, A. W. R.; VENEGAS, V. H. A.; PREZOTTI, L. C.; VIANA, A. S.; MIGUEL, A. E.; MALAVOLTA, E.; CORREA, J. B.; LOPES, A. S.; NOGUEIRA, F. D.; MONTEIRO, A. V. C. **Cafeeiro**. In: RIBEIRO A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ- VENEGAS, V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5a aproximação. Viçosa, MG: CFSEMG, p. 289-302, 1999.

HAFSI, T.; MARTINET, A. C. **Estratégia e Gestão Estratégica das Empresas: um Olhar Histórico e Crítico**. **RAC**, 2008.

HE, Q. knowledge discovery through co word analysis. **Library Trends**, v. 48, n 1, p. 133-159, 1999.

HENRIQUES, A. C. R. **Metodologia para cálculo das emissões de gases de efeito estufa associadas a edifícios**. 2008. 110p. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) - Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa. 2008.

HITT, M.; IRELAND, R.D.; HOSKISSON, R. **Administração estratégica**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002. 550 p.

HOFFMANN, R.; ENGLER, J. J. C.; SERRANO, O.; THAME, A. C. M.; NEVES, E. M. **Administração da empresa agrícola**. 7. ed. São Paulo: Pioneira, v. 1, 1992, 325 p.

HOMEM DE MELO, F. Café brasileiro: não a um novo acordo internacional. **Estudos de Política Agrícola**, Brasília, n. 23, p. 29-40, ago. 1994.

HOUGHTON, J. **Global Warming**. Cambridge University Press, 2a. Ed, 242 p. 1997.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Guidelines for national greenhouse gases inventory**. KLEIN, C.; NOVOA, R. S. A.; OGLE, S.; SMITH, K. A.; ROCHETTE, P.; WIRTH, T. C. (Ed.) Cambridge University Press, 2006. 113 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Climate Change 2007: Mitigation**. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 4. SMITH, P. D.; MARTINO, H. L. (Ed.). Cambridge University Press, 92p. 2007.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION - ICO. **Estratégia de desenvolvimento para o café. Conselho Internacional do Café**, 105ª seção. Londres, 2010.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION - ICO. **Statistics**. Disponível em: <http://www.ico.org/new_historical.asp?section=Statistics> Acessado em outubro 2014.

INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE - IPNI. **Balço de nutrientes na agricultura brasileira – 2009 a 2012**. Informações Agronômicas, nº 145. CUNHA, J. F.; FRANCISCO, E. A. B.; CASARIN, V.; PROCHNOW, L. I. Piracicaba, 2014.

JANTALIA, C. P.; ZOTARELLI, L.; SANTOS, H. P.; TORRES, E.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; ALVES, B. J. R. Em busca da mitigação da produção de óxido nitroso em sistemas agrícolas: avaliação de práticas usadas na produção de grãos do sul do País. In: ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; AITA, C.; BODDEY, R. M.; JANTALIA, C. P.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Manejo dos sistemas agrícolas: impacto no sequestro de C e nas emissões de gases de efeito estufa**. Porto Alegre: Genesis, 2006. p. 81-108.

KEURIG GREEN MOUNTAIN. **Sustainability**, 2014. Disponível em: <<http://www.keuriggreenmountain.com/Sustainability/SustainabilityReport/OurTargets.aspx>> Acesso em outubro 2014.

LAMOUNIER, W. M. Tendência, ciclos e sazonalidade nos preços spot do café brasileiro na NYBOT. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 14, n. 1, p. 13-23, 2007.

LEFTWICH, R. H. **O sistema de preços e a alocação de recursos**. 8. ed. São Paulo: Pioneira, 1997. 452 p.

LEME, P. H. M. V.; MACHADO, R. T. M. The quality pillars of a certification process: the coffee quality program (CQP) in Brazil. **Agroalimentaria** (Caracas), v. 19, p. 61-74, 2013.

LIMA, A. L. R.; REIS, R. P.; ALVES, R. C. Fronteira de produção e eficiência econômica da cafeicultura mineira. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 14, p. 268-285, 2012.

LONGO, R. M.; MELO, W. J. Urea hydrolysis in oxisols: effects of substrate concentration, temperature, pH, incubation time and storage conditions. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 651-657, 2005.

MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, 2008.

MARTINS, C. M. F.; CASTRO JUNIOR, L. G. Volatilidade no mercado futuro do café brasileiro. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓSGRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 30. 2006, Salvador. **Anais...** Salvador, BA: ANPAD, 2006.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro: MAPA; PROCAFE, 2005. 438 p.

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

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Análise Estrutural da Cafeicultura Brasileira**. SPEA. 2009.

MINTZBERG, H. **Ascensão e queda do planejamento estratégico**. Porto Alegre: Bookman, 2004. 359 p.

MONDELEZ INTERNATIONAL. Agricultural Supply Chain

Disponível em:

<<http://global.mondelezinternational.com/deliciousworld/sustainability/coffeema dehappy.aspx>> Acesso em outubro 2014a.

MONDELEZ INTERNATIONAL. Sustainable Resources and Agriculture.

Disponível em:

<<http://global.mondelezinternational.com/DeliciousWorld/sustainability/coffee.a.spx>> Acesso em outubro 2014b.

MORICOCHI, L.; MARTIN, N. B. Acordos internacionais e mercado de café.

Informações Econômicas, São Paulo, v. 4, n. 7, p. 17-29, jul. 1994.

MOTTA, R. S. Instrumentos econômicos e política ambiental. In: MAY, P. H.; AMARAL, C.; MILLIKAN, B.; ASCHER, P. (org.). **Instrumentos econômicos para o desenvolvimento sustentável na Amazônia brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. p. 21-27, 2005.

NAG, R.; HAMBRICK, D. C.; CHEN, M. What is strategic management, really? Inductive derivation of a consensus definition of the field. **Strategic Management Journal**, v. 28 n. 9, p. 935-955, 2007.

NAKAGAWA, M. **Gestão estratégica de custos**. São Paulo: Atlas, 1991.

NESCAFÉ. **Responsible consumption**. Disponível em:

<https://www.nescafe.com/our_ambition_en_com.axcms?ActiveID=1253> Acesso em outubro 2014.

NESPRESSO. **Capsule Recycling**. Disponível em: <<http://www.nestle-nESPRESSO.com/ecolaboration/sustainability/capsules>> Acesso outubro 2014.

NOPONEN, M. R. A.; EDWARDS-JONES, G.; HAGGAR, J. P.; SOTO, G.; ATTARZADEH, N.; HEALEY, J. R. Greenhouse gas emissions in coffee grown with differing input levels under conventional and organic management. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 151, p. 6-15, 2012.

NOPONEN, M. R. A.; HAGGAR, J. P.; EDWARDS-JONES, G.; HEALEY, J. R. Intensification of coffee systems can increase the effectiveness of REDD mechanisms. **Agriculture Systems**, v. 119, p. 1-9, 2013.

NORONHA, J. F. Teoria da produção aplicada à análise econômica de experimentos. In: NORONHA, J. F. **Planejamento de propriedade agrícola: modelos de decisão**. Brasília: EMBRAPA, 1984. 300 p.

NUINTIN, A. A. **O desenvolvimento de indicadores do desempenho e da qualidade para o processo de produção:** estudo de casos do processo de produção do café. Ribeirão Preto, 2007. 143p. Dissertação (Mestrado em Controladoria e Contabilidade) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto/USP.

OLIVER, J. G. J.; BOUMAN, A. F.; VAN DER HOEK, K. W.; BERDOWSKI, J. J. M. Global air emission inventories for anthropogenic sources of NO_x, NH₃ and N₂O in 1990. **Environ Pollut**, v. 102, p. 135–148, 1998.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. A.; VAZ, A. V.; VASCONCELOS, M. A. G. **Inventário das emissões antrópicas dos gases de efeito estufa (GEEs) do sistema de transporte ferroviário de cargas do Brasil (STFCB).** 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes – PETRAN) - Universidade Federal do Ceará – UFC. 2007.

OLIVEIRA, D. H.; FREIRE, J. M.; ALVARENGA, G. L.; ANDRADE, F. T; CASTRO JUNIOR, L. G. Evolução dos custos de produção da cafeicultura brasileira entre as safras 2007/2008 e 2010/2011. In: 50º CONGRESSO DA SOBER, 2012, Vitória. **Anais...** Vitória, 22 a 25 de julho de 2012. 17 p.

OLIVEIRA, E. C. **Irrigação da roseira cultivada em sistema de produção integrada: viabilidade técnica e econômica.** 2012. 186 p. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas) – Universidade Federal de Lavras - MG. 2012.

OLIVEIRA, M. E. D. **Estimativas de emissões de N₂O e CH₄ na cultura da cana-de-açúcar, no estado de São Paulo.** 2014. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 2014.

ORMOND, J. G. P.; PAULA, S. R. L.; FILHO, P. F. Café: (re)conquista dos mercados. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 10, p. 3-56, set. 1999.

PÁDUA, T. S. **Espaçamento econômico na cultura do cafeeiro (Coffea arábica L.) – um estudo no sul de Minas Gerais.** 1998. 62 p. Dissertação (Mestrado em Administração Rural) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 1998.

PAGIOLA, S. Payments for environmental services in Costa Rica. **Ecological Economics**, v. 65, p. 712–724, 2008.

PELLEGRINO, G. Q.; ASSAD, E. D.; MARIN, F. R. Mudanças Climáticas Globais e a Agricultura no Brasil. **Revista Multiciência**, Campinas. n. 8, 2007.

PENDERGRAST, M. **Uncommon Grounds: The History of Coffee and How it Transformed our World**. New York: Basic Books, 2010.

PEREIRA, J. R. D. **Viabilidade técnica e econômica das aplicações de água e nitrogênio no cultivo de gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* L.)**. 2005. 80 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2005.

PONCIANO, N. J.; SOUZA, P. M.; MATA, H. T. C.; DETMANN, E. Relações de troca com efeito tecnológico no mercado doméstico de arroz, milho, café e soja. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 5, n. 2, p. 227-252, 2007.

PONTE, S. The ‘Latte Revolution’? Regulation, Markets and Consumption in the Global Coffee Chain. **World Development**, v. 30, n. 7, p. 1099–1122, 2002.

PORTER, M. E. **Competitive Advantage**. New York: Free Press, 1985.

PORTER, M. E. **Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. 7. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1986.

PORTER, M. E. **Vantagem Competitiva**. Editora Campus, Rio de Janeiro, 1989.

PORTER, M. E. Towards a dynamic theory of strategy. **Strategic Management Journal**, v. 12, p. 95-117, 1991.

PORTER, M. E. **A Vantagem Competitiva das Nações**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Campus. 1998.

RAIJ, B. V.; THOMAZIELLO, R. A. Normas da Produção Integrada de Café (PIC). **O Agrônomo**, Campinas, v. 55, n. 2, p. 16–21, 2003.

RAYNOLDS, L. T.; MURRAY, D.; HELLER, A. Regulating sustainability in the coffee sector: A comparative analysis of third-party environmental and social certification initiatives. **Agriculture and Human Values**, Gainesville, v. 24, n. 2, p. 147-163, June 2007.

REIS, R. P. **Introdução à teoria econômica**. 1. ed. Lavras: Edição UFLA/FAEPE, v. 1, 1999. 108 p.

REIS, R. P. **Fundamentos de economia aplicada**. Edição revista e ampliada. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 95 p.

REIS, R. P.; RICHETTI, A.; LIMA, A. L. R. Eficiência econômica na cultura do café: um estudo no sul de Minas Gerais. **Organizações Rurais e Agroindustriais**, Lavras, v. 7, n. 1, p. 50-59, 2005.

REIS, R. P. **Fundamentos de economia aplicada**. 2. ed. revista e ampliada Lavras: UFLA/FAEPE, 2007. 95 p.

RIBEIRO, A. Panorama setorial: o complexo agroindustrial cafeeiro no Brasil. Análise. **Revista das Faculdades de Tecnologia e de Ciências Econômicas, Contábeis e de Administração de Empresas Padre Anchieta, Jundiaí – SP**, Ano VI, n. 11, p. 23-34, Fev. de 2005.

ROBERTSON, G. P. Abatement of nitrous oxide, methane and the non CO2 greenhouse gases: the need for a system approach. In: FIELD, C. B.; RAUPACH, M. R. (Ed.). **The global carbon cycle: integrating humans, climate and natural world**. Washington: Island Press, p. 112-124, 2004.

RONDA-PUPO, G. A.; GERRAS-MARTIN, L. Á. Dynamics of the evolution of the strategy concept 1962-2008: a co-word analysis. **Strategic Management Journal**, v. 188, p. 162-188, 2011.

SAES, M. S.; FARINA, E. M. M. Q. **O agribusiness do café no Brasil**. São Paulo: Pensa/Editora Milkbizz, 1999.

SAES, M. S.; NAKAZONE, D. **Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impacto das zonas de livre comércio – cadeia: café** – Nota Técnica Final. UNICAMP-IE-NEIT, 2002.

SANTANA, M. J. **Resposta do feijoeiro comum a lâminas e épocas de suspensão da irrigação**. 2007. 102 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2007.

SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T. **Cultivo do cafeeiro irrigado em plantio circular sob pivô central**. Rio de Janeiro: MAPA/Procafé, 2002. 250 p.

SCALCO, M. S. **Características agrônômicas e de qualidade industrial do trigo sob irrigação e adubação nitrogenada**. 2000. 143 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2000.

SCHLESINGER, W. **Biogeochemistry: an analysis of global change**. 2 ed. CA: Academic Press, San Diego, 1997. 588 p.

SEO, K. K. **Managerial Economics**. Sixth edition, Richard D. Irwin, INC, Homewood Illinois, 1984.

SETTE, R. S.; SANTOS, R. C.; REIS, R. P. Estratégias de marketing para o aumento do consumo de café entre os jovens. In: ENCONTRO DA ANPAD, 24 2000, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: ANPAD, 2000.

SILVA, P. A. M.; PEREIRA, G. M.; REIS, R. P.; LIMA, L. A.; TAVEIRA, J. H. S. Função de resposta da alface americana aos níveis de água e adubação nitrogenada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, p. 1266-1271, 2008.

SILVA, E. C. **Fatores determinantes da adoção de certificações socioambientais em propriedades cafeeiras**. 2912. Dissertação (Mestrado em Administração). Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2012.

SLAVOV, T. N. B. **Gestão estratégica de custos: uma contribuição para construção de sua estrutura conceitual**. 2013. Tese (Doutorado em Ciências Contábeis) - FEA. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2013.

SOARES, C. A.; JUNIOR, A. F. R.; SILVA, N. S.; MOUSINHO, F. E. P.; ZANINI, J. R. Função de resposta do meloeiro a doses de adubação nitrogenada para dois níveis de irrigação. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 4, n. 4, p. 391-400, out/dez. 2013.

SOBREIRA, F. M. **Adubação do cafeeiro fertirrigado em fase de formação no sul de Minas Gerais**. 2010. 104 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, MG. 2010.

SOUZA, F. F.; SANTOS, J. C. F.; COSTA, J. N. M.; SANTOS, M. M. **Características das principais variedades de café cultivadas em Rondônia**. Porto Velho: EMBRAPA Rondônia, 2004.

SUSTAINABLE AGRICULTURE INITIATIVE. 2010. Disponível em: <<http://www.saiplatform.org/activities/working-groups/coffee>> Acesso em outubro 2014.

TEIXEIRA, S. M.; CAIXETA, G. Z. T.; FERREIRA, A. M.; QUINTELA, E. D. Sustentabilidade na cafeicultura brasileira, uma análise em talhões de produção. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5. 2007, Águas de Lindóia, SP. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2007.

TEODORO, R. E. F.; MELO, B.; CARVALHO, H. P.; SANCHES, A. A.; FERREIRA NETO, J. G.; RUFINO, M. A. Efeito da fertirrigação nos teores foliares de nitrogênio e potássio e na produtividade do cafeeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 7. 2005, Araguari. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2005. p. 45-49.

THOMPSON, R. L. **Economia da produção I**. Viçosa: DER, p. 148-176, 1980.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em Ecologia**. 2ª ed. Artmed, Porto Alegre, 2006. 592 p.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. Coffee: world markets and trade. Foreign Agricultural Service, 2014. Disponível em <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/coffee.pdf>> Acesso em novembro 2014.

VASCONCELLOS, M. A. S. **Fundamentos de economia**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2007. 246 p.

VILAS BOAS, R. C.; CARVALHO, J. A.; GOMES, L. A. A.; SOUSA, A. M. G.; RODRIGUES, R. C.; SOUZA, K. J. Avaliação técnica e econômica da produção de duas cultivares de alfaca tipo crespa em função de lâminas de irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 525-531, 2008.

WRIGHT, P.; KROLL, M. J.; PARNELL, J. **Administração estratégica: conceitos**. São Paulo: Atlas, 2000.

WUNDER, S.; ALBÁN, M. Decentralized payments for environmental services: the cases of Pimampiro and PROFAFOR in Ecuador. **Ecological Economics**, v. 65, p. 685-698. 2008.

ZAPPAROLI, I. D.; CÂMARA, M. R. G.; ESTEVES, E. G. Z.; FERRACIOLI, J.; MONTEIRO, D. C. Sistema de Produção do Café Tradicional no Estado do Paraná - Brasil: análise de indicadores de custos, produtividade, renda e créditos de carbono. **Economia e Desenvolvimento** (Santa Maria), v. 2, p. 01-25, 2012.

ZYLBERSZTAJN, D.; FARINA, E.M.Q. **A Integração Latino-Americana e o Sistema Agroindustrial**. Instituto de Estudos Avançados da USP, Coleção Documentos, Série Assuntos Internacionais, Tomo 3 da Coletânea "Mercosul: Impasses e Alternativas", p. 29-53, 1991.

ANEXOS

ANEXO A

Tabela 1A Dados de produção do experimento referentes às colheitas dos anos 2013 e 2014

Tratamentos	Amostra						Parcela (6 plantas)				Produção		
	Café Cereja		Café Beneficiado		Índice de Rendimento		Café Cereja		Café Beneficiado		2013	2014	Biênio
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	Biênio
10% I	0,50	2,00	0,05	0,34	0,10	0,17	1,10	2,00	0,11	0,34	152,77	473,59	626,36
10% II	1,32	5,00	0,13	0,70	0,10	0,14	2,90	7,00	0,29	0,98	402,76	1.366,89	1.769,65
10% III	0,00	3,00	0,00	0,49	0,00	0,16	0,00	3,00	0,00	0,49	0,00	673,58	673,58
10% IV	0,00	5,00	0,00	0,71	0,00	0,14	0,00	5,00	0,00	0,71	0,00	988,85	988,85
40% I	1,50	5,00	0,20	0,64	0,13	0,13	8,50	6,00	1,13	0,77	1.574,01	1.069,96	2.643,97
40% II	3,00	5,00	0,35	0,52	0,12	0,10	7,00	15,00	0,81	1,57	1.118,01	2.183,25	3.301,26
40% III	0,80	4,50	0,10	0,60	0,12	0,13	2,60	4,50	0,32	0,60	446,36	838,86	1.285,21
40% IV	2,00	5,00	0,25	0,68	0,12	0,14	6,40	5,00	0,78	0,68	1.088,85	944,41	2.033,25
70% I	5,00	5,00	0,61	0,66	0,12	0,13	12,60	18,00	1,52	2,36	2.117,42	3.274,87	5.392,28
70% II	3,00	5,00	0,36	0,58	0,12	0,12	6,60	15,00	0,79	1,73	1.099,96	2.404,07	3.504,03
70% III	2,00	5,00	0,65	0,65	0,33	0,13	5,00	15,00	1,63	1,96	2.256,85	2.716,56	4.973,41
70% IV	2,00	5,00	0,20	0,67	0,10	0,13	5,30	18,00	0,52	2,39	717,68	3.324,87	4.042,55
100% I	5,00	5,00	0,45	0,55	0,09	0,11	17,90	14,00	1,61	1,55	2.237,41	2.154,36	4.391,77
100% II	5,00	5,00	0,55	0,53	0,11	0,11	19,80	12,00	2,18	1,27	3.024,88	1.766,60	4.791,48
100% III	5,00	5,00	0,63	0,56	0,13	0,11	11,60	15,00	1,46	1,68	2.029,92	2.333,24	4.363,16
100% IV	4,00	5,00	0,45	0,64	0,11	0,13	8,10	11,00	0,90	1,42	1.251,51	1.967,70	3.219,21
130% I	5,00	5,00	0,62	0,60	0,12	0,12	18,50	14,00	2,28	1,67	3.160,29	2.325,46	5.485,75
130% II	5,00	5,00	0,58	0,57	0,12	0,11	21,10	13,00	2,43	1,47	3.370,00	2.040,20	5.410,20
130% III	5,00	5,00	0,69	0,58	0,14	0,12	13,40	13,00	1,85	1,50	2.568,23	2.079,92	4.648,15
130% IV	3,00	5,00	0,31	0,75	0,10	0,15	6,80	16,00	0,69	2,41	960,15	3.342,09	4.302,24
160% I	5,00	5,00	0,63	0,69	0,13	0,14	17,20	17,00	2,15	2,36	2.985,99	3.277,09	6.263,08
160% II	5,00	5,00	0,58	0,51	0,12	0,10	15,00	17,00	1,74	1,73	2.416,57	2.398,79	4.815,36

“continua...”

Tabela 1A “conclusão”

Tratamento s	Amostra						Parcela (6 plantas)				Produção		
	Café Cereja		Café Beneficiado		Índice de Rendimento		Café Cereja		Café Beneficiado		2013	2014	Biênio
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	Biênio
160% III	5,00	5,00	0,49	0,55	0,10	0,11	8,50	19,00	0,83	2,07	1.156,90	2.876,27	4.033,17
160% IV	5,00	5,00	0,61	0,66	0,12	0,13	15,00	16,00	1,82	2,10	2.520,73	2.915,44	5.436,17

Nota: Café Cereja (litros); Café Beneficiado (quilogramas - kg); Índice de rendimento (Café Beneficiado/Café Cereja - Base 1); Produção (kg/hectare).