

TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA CAFEIEIRA NO BRASIL, 1924 A 2012¹

Patrícia Helena Nogueira Turco²
Thomaz Fronzaglia³
Celso Luis Rodrigues Vegro⁴
Ricardo Firetti⁵
Sergio Gomes Tôsto⁶
Flavia Maria de Mello Bliska⁷

RESUMO: Este artigo analisa o processo de inovação da produção cafeeira no Brasil por meio do estudo das trajetórias tecnológicas adotadas nas regiões produtoras, no período de 1924 a 2012. A importância de se analisar as tecnologias utilizadas regionalmente, geradas pela pesquisa cafeeira, deriva do esforço das políticas de desenvolvimento territorial nas diversas esferas de governo e suas relações com o aparato de pesquisa tecnológica. Nesse sentido, este estudo contribui para avaliar a relação entre a pesquisa e a diferenciação de sistemas produtivos localizados, em uma visão dinâmica, considerando as transformações das explorações produtivas e suas relações com as trajetórias da pesquisa. Os resultados mostram que as tecnologias são utilizadas de acordo com o processo de diferenciação regional, resultando na heterogeneidade de demandas tecnológicas. Assim, recomenda-se que o planejamento da pesquisa agropecuária considere enfoques regionais nas estratégias de inovação. Por fim, destaca-se que a trajetória tecnológica do café não mostrou mudança conceitual importante ao longo do período analisado, pois identificou-se a persistência do modelo produtivista, com base no melhoramento genético, combate a pragas e doenças, mecanização da lavoura e da colheita, e melhoria na qualidade do produto, sendo este o padrão genérico de todas as regiões cafeeiras, em todos os períodos estudados. Em síntese, esse estudo mostra que a evolução tecnológica do segmento café tendeu para melhoria do sistema de manejo da lavoura em busca do aumento de produtividade média dos cafezais e da qualidade de bebida.

Palavras-chave: inovação, desenvolvimento regional, políticas públicas.

COFFEE TECHNOLOGICAL PATHWAY IN BRAZIL - 1924 TO 2012

ABSTRACT: This article analyzes the coffee production innovation process in Brazil through the study of technological trajectories adopted in producing regions over the period 1924-2012. The importance of analyzing the regional technologies, generated by the coffee research, derived from the effort of territorial development policies in the various spheres of government and its relations with the technological research apparatus. Thus, this study contributes to evaluating the relationship between research and differentiation of localized production systems, under a dynamic view, considering the transformation of productive farms

¹Registrado no CCTC, REA-14/2014.

²Administradora Rural, Mestre, Departamento de Descentralização do Desenvolvimento, Campinas, SP (e-mail: patyurco@apta.sp.gov.br).

³Engenheiro Agrônomo, Mestre, Instituto de Geociências (IG), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP (e-mail: thamoazfronzaglia@ige.unicamp.br).

⁴Engenheiro Agrônomo, Mestre, Instituto de Economia Agrícola, São Paulo, SP (e-mail: celvegro@iea.sp.gov.br).

⁵Zootecnista, Mestre, Departamento de Descentralização do Desenvolvimento, Campinas, SP (e-mail: rfiretti@apta.sp.gov.br).

⁶Engenheiro Agrônomo, Doutor, EMBRAPA Monitoramento por Satélite, Campinas, SP (e-mail: sergio.tosto@embrapa.br).

⁷Engenheira Agrônoma, Doutora, Centro de Análise e Pesquisa Tecnológica do Agronegócio do Café "Alcides Carvalho", Instituto Agronômico, Campinas, SP (e-mail: bliska@iac.sp.gov.br).

and their relations with the research trajectories. The results show that the technologies are used in accordance with the regional differentiation process resulting in heterogeneity of the technological demands. Thus, it is recommended that the planning of agricultural research consider regional approaches in innovation strategies. Finally, it is emphasized that the technological trajectory of coffee did not show an important conceptual change over the analysis period, as since we identified the persistence of the productivity model, based on genetic improvement, pest and disease combat, crop and harvest mechanization, and improvement in product quality, which is the generic standard of all coffee regions, in all studied periods. In summary, this study shows that technological developments in the coffee segment tended to improve crop management system, aimed at increasing coffee yield and the coffee beverage quality.

Key-words: innovation, regional development, public policies.

JEL Classification: O320, R110, Q160.

1 - INTRODUÇÃO

O cafeeiro foi introduzido na região Norte do Brasil em 1727. No início do século seguinte, seu cultivo alcançou o interior dos Estados da região Sudeste - a Zona da Mata, em Minas Gerais e Espírito Santo, e em São Paulo entrou pelo Vale do Paraíba, caminhando em direção à sua região oeste. O ritmo intenso de expansão nesse período levou ao desenvolvimento de empreendimentos importantes, tais como as estradas de ferro que ampararam o êxito econômico das lavouras cafeeiras⁸.

No final do século XIX, o Estado de São Paulo tornou-se o centro da economia brasileira. Por demanda dos cafeicultores do Estado, foi criada pelo imperador D. Pedro II, em 1887, a Imperial Estação Agrônoma de Campinas, primeira instituição para fornecer suporte técnico ao desenvolvimento cafeeiro no Brasil. Em 1892, a estação passou para a administração do governo estadual e seu nome foi alterado para Instituto Agrônomo (IAC) do Estado de São Paulo (CARMO; ALVIM, 1987).

A região de Campinas deixou de ser importante polo cafeeiro na primeira metade do século XX. Atualmente, a produção se concentra em outras regiões paulistas e nos Estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Paraná, Bahia e Rondônia, mas está presente também em 11 outros estados da federação, com competitividade e custos de produção diferenciados, resultantes da adoção de níveis tecnológicos

distintos e influenciados por fatores como a bienalidade da lavoura, condições edafoclimáticas, preços e concorrência internacionais, incentivos governamentais, e investimentos em desenvolvimento científico e tecnológico (BLISKA et al., 2009a).

A evolução histórica, econômica e social do desenvolvimento nas regiões cafeeiras apresenta disparidades significativas. Sob um mesmo modelo tecnológico para o segmento, houve regiões em que o desenvolvimento ocorreu por meio de forte enraizamento territorial, consolidando arranjos produtivos particulares, enquanto em outras, essa dinâmica, além de não se ter instaurada, observou-se períodos de contração econômico-social. Aspectos relacionados à organização social e perfil menos heterogêneo da ocupação do território aparentam responder pela divergência dos vetores de desenvolvimento regional (BLISKA et al., 2013).

Desde a introdução do cafeeiro no Brasil, muitas tecnologias foram adotadas em seu cultivo. O processo de desenvolvimento tecnológico da cafeicultura no Brasil, objeto deste trabalho, é analisado por meio do estudo das trajetórias tecnológicas nas regiões cafeeiras brasileiras, no período de 1924 a 2012. Esse período foi escolhido porque ele marca uma mudança da condução da instituição (IAC) que iniciou uma nova etapa no desenvolvimento da agricultura paulista, com a implantação das verdadeiras bases de experimentação científica, montagem de ensaios de campo, construção de estufas e instalação de laboratórios (MELONI, 2004).

Espera-se que os resultados apresentados se-

⁸Ver Vegro e Bliska (2007).

jam úteis ao planejamento das instituições de pesquisa, desenvolvimento e inovação e de extensão rural, bem como às autoridades responsáveis pela elaboração de políticas de desenvolvimento regional, para a tomada de decisões referentes ao desenvolvimento da cadeia do café.

Para alcançar esse objetivo, este estudo avaliou a relação entre a pesquisa e a diferenciação de sistemas produtivos localizados, numa visão dinâmica, considerando as transformações das explorações produtivas e suas relações com a trajetória da pesquisa.

2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O domínio da tecnologia, ou seja, do conjunto de conhecimentos específicos, permite a elaboração das informações necessárias à produção de bens e serviços. A tecnologia é normalmente produzida e levada à sua plena utilização pelo setor produtivo por meio de um sistemático encadeamento de atividades de pesquisa, desenvolvimento experimental e engenharia (ZACARIAS; SACHUK, 2010).

A tecnologia está implícita em todo produto, serviço e procedimento produzidos ou utilizados, porém, a mudança na tecnologia que afeta o processo e/ou o produto e serviços, quando adotada, caracteriza-se como inovação (MATTOS; GUIMARÃES, 2005). Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2005), uma inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado ou um processo, ou a utilização de um novo método de *marketing*, ou de um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização de local de trabalho ou nas relações externas.

Por sua vez a trajetória tecnológica, segundo Dosi (1988), é um padrão de progresso por meio da solução incremental dos *trade-offs* explicitados por um paradigma⁹ tecnológico ao desenvolvimento

"normal" de uma matriz de problemas e soluções tecnológicas.

Permeado por incertezas quanto ao acerto/erro da estratégia inovativa, uma espécie de "caminho" de inovações se consolida. A esse progresso, que pode ser multidirecional, convencionou-se denominar trajetórias tecnológicas (DOSI, 1982).

Constituem paradigmas tecnológicos o campo de investigações que conduz à provável "padronização" do *design* dominante com que serão superadas as ineficiências técnicas-econômicas constatadas. Todavia, esse conceito possui variados graus de apropriabilidade, dependendo do segmento produtivo focalizado (DOSI, 1982).

Ao longo do processo de inovação, paradigmas e trajetórias tecnológicas tendem a determinar padrões para a estrutura produtiva (produção) e competitiva de diversos segmentos. Um exemplo foi o ocorrido na agricultura com o pacote de inovações da chamada revolução verde (quimificação + mecanização + sementes melhoradas), que elevou exponencialmente a produtividade dos fatores, constituindo um paradigma.

No caso do segmento cafeeiro no Brasil, pode-se considerar que os arranjos produtivos se constituíram em regiões dotadas de características próprias, que as tornaram competitivas, considerando-se que, na produção agrícola, as tecnologias em geral resultam da interação entre as fontes de inovação (POSSAS; SALLES FILHO; SILVEIRA, 1994) - portanto, de diversos paradigmas (que ajudam a organizar a essência da transformação) e trajetórias tecnológicas - que conferem às explorações "modernas" maior eficiência, por meio da aplicação de capital e dos produtos resultantes do desenvolvimento (técnica, ciência e informação)¹⁰.

A direção assumida pelo processo de desenvolvimento, qualquer que seja a atividade econômica focalizada, vincula-se diretamente ao padrão das tecnologias nele empregadas. A ocorrência de mudanças nas estruturas de produção de bens e de

⁹Expressão de origem na palavra grega *paradigma*, que significa modelo, padrão. No sentido lato, corresponde a algo que vai servir de modelo ou exemplo a ser seguido em determinada situação. São as normas orientadoras de um grupo que

estabelecem limites e que determinam como um indivíduo deve agir dentro desses limites.

¹⁰Ver Castillo (2008).

oferta de serviços, sob abordagem shumpeteriana e/ou evolucionista (inovação e tecnologia como variáveis endógenas dos modelos de crescimento da firma), depende da geração, difusão e adoção de tecnologias e, ainda, das rotinas de aprendizado (*learning*). Assim, para efetivamente compreender o sentido evolutivo de determinado segmento, torna-se necessário rastrear o processo de adoção de novas tecnologias, arbitrando criteriosamente entre aquelas que efetivamente promoveram mudanças profundas no sistema produtivo.

A natureza do estímulo inovativo (produto comercial) ou inventivo (projeto/protótipo) tem sido, historicamente, objeto da análise econômica na tentativa de compreender quais são os *drivers* que impulsionam a busca e seleção de inovações (em detrimento de outras), iluminando, assim, o estabelecimento/rupturas de trajetórias tecnológicas.

O processo de difusão de tecnologias na agricultura foi modelado por Hayami e Ruttan (1985), para os quais

a mudança técnica é guiada com eficiência pelos sinais que o mercado emite através dos preços, desde que estes reflitam eficazmente as mudanças na oferta e demanda de produtos e fatores e que exista uma interação efetiva entre agricultores, instituições públicas de pesquisa e indústrias produtoras de insumos e equipamentos agrícolas¹¹.

A partir dessa formulação primordial, que se convencionou denominar *demandpull*¹², trouxeram contribuições ao avanço desse conhecimento, estabelecendo vertente oposta chamada de *technologypush*, a qual considera o progresso técnico, decorrente do avanço científico, desenrolar-se de modo autônomo dos aspectos a locativos/distributivos pertinente aos mercados. Evidentemente, tal abordagem falha, especialmente na chamada era do conhecimento em que a inversão em ciência, tecnologia e inovação

constitui o foco principal das estratégias competitivas entre as firmas (CAETANO, 1998).

Análise diagnóstica realizada por Bliska e Guerreiro Filho (2007) indicou que a difusão de tecnologias é fundamental para aumentar a eficiência da cadeia produtiva do café, pois muitas das soluções às demandas relacionadas àquela cadeia encontram-se disponíveis nas instituições de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Segundo essa análise, as questões inerentes às características regionais se destacam dentre os seus desafios.

Diniz, Penteado e Santos (2011) apontam nessa mesma direção, ao considerar que um dos grandes problemas enfrentados atualmente pelas instituições de pesquisa e universidades é a transferência dos conhecimentos e tecnologias gerados para a sociedade. Assim, torna-se necessária a melhoria da interface (relação institucional) de órgãos de geração de tecnologia e órgãos de assistência técnica, na forma de desenvolvimento, difusão e utilização das tecnologias aos vários produtores e às regiões de cultivo, contribuindo para o avanço do progresso técnico na cafeicultura, tornando-a competitiva no longo prazo (ROMANIELLO et al., 2000). Ações desse tipo têm permitido elevar a competitividade do café, melhorar sua qualidade, promover inclusão social e crescimento da cafeicultura (SOUZA et al., 2005).

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Trajetórias da Pesquisa Cafeeira no Brasil

O levantamento de informações para o estudo da trajetória da pesquisa cafeeira nas regiões Brasileiras, foi realizado em duas etapas distintas.

A etapa 1 consiste em:

- a) Levantamento de dados secundários em fontes como os relatórios anuais de pesquisas do IAC, realizados no período de 1924 a 1988, sobre as tecnologias desenvolvidas para a cadeia do café. Para o período 1989 a 2012, os dados foram coletados nas listagens digitais de pesquisas do

¹¹A principal crítica que se faz ao modelo é sua vinculação ao postulado de racionalidade dos agentes econômicos. Ademais, pouca importância é concedida ao ambiente institucional que propicia clima mais favorável ao surgimento e difusão de inovações, e a toda a incerteza intrínseca que permeia o processo.

¹²Nessa concepção, toda mudança é reativa ao mercado, assumindo a tecnologia mera posição passiva no processo.

instituto, disponibilizados de forma sistematizada; e

- b) Entrevistas estruturadas com profissionais de destaque na pesquisa e extensão rural, visando à identificação das mudanças na evolução da trajetória tecnológica setorial ocorrida no mesmo período, 1924 a 2012.

A etapa 2 consiste em:

- a) aplicação de questionário estruturado para identificação regional das tecnologias fundamentais para a produção de café nos distintos períodos daquela trajetória, delimitados com base nos pontos marcantes identificados pelos respondentes com consultores, cafeicultores e representantes da cadeia produtiva.

A análise dos resultados ocorreu a partir da aplicação de análise multivariada de agrupamento pelo método *two-way-joinning*.

O detalhamento das etapas ocorridas durante o levantamento de informações, bem como a fase de análise dos resultados, é realizado a seguir.

3.1.1 - Etapa 1: identificação da trajetória tecnológica

Na primeira etapa, foram identificadas as tecnologias adotadas pelo setor cafeeiro, no período 1924-2012, pelos relatórios do IAC. Esse período levou em consideração o fato da história do IAC se confundir com o início da pesquisa cafeeira no Brasil, uma vez que a pesquisa cafeeira teve grande impulso somente a partir de 1924, quando ocorreu uma nova orientação interna na instituição para as primeiras publicações dos técnicos e profissionais do IAC: o *Boletim do Instituto Agrônomo* e a *Revista de Agricultura*. O segundo ponto importante ocorreu com estabelecimento, no instituto, do “Plano Geral para Estudos do Cafeeiro” em 1932.

Foram realizadas 14 entrevistas estruturadas, entre os meses de abril e dezembro de 2012, para identificar as tecnologias e políticas que resultaram responsáveis pela evolução da trajetória da pesquisa cafeeira no Brasil, com:

- Cinco pesquisadores do IAC que se dedicaram ao setor cafeeiro, entre 1945 e 2010;
- Três extensionistas rurais e dois pesquisadores do Estado de São Paulo, em atividade no setor cafeeiro há mais de 30 anos;
- Três pesquisadores de Minas Gerais, com vasta experiência setorial; e
- Um cafeicultor de Minas Gerais, com 60 anos de experiência no setor cafeeiro.

3.1.2 - Etapa 2: identificação das tecnologias cafeeiras mais importantes regionalmente

Com base nos dados sobre as tecnologias utilizadas e desenvolvidas para o setor cafeeiro e nos pontos de mudança na trajetória tecnológica setorial, identificados na primeira etapa, elaborou-se questionário para identificar regionalmente as tecnologias apontadas pelos entrevistados e pelos relatórios como as mais importantes para o desenvolvimento da cafeicultura nacional.

No questionário, foram apresentadas as 15 tecnologias mais utilizadas na produção agrícola de café e cada respondente selecionou 3 que considerava mais importantes na produção cafeeira, para cada um dos períodos da trajetória tecnológica do segmento agrícola, considerando o intervalo de 1924 a 2012 (organizados em cinco períodos). O questionário foi aplicado por amostragem aleatória a representantes do setor cafeeiro nas seguintes regiões produtoras brasileiras, entre outubro de 2012 e março de 2013:

- Estado de São Paulo: Mogiana, Alta paulista (Oeste), Garça-Marília e Sudoeste;
- Estado de Minas Gerais: Sul, Zona da Mata e Cerado;
- Estado da Bahia: Chapada Diamantina, Planalto da Conquista e Oeste; e
- Estado do Espírito Santo: Caparaó, Alto Caparaó, Central, Noroeste e Norte Litorâneo.

As aplicações dos questionários foram realizadas pessoalmente, em encontros técnico-científicos

específicos para o setor cafeeiro, e via *internet*¹³.

Foram obtidos 205 questionários sobre as tecnologias para café mais importantes em cada um dos períodos da trajetória tecnológica identificados no estudo, distribuídos regionalmente (Tabela 1). Para as análises, foram excluídos os Estados de Rondônia, Rio de Janeiro e Paraná, pois os retornos dos questionários foram menores que 3% nestes três estados.

3.1.3 - Análise multivariada

Para analisar as informações obtidas nos questionários, foram usados tabelas e gráficos de distribuição de classes de frequências relativas (GIL, 2012; PEREIRA, 2004) e a análise multivariada de agrupamento pelo método *two-way-joining* (HARTIGAN, 1975; HAIR JÚNIOR et al., 2009), utilizando o *software* Statistica 8 (STATSOFT, 2007).

A técnica *two-way-joining* permite visualizar, pelo gráfico de escala de tons variados, o resultado do cruzamento de variáveis observadas e expressas em classes de frequência percentual (ROCHA et al., 2000), facilitando a interpretação de quadros ou tabelas analíticas. Na leitura das linhas do gráfico, é possível observar a importância relativa das tecnologias ao longo das décadas (de acordo com os especialistas), enquanto a visualização das colunas permite observar a importância relativa das tecnologias em cada um dos recortes temporais. Neste trabalho, foram escolhidas 13 classes de frequências para melhor visualização e compreensão das tecnologias. Como o retorno dos questionários foi maior no último período, este foi escolhido para as análises das regiões produtoras.

¹³Por meio de *link* de acesso ao questionário na plataforma PEABIRUS, Comunidade Rede Social do Café (colaborativa de conhecimento).

4 - RESULTADOS

4.1 - Evolução da Pesquisa Cafeeira no IAC

Para a construção da evolução da pesquisa com café no IAC, foram analisados 556 trabalhos de pesquisa elaborados pelo IAC no período 1924-2012, voltados ao setor cafeeiro. Em função de suas respectivas abrangências, essas publicações foram classificadas de acordo com as seguintes áreas: Citologia; Genética; Melhoramento genético; Taxonomia; Morfologia e anatomia; Fisiologia, fenológica e ecofisiologia; Condução e manejo do cafeeiro; Colheita, processamento, classificação, bebida; Nutrição, adubação e calagem; Edafoclimatologia, irrigação; Pragas; Moléstias; Distúrbios fisiológicos, frio e calor; Mecanização, tratos culturais, controle de plantas invasoras; Componentes químicos, teores e determinação; e Técnica experimental.

Segundo Silva, Fonseca e Martin (1979), a cafeicultura, a partir da década de 1970, se expandiu para outras regiões do Brasil pelo seu valor de exportação. Com isso, outras instituições de pesquisa de diversas regiões começaram a desenvolver estudos para o desenvolvimento da cafeicultura, contribuindo dessa maneira para o desenvolvimento de tecnologias para o setor cafeeiro. O levantamento das tecnologias para café possibilitou que se desenhasse a primeira aproximação da trajetória da pesquisa cafeeira no Brasil.

4.2 - Temporalidade da Mudança na Trajetória Tecnológica do Setor Cafeeiro

A partir das 14 entrevistas com especialistas da cadeia do café, identificaram-se as tecnologias que representaram pontos importantes na trajetória tecnológica do setor. Tais pontos de destaque permitiam a identificação dos principais períodos da trajetória:

- 1924-1954: do início da pesquisa cafeeira, com as primeiras publicações científicas do IAC (MELONI, 2004) ao começo do plantio da variedade mundo

Tabela 1 - Questionários Respondidos para Identificação da Trajetória Tecnológica da Cafeicultura Brasileira, por Região Cafeeira, 2012 a 2013

(em n.)

Estado	Questionários respondidos			%	Região	Questionários respondidos			%
	Origem do levantamento					Origem do levantamento			
	Congresso	Internet	Total			Congresso	Internet	Total	
MG	91	17	108	52,68	Sul	52	11	63	30,73
					Zona da Mata	13	2	15	7,32
					Cerrado	24	4	28	13,66
					Jequitinhonha	2	0	2	0,98
ES	18	1	19	9,27	Alto Caparaó	0	0	0	0,00
					Central	6	1	7	3,41
					Noroeste	4	0	4	1,95
					Caparaó	5	0	5	2,44
					Norte Litorâneo	3	0	3	1,46
SP	23	4	27	13,17	Mogiana	9	3	12	5,85
					Alta Paulista	8	1	9	4,39
					Garça-Marília	4	0	4	1,95
					Sudoeste	2	0	2	0,98
PR	5	1	6	2,93	Norte Velho	1	1	2	0,98
					Norte Novo	4	0	4	1,95
BA	38	0	38	18,54	Oeste	12	0	12	5,85
					Planalto	2	0	2	0,98
					Chapada	24	0	24	11,71
					Extremo Sul	0	0	0	0,00
RO	4	0	0	1,95	Rondônia	4	0	4	1,95
RJ	3	0	3	1,46	Noroeste	2	0	2	0,98
					Serrana	1	0	1	0,49
Total	182	23	205	100	Total	182	23	205	100,0

Fonte: Dados da pesquisa.

- novo, lançada em 1952 pelo instituto;
- 1955-1974: consolidação da adoção da variedade mundo novo até a implementação do Plano de Renovação da Lavoura Cafeeira no Brasil, em 1970; lançamento da variedade catuaí, em 1972, e início de sua adoção;
- 1975-1989: início da mecanização dos tratamentos culturais e adoção da variedade catuaí;
- 1990-2000: grande expansão do uso de irrigação, viabilização do cultivo na região oeste do Estado da Bahia e no Cerrado do Estado de Minas Gerais; e
- 2001-2012: qualidade do café (do grão a bebida), manejo integrado da produção, ênfase na sustentabilidade e maior preocupação com aspectos sociais e ambientais.

tabilidade e maior preocupação com aspectos sociais e ambientais.

A demarcação da evolução concomitante do setor cafeeiro e do IAC facilita muito essa cronologia. Nos períodos anteriores a 1974 (ano em que ocorreu grande geada e que marca transformações setoriais importantes), o estudo se concentrou em entrevistas com pessoas chave, pesquisadores e representantes setoriais, reconhecidas memórias vivas sobre aqueles períodos.

A revisão documental das tecnologias desenvolvidas pelo IAC foi fundamental para a descrição da trajetória tecnológica da pesquisa cafeeira. Isso

porque grande parte das tecnologias cafeeiras desenvolvidas no Brasil, no período analisado, foi realizada sob responsabilidade direta do instituto, outra fração daquelas tecnologias foi desenvolvida por instituições parceria com o IAC, e uma terceira fração foi desenvolvida por instituições com base em estudos iniciados no IAC. De acordo com os técnicos do setor cafeeiro, poucas são as tecnologias para o setor que em algum ponto de seu desenvolvimento não contaram de alguma forma com a participação do IAC, seja por meio do suporte técnico de seus pesquisadores, publicações científicas, treinamento e capacitação de recursos humanos, seja por aperfeiçoamento de tecnologias desenvolvidas pelo instituto¹⁴.

Na análise da trajetória tecnológica dos anos 1924 a 1974, buscaram-se evidências na análise do acervo documental do IAC, com validação por meio de entrevistas que recuperaram a memória dos participantes do período.

No caso das tecnologias do IAC, após 1974, o processo histórico e o grande número de tecnologias implicaram na opção de agrupá-las, considerando a evolução dos índices técnicos dos sistemas de produção que as caracterizam. Elas podem ser representadas por arranjos específicos nas famílias de tecnologias, tais como inovações biológicas, mecânicas, químicas equalitativas, as quais representam a busca por aumentos de produtividade, resistência a pragas e doenças, mecanização e melhoria da qualidade da bebida.

4.3 - Tecnologias Cafeeiras Mais Importantes Regionalmente

Os principais Estados produtores de café são Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Bahia e Paraná. Neles, há regiões com topografias, solos, climas, estruturas fundiárias e culturas bem diferentes. Mas o café se adaptou bem às particularidades

¹⁴No caso da produção da variedade robusta, o INCAPER/ES criou grande independência do IAC na adoção de diretriz para suas pesquisas, obtendo grande êxito no esforço empreendido ao longo das duas últimas décadas.

regionais (BLISKA et al., 2009b).

Na figura 1, constam as tecnologias identificadas como as mais importantes para cada região produtora, do segmento agrícola do setor cafeeiro.

No período até 1954, em cinco regiões a calagem¹⁵ aparece como uma importante tecnologia aplicada, sendo que, para a região do Sul de Minas Gerais, ela aponta com 41%. Adubação química e colheita no pano aparecem com destaque em três regiões.

De 1955 a 1974, a calagem continua como a principal tecnologia para seis regiões, e o que se destacam nesse período são as variedades mais produtivas, principalmente para as regiões como Sul de Minas Gerais, Cerrado Mineiro, Zona da Mata Mineira, Mogiana Paulista e Espírito Santo, regiões com tradição no plantio com café e aparece adubação química em dois Estados como São Paulo e Minas Gerais.

De 1975 a 1989, a adubação química é apontada como a tecnologia mais importante para todas as regiões produtoras de café no Brasil, seguida de variedades mais produtivas para cinco regiões. A mecanização aparece para duas regiões: Mogiana Paulista, com 33%, e Cerrado Mineiro, com 18%.

De 1990 a 2000, nesse período, foi apontado maior número de tecnologias, explicitando os modos de exploração agrícola de cada região, principalmente para duas regiões do Estado da Bahia e Cerrado e Sul de Minas Gerais. As tecnologias mais indicadas pelos especialistas foram: adubação química, variedades mais produtivas, controle químico, mecanização, irrigação e espaçamento adequado.

Na tabela 2, o último período e, em destaque, constam as tecnologias apontadas pelos especialistas.

Na tabela 2, constam as porcentagens respondidas sobre as tecnologias em estudo para as principais regiões produtoras. Em destaque, duas regiões da Bahia, a primeira a Chapada (BA) que aparece com o valor de 31% (adubação química e variedades mais produtivas) comparando com as demais regiões é um valor elevado, isso ocorre pois nessa região utiliza-se mecanização é a fertirrigação

¹⁵Processo de custo baixo e de correção do solo para o aumento de produção.

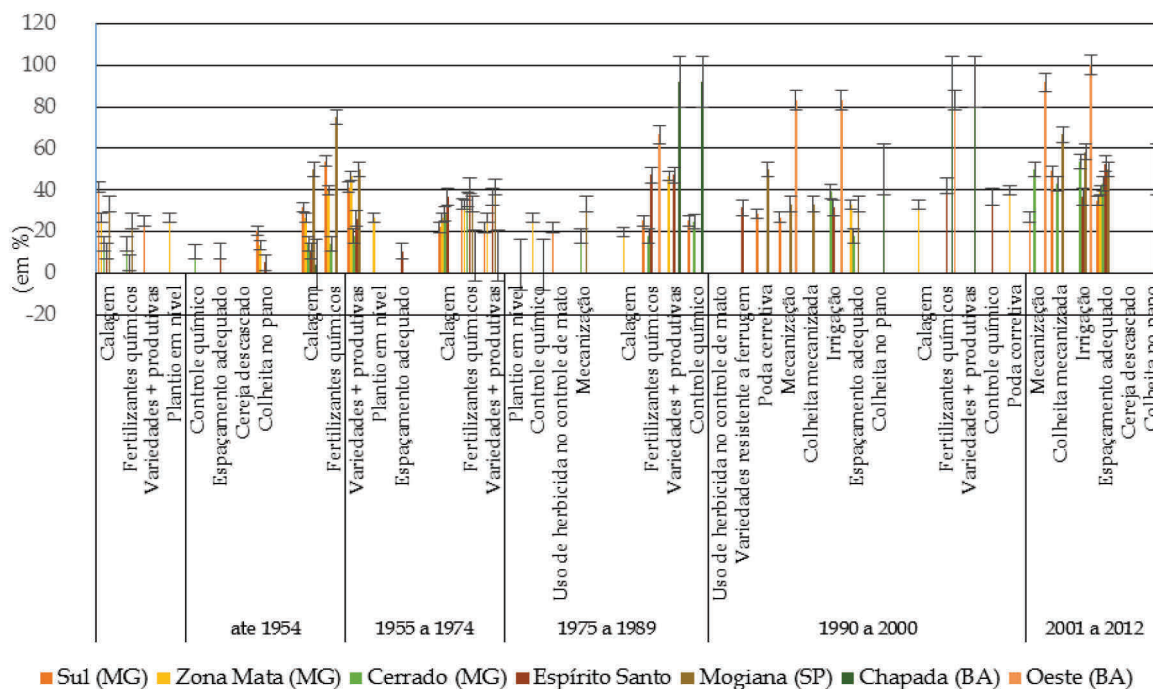


Figura 1 - Tecnologias Cafeeiras Apontadas pelos Representantes com as Mais Importantes do Segmento Agrícola, Principais Regiões Cafeeiras, Distintos Períodos das Trajetórias Tecnológicas.
 Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 2 - Distribuição de Frequência Relativa das Tecnologias nas Principais Regiões Cafeeiras, Brasil¹, 2001 a 2012

Tecnologia	(em %)						
	Sul (MG)	Zona Mata (MG)	Cerrado (MG)	ES	Mogiana (SP)	Oeste (BA)	Chapada (BA)
Calagem	5,4	13,2	1,2	0,0	2,9	0,0	0,0
Adubação química	7,7	10,5	11,1	17,1	8,8	27,8	31,0
Variedades mais produtivas	2,4	2,6	1,2	9,8	2,9	0,0	31,0
Plantio em nível	0,0	5,3	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Controle químico	6,5	10,5	7,4	14,6	5,9	0,0	14,1
Herbicida mato	0,0	5,3	1,2	0,0	0,0	0,0	1,4
Var. resistente ferrugem	4,8	10,5	1,2	4,9	0,0	0,0	1,4
Enxerto resistente	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Podas corretivas	8,3	15,8	4,9	7,3	8,8	0,0	1,4
Mecanização	10,1	2,6	17,3	4,9	2,9	30,6	0,0
Colheita mecanizada	18,5	0,0	14,8	2,4	23,5	8,3	0,0
Irrigação	9,5	0,0	18,5	14,6	20,6	33,3	1,4
Espaçamento adequado	13,1	15,8	14,8	22,0	17,6	0,0	1,4
Cereja descascado	8,9	7,9	3,7	2,4	5,9	0,0	0,0
Colheita no pano	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,9
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: Dados da pesquisa.

e as variedades utilizadas têm uma exigência maior, como a produção é alta a necessidade de nutrir melhor a planta. E a segunda região o Oeste (BA) se destaca nesses dados, pois é uma região nova no cultivo do café em comparação com as demais regiões produtoras, as 4 tecnologias apontadas pertencem ao conjunto de tecnologias que nessa região funcionam juntas, essa região é totalmente irrigada (cerca de 14.000 ha implantados com café), apenas 770 ha são irrigados por gotejamento e o restante por pivô central, aproximadamente 94% da área (AIBA, 2004).

A evolução da trajetória da pesquisa cafeeira no Brasil é ilustrada na figura 2, que apresenta escala de cores geradas pelo método *two-way-joining*.

A figura 2 expressa, na leitura vertical, as tecnologias utilizadas no período analisado referente à importância relativa de cada uma e, na horizontal, os cinco períodos identificados na pesquisa, para o Brasil como um todo. A técnica *two-way-joining* permite visualizar, por meio de um gráfico de escala de cores com contornos discretos, o resultado do cruzamento das variáveis observadas e expressas por classes de frequência estatística e que, no caso desse estudo, variam de 2% até 26%.

Esses resultados reafirmam que a tecnologia adubação química é a mais importante em todos os cinco períodos analisados. Sua relevância na frequência relativa dos dados varia entre 14% e 26%. Também indica que as três tecnologias fundamentais para o desenvolvimento da cafeicultura, nos períodos de 1924 até 1955 e 1956 até 1974, foram a calagem, a adubação química e o uso de variedades mais produtivas (Figura 2). Ou seja, a nutrição das plantas e a genética foram, na opinião dos entrevistados, responsáveis pelo aumento de produtividade das lavouras.

Foi justamente nesse período que o IAC intensificou seu trabalho na área de melhoramento genético, tendo desenvolvido cultivares mais produtivas, consideradas modernas: em 1952, foi lançada a cultivar mundo novo e, em 1972, a cultivar catuaí. O que demonstra a aderência da pesquisa e desenvolvimento da instituição com as necessidades do setor

produtivo.

O conjunto de tecnologias como mecanização, adubação química e irrigação, observado para o período 2001-2012, atende um perfil específico da produção cafeeira nas regiões oeste do Estado da Bahia, parte da região de Garça e Marília e da Mogiana, no Estado de São Paulo, o Cerrado e parte do sul do Estado de Minas. Tais tecnologias nas regiões destacadas facilitaram o manejo da lavoura cafeeira em unidades produtivas de maiores extensões, supriram a escassez de mão de obra e aumentaram a produtividade do café. A maior contribuição do IAC para essas regiões foram os estudos de fertilidade do solo, e nutricional dos cafezais.

Nas duas últimas décadas, as tecnologias para lavoura do café foram utilizadas para obter alta produtividade (Figura 2). Isso fica claro nas tecnologias mais usadas (adubação química, controle químico, espaçamento adequado, colheita mecanizada e irrigação), o que pode ter contribuído para a maior eficiência produtiva observada (Figuras 3 e 4).

As informações da figura 1, quando cotejadas com os indicadores apresentados na figura 5, mostram o efeito da adoção de inovações tecnológicas mais recentes nas regiões cafeeiras que as adotaram de forma mais ampla. Tal efeito pode ser observado pela indicação do aumento da produtividade por hectare (sacas) em relação às outras regiões¹⁶.

4.4 - Trajetória Tecnológica Regional da Cafeicultura Brasileira (2001-2012)

Para um melhor entendimento, foi realizada a análise regional da trajetória tecnológica da cafeicultura brasileira, e esse último período analisado obteve um número maior dos respondentes. Por ser mais próximo da atualidade, observa-se na figura 6 que, nas regiões sul de Minas Gerais e Mogiana (Estado de São Paulo), os sistemas de produção são mais

¹⁶Mecanização das lavouras, variedades mais resistentes a pragas e doenças, adubação e correções de solo sendo este o como ponto crucial para a produção em áreas como cerrado mineiro e oeste da Bahia.

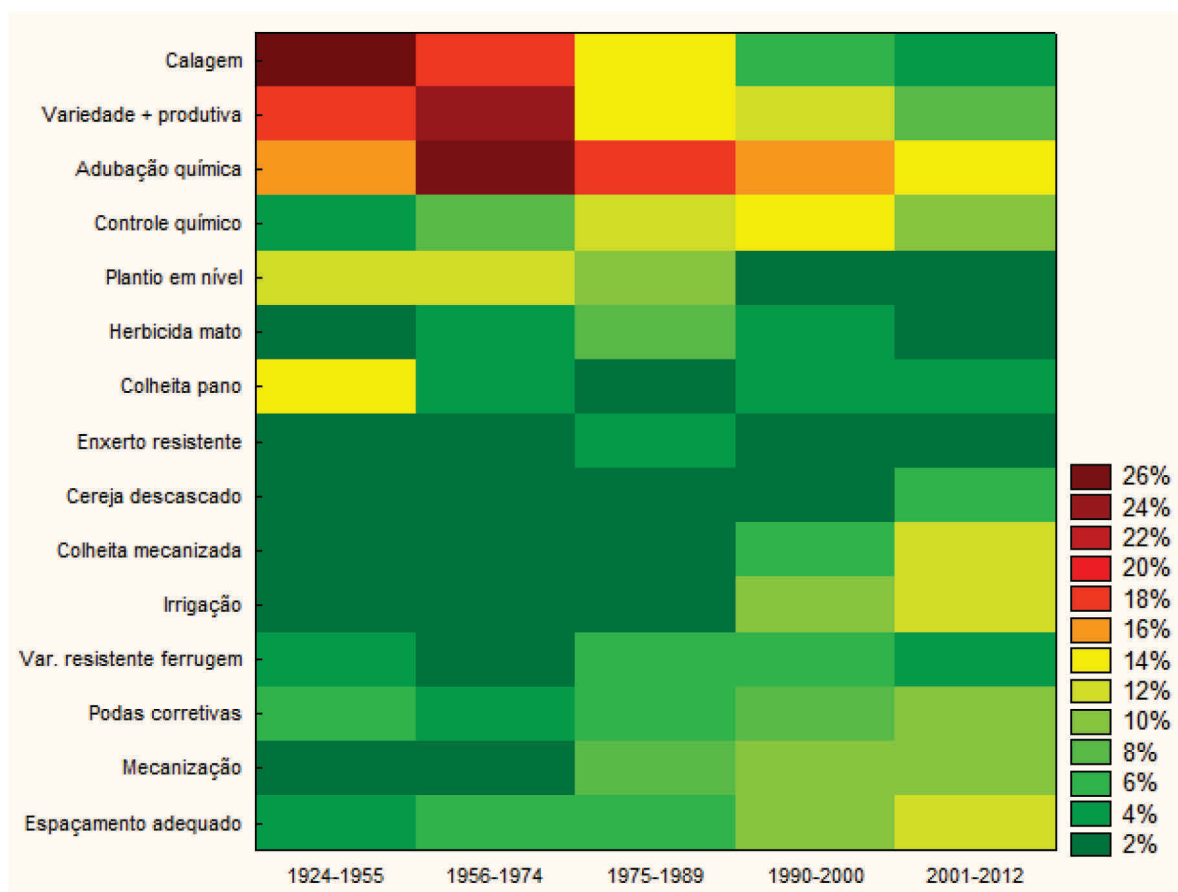


Figura 2 - Trajetória Tecnológica Utilizando a Análise de *Two-way-joining* no Setor Cafeeiro, Brasil, 1924 a 2012. Fonte: Dados da pesquisa.

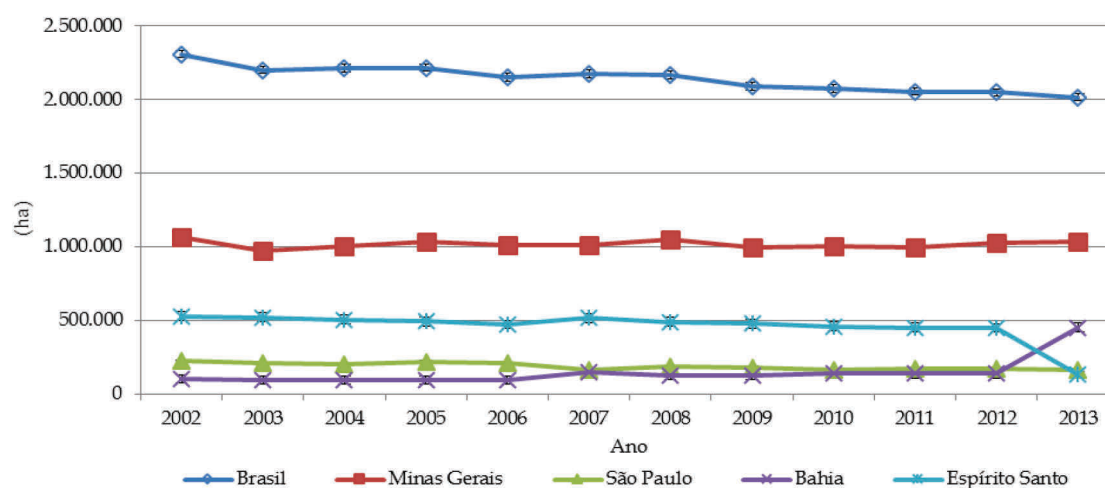


Figura 3 - Indicadores de Área de Produção de Café, Brasil e Estados Selecionados, 2002 a 2013. Fonte: MAPA (2014).

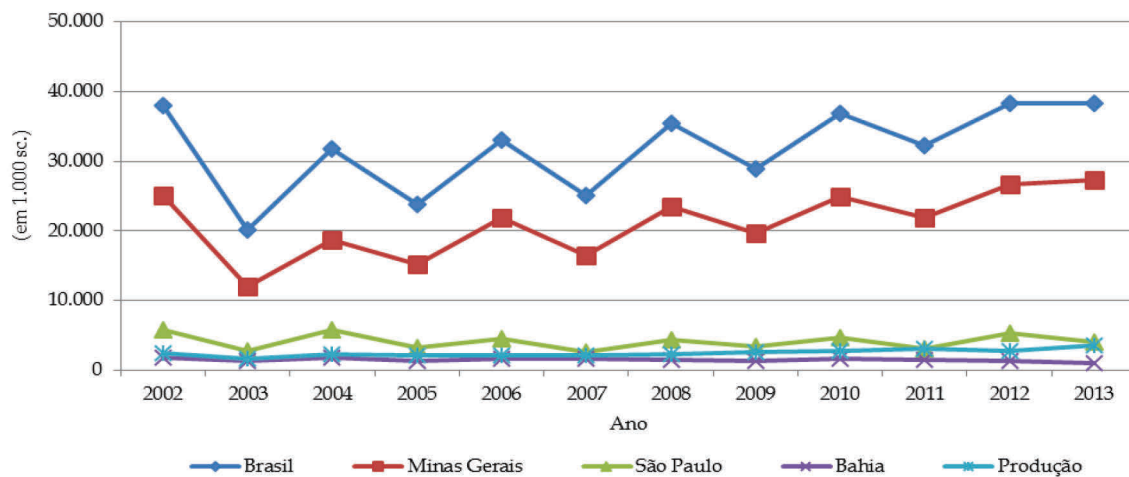


Figura 4 - Indicadores de Produção de Café, Brasil e Estados Seleccionados, 2002 a 2013.
Fonte: MAPA (2014).

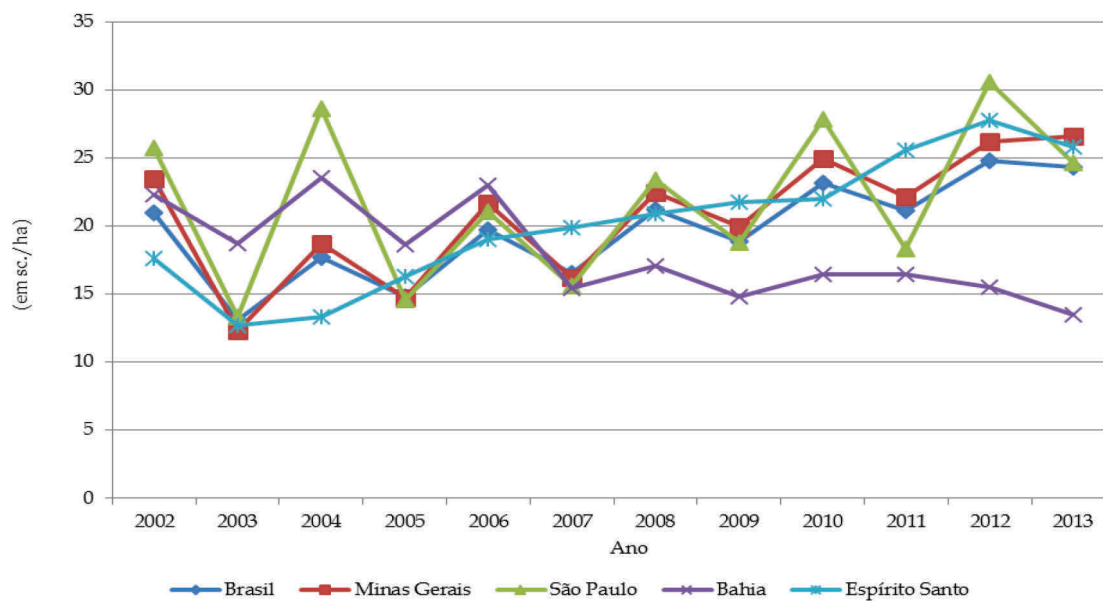


Figura 5 - Indicadores de Produtividade de Café, Brasil e Estados Seleccionados, 2002 a 2013.
Fonte: MAPA (2014).

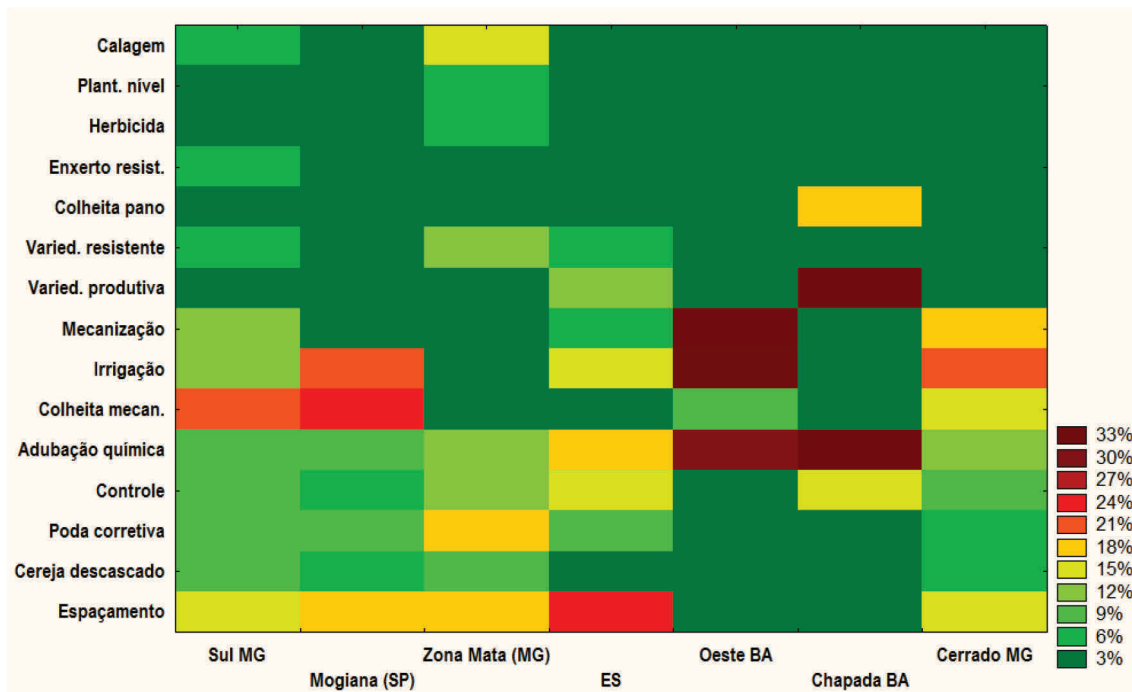


Figura 6 - Trajetória Tecnológica Utilizando a Análise *Two-way-joining* no Setor Cafeeiro, Principais Regiões Cafeeiras do Brasil, 2001 a 2012.

Fonte: Dados da pesquisa.

homogêneos. Nessas regiões as condições edafoclimáticas são muito similares, contudo, ocorre um destaque no uso de irrigação na região da Mogiana, e isso por conta da importância dada a esta tecnologia para o aumento da produtividade.

No oeste e na Chapada do Estado da Bahia, as tecnologias mais usadas são: variedades mais produtivas, irrigação, colheita mecanizada e variedades resistentes. A produção cafeeira é muito importante para a economia agrícola do Estado da Bahia, o qual ocupa, atualmente, a quarta posição em produção de café no Brasil, tendo produzido 1,8 milhão de sacas de 60 kg na safra 2013 (das espécies *Coffea arabica* L. e *C. canephora* Pierre), e contribuindo com aproximadamente 3,66% da produção nacional (CONAB, 2013).

Ainda segundo a figura 6, na região do Cerrado Mineiro, mecanização, irrigação, espaçamento e colheita mecanizada formam o conjunto de tecnologias mais usado no período pesquisado.

Dentre os ramos de agronegócios do Estado de Minas Gerais, o do café é o que mais se destaca,

tendo recebido ações públicas e privadas de incentivo, visando o incremento de produtividade e de competitividade ao longo da cadeia, fomentando tecnologias como mecanização e favorecendo o emprego rural mais qualificado e melhor remunerado (ORTEGA; JESUS; MOURO, 2009).

De acordo com os dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a região do Cerrado produziu 27,6 milhões de sacas (60 kg) na safra de 2013 e contribuiu com 56,2% na produção nacional de café (CONAB, 2013).

Com relação à região da Zona da Mata Mineira e o Estado do Espírito Santo, regiões próximas com peculiaridades semelhantes, os produtores sofrem forte influência dos estados vizinhos - ainda hoje, a cidade de Manhuaçu, na Zona da Mata Mineira, é a principal referência para o comércio de café dos municípios capixabas. A tecnologia mais usada é o espaçamento adequado, devido à declividade das regiões cafeeiras do Espírito Santo, e outras tecnologias são adubação química, controle químico, poda corretivas, irrigação e variedades produtivas (Figura 6).

5 - CONCLUSÃO

A análise da trajetória tecnológica do segmento cafeeiro permitiu concluir que, nas últimas duas décadas, o uso efetivo das tecnologias tem crescido, resultando em maior eficiência na produção de grãos, indicado, por exemplo, por meio do aumento da produtividade.

A diferenciação regional no uso das tecnologias empregadas nas regiões cafeeiras tem relação com as características físicas do ambiente de produção, como o matiz edafoclimáticos e o relevo, e contracenam com o perfil dos produtores, com os sistemas de difusão tecnológica e com os sistemas de comercialização que se desenvolveram em cada região.

Este estudo mostra que as tecnologias são utilizadas de acordo com o processo de diferenciação regional, resultando na heterogeneidade de demandas tecnológicas.

Assim, recomenda-se que o planejamento da pesquisa agropecuária considere enfoques regionais nas estratégias de inovação. Estudos que associam inovação e desenvolvimento regional têm relevância crescente, tendo em vista o esforço das políticas de desenvolvimento territorial nas diversas esferas de governo, com grande ênfase na competitividade dos sistemas produtivos locais e suas relações com os sistemas de inovação (locais, regionais, nacionais e globais)

Por fim, destaca-se que a trajetória tecnológica do café não mostrou mudança conceitual importante ao longo do período analisado, pois identificou-se a persistência do modelo produtivista, com base no melhoramento genético, combate a pragas e doenças, mecanização da lavoura e da colheita e melhoria na qualidade do produto, sendo este o padrão genérico de todas as regiões cafeeiras, em todos os períodos estudados. Em síntese, este estudo mostra que a evolução tecnológica do segmento café tendeu para melhoria do sistema de manejo da lavoura em busca do aumento de produtividade média dos cafezais e da qualidade de bebida.

LITERATURA CITADA

ASSOCIAÇÃO DOS AGRICULTORES E IRRIGANTES DO OESTE DA BAHIA - AIBA. **4. Anuário de pesquisas da cafeicultura irrigada do oeste da Bahia**. Barreiras: AIBA, 2004. 70 p.

BLISKA, F. M. de M. et al. Conexão entre inovação e organização social na expressão de arranjos produtivos cafeeiros no Brasil. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA PARA O DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 19., 2013, Braga. **Anais...** Portugal: APDR/Universidade do Minho, 2013. p. 1122-1131.

_____. et al. Custo de produção de café nas principais regiões produtoras do Brasil. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., 2009, Vitória. **Anais...** Vitória: CBP&D/Café/Embrapa, 2009a.

_____. et al. Dinâmica fitotécnica e socioeconômica da cafeicultura brasileira. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 5-18, jan. 2009b.

_____.; GUERREIRO FILHO, O. **Prospecção de demandas na cadeia produtiva do café no Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2007. 75 p.

CAETANO, R. Paradigmas e trajetórias do processo de inovação tecnológica em saúde. **Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p. 71-94, 1998.

CARMO, V.; ALVIM, Z. **Chão fecundos: 100 anos de história do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1987. 140 p.

CASTILLO, R. A. Região competitiva e logística: expressões geográficas da produção e da circulação no período atual. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 4., 2008, Santa Cruz do Sul. **Anais...** Santa Cruz do Sul: Unisc, 2008. v. 1.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Avaliação da safra brasileira café safra 2013 - quarta estimativa**. Brasília: CONAB, dez. 2013. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 10 maio 2014.

DINIZ, A. J.; PENTEADO, M. I. de O.; SANTOS, J. de F. Qualificação para a transferência de tecnologias. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 7., 2011, Araxá. **Anais...** Araxá: Embrapa Café, 2011.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of determinants and directions of technical change. **Research Policy**, Vol. 11, Issue 3, pp. 147-162, 1982.

_____. The nature of the innovative process. In: DOSI, G. et al. (Eds.). **Technical change and economic theory**. London: Pinter, 1988. p. 221-238.

GIL, A. **Método e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

- HAIR JÚNIOR, J. F. et al. **Análise multivariada de dados**. Tradução. Adonai Schlup Sant'Anna. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- HARTIGAN, J. A. **Clustering algorithms**. New York: Wiley, 1975. 365 p.
- HAYAMI, Y.; RUTTAN, V. W. **Agricultural development: an international perspective**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1985. 527 p.
- MATTOS, J. R. L.; GUIMARÃES, L. S. **Gestão da tecnologia e inovação: uma abordagem prática**. São Paulo: Saraiva, 2005.
- MELONI, R. A. **Ciência e produção agrícola: a imperial estação agrônômica de Campinas 1887-1897**. São Paulo: Humanitas/FFLCH/USP, 2004.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Banco de dados**. Brasília: MAPA. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/estatisticas>>. Acesso em: 31 maio 2014.
- ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. **Oslo manual: guidelines for collecting and interpreting innovation data**. 3. ed. France: OECD Publishing, 2005.
- ORTEGA, A. C.; JESUS, C. M.; MOURO, M. C. **Mecanização e emprego na cafeicultura do cerrado mineiro**. Revista ABET, João Pessoa, v. 8, n. 2, 2009.
- PEREIRA, J. C. R. **Análise de dados qualitativos: estratégias metodológicas para as ciências da Saúde, Humanas e Sociais**. 3. ed. São Paulo: Edusp, 2004. 156 p.
- POSSAS, M. L.; SALLES FILHO, S.; SILVEIRA, J. M. An evolutionary approach to technological innovation in agriculture: some preliminary remarks. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 11, n. 1-3, p. 9-31, 1994.
- ROCHA, A. D. et al. Qualidade de vida, ponto de partida ou resultado final? **Ciência Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, 2000.
- ROMANIELLO, M. M. et al. Difusão de tecnologia em cafeicultura para diferentes regiões produtoras de café em Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Anais... Poços de Caldas: Embrapa**, 2000.
- SILVA, G. L. S. P. DA; FONSECA, W. A. S. DA; MARTIN, N. B. Pesquisa e produção agrícola no Brasil. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 175-253, 1979.
- STATSOFT is Now Part of Dell Software. **Statistica (data analysis software system)**. Version 8.0. Software, 2007. Disponível em: <<http://www.statsoft.com>>. Acesso em: maio 2014.
- SOUZA, S. E. de et al. Ações de transferência de tecnologia para a cafeicultura nas regiões do Planalto da Conquista e Chapada Diamantina na Bahia. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4., 2005, Londrina. **Anais... Londrina: Embrapa**, 2005.
- VEGRO, C. L. R.; BLISKA, F. M. M. Evolução e participação da cadeia produtiva do café do Estado de São Paulo no agronegócio brasileiro. In: BLISKA, F. M. DE M.; GUERREIRO FILHO, O. (Orgs.). **Prospecção de demandas na cadeia produtiva do café no Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2007. p. 15-20.
- ZACARIAS, J.; SACHUK, M. I. Impactos da inovação tecnológica na competitividade e na mão-de-obra utilizada por pequenas farinhas da região noroeste do Paraná. **Revista da Micro e Pequena Empresa**, Campo Limpo Paulista, v. 4, n. 2, 2010.

Recebido em 19/08/2014. Liberado para publicação em 18/05/2015.