

SÉRIE CIÊNCIA APTA

REVISTA DE  
ECONOMIA AGRÍCOLA

JOURNAL of AGRICULTURAL ECONOMICS

*E* AGRICULTURA  
RURALIDADE *S*

SÃO PAULO - SP - BRASIL  
JUNHO 2015

ISSN 1981-4771

REV. DE ECONOMIA AGRÍCOLA - SÃO PAULO - v. 60 - n. 2 - p. 1-126 - JULHO-DEZEMBRO 2013

**Comitê Editorial do IEA:** Yara Maria Chagas de Carvalho (Presidente), Alceu de Arruda de Veiga Filho, Ana Victória Vieira Martins Monteiro, Carlos Eduardo Fredo, Celso Luis Rodrigues Vego, Silene Maria de Freitas, Vagner Azarias Martins

**Editor Científico:** Yara Maria Chagas de Carvalho

**Conselho Editorial de REA:**

Ademir Antonio Cazella (UFSC, SC)  
Claire Cerdan (CIRAD, FR)  
Decio Zylbersztajn (USP, SP)  
John Wilkson (UFRRJ, RJ)  
Marco Antonio Montoya (UPF, RS)  
Maurício de Carvalho Amazonas (UNB, BR)  
Paulo Furquim de Azevedo (FGV, SP)  
Rodolfo Hoffmann (USP, SP)  
Sérgio Schneider (UFRGS/RS)  
Sonia Maria Bergamasco (UNICAMP, SP)  
Wagner Costa Ribeiro (USP, SP)

**Editor Executivo:** Rachel Mendes de Campos

**Editoração Eletrônica:** Roseli Clara Rosa Trindade, Deborah Silva de Oliveira Alencar

**Revisão de Português:** Maria Áurea Cassiano Turri, André Kazuo Yamagami, Nadge Medeiros de Souza (estagiária)

**Revisão de Inglês:** Lucy Moraes Rosa Petroucic

**Revisão de Referências Bibliográficas:** Darlaine Janaina de Sousa

**Programação Visual:** Rachel Mendes de Campos

**Capa:** Emerson Rodrigo Greggio, Rachel Mendes de Campos

**Distribuição:** Rosemeire Ceretti

**Indexação:** revista indexada em AGRIS/FAO, AGROBASE, LATINDEX

**Tiragem** 280 exemplares - **Periodicidade** semestral

**CTP, Impressão e Acabamento** Imprensa Oficial do Estado de São Paulo

É permitida a reprodução total ou parcial desta revista, desde que seja citada a fonte.

As opiniões e as ideias contidas nos artigos são de exclusiva responsabilidade dos autores, e não expressam necessariamente o ponto de vista dos editores ou do IEA.

**Instituto de Economia Agrícola**

Praça Ramos de Azevedo, 254 - 2º e 3º andar - 01037-912 - São Paulo - SP  
Fone (11) 5067-0531/0521 - Fax (11) 5073-4062 - e-mail: [iea@iea.sp.gov.br](mailto:iea@iea.sp.gov.br)  
Site: <http://www.iea.sp.gov.br>

REVISTA DE ECONOMIA AGRÍCOLA v. 54 (2007) - São Paulo  
Instituto de Economia Agrícola, 2007.  
(Série Ciência Apta)

Continuação de: Agricultura em São Paulo v.1, n.1, 1951 - v.53, n.2,  
2006.

ISSN 1981-4771

1 - Economia Agrária - Recursos Naturais. I - São Paulo. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios. II - São Paulo. Instituto de Economia Agrícola.

CDD 338.1:333.7

## SUMÁRIO / SUMMARY

## ARTIGO

- 9 Impactos Econômicos de Inovações Agrícolas: o caso das cultivares de amendoim no Estado de São Paulo  
*Economic Impacts of Agricultural Innovations: the case of the peanut cultivars in the State of São Paulo, Brazil*  
**José Roberto Vicente, Renata Martins Sampaio**
- 23 Estudo da Sustentabilidade de Sistema de Produção de Leite por Meio do Diagnóstico dos Cinco Capitais e da Análise Emergética, Região de Araçatuba, Estado de São Paulo  
*Sustainability Study of a Dairy Cattle Production System Through the Diagnoses of the Five Capitals and Emergy Analysis Methods, Araçatuba Region, São Paulo State*  
**Edmar Eduardo Bassan Mendes, Irineu Arcaro Junior, Luis Alberto Ambrosio**
- 41 Mecanismos e Resultados de Ações Regionais de Pesquisa Agrícola Baseadas em Estudos Prospectivos  
*Mechanisms And Results of Regional Agricultural Research Actions Based On Prospective Studies*  
**Ricardo Firetti, Maria Beatriz Machado Bonacelli**
- 57 Avaliação de Impactos Multidimensionais de Indicações Geográficas: o caso do Vale dos Vinhedos, Rio Grande do Sul  
*Multidimensional Impact Assessment of Geographical Indications: the case of the Vineyards Valley, Rio Grande do Sul State*  
**Luiza M. Capanema, Mauro Żackiewicz, Loiva Maria Ribeiro de Mello, Sílvia Freitas Caetano, Cecília Gianoni, Jorge Tonietto**
- 77 O Setor Sucroenergético Brasileiro: uma análise das condições varietais e seus desafios tecnológicos  
*Brazil's Sugar-Energy Industry: an analysis of varietal conditions and their technological challenges*  
**Silvia Angélica Domingues de Carvalho, André Tosi Furtado**
- 91 Sistemas de Inovação: a geração de bioeletricidade na agroindústria brasileira da cana-de-açúcar  
*Innovations Systems: bioelectricity generation in the Brazilian sugarcane agribusiness*  
**Renata Martins Sampaio, Alceu de Arruda Veiga Filho, Maria Beatriz Machado Bonacelli**
- 105 Trajetória Tecnológica Cafeeira no Brasil, 1924 a 2012  
*Coffee Technological Pathway in Brazil - 1924 to 2012*  
**Patrícia Helena Nogueira Turco, Thomaz Fronzaglia, Celso Luis Rodrigues Vegro, Ricardo Firetti, Sergio Gomes Tôsto, Flavia Maria de Mello Bliska**



# APRESENTAÇÃO

---

## INOVAÇÃO NA AGRICULTURA

Os processos de produção do conhecimento científico e tecnológico e da inovação de uma forma geral apresentam uma evolução histórica, que é fundamentada no desenvolvimento organizacional e institucional de organizações que se dedicam às atividades nesta área. Deve-se destacar que esse processo tem evoluído em um sentido em que as relações ocorrem entre a organização e os processos sociais mais amplos. Isso tem acontecido devido a uma maior concentração em esforços pela busca da inovação.

A busca pela inovação, atualmente, tem indicado a participação de diferentes categorias de atores dos sistemas de inovação e pode ser caracterizada pelos elementos de incerteza, competitividade e retroalimentação.

Não se pode deixar de salientar a natureza complexa dos processos de ciência, tecnologia e inovação que, como é apontado pela literatura que se dedica aos estudos desta temática, é caracterizada por ser evolutiva, coletiva e sistêmica. Ademais, deve-se mencionar que esses processos são carregados de indeterminação, o que leva a condições de incerteza sobre a obtenção de resultados de algo que ainda não foi feito (inovador). Este ponto está relacionado com a não dedutibilidade, ou seja, o esforço em pesquisa e desenvolvimento (P&D) pode resultar em vários produtos adicionais e/ou diferentes (ou mesmo em nada) do que se havia programado. Em última instância, mesmo que o resultado não seja o desejado, há quase sempre um processo de aprendizagem que deve ser aproveitado e que poderá ser útil para outros projetos e/ou atividades.

Na agricultura os processos de produção do conhecimento científico e tecnológico e de inovação ocorrem no mesmo modelo já destacado. Contudo, em boa parte de sua P&D, as organizações que atuam nesta área historicamente têm uma maior interação com o setor produtivo, dado que suas atividades têm um caráter mais aplicado. Em grande medida os seus resultados de P&D, apropriados socialmente, são frutos de processos desenvolvidos nos moldes daquilo que é denominado de processo interativo de inovação; no qual se identificam fluxos e interações que emergem entre atores nos processos de produção e a apropriação social de novos conhecimentos.

As discussões apresentadas neste número da Revista de Economia Agrícola são fundamentadas por abordagens teóricas e metodológicas condizentes com as especificidades do setor agrícola. Os artigos aqui apresentados privilegiam situações reais, em que se destacam problemas e superações, sempre com foco na inovação. Eles não seguem uma determinação editorial pré-estabelecida, mas a todos se pode atribuir os principais pontos teóricos introdutoriamente apontados, com ênfase na questão da interatividade social tanto na promoção da inovação tecnológica como nas análises de fundo mais geral, relativas às políticas públicas e de sistemas de inovação.

O primeiro artigo, **Impactos econômicos de inovações agrícolas: o caso dos cultivos de amendoim no Estado de São Paulo**, de Vicente e Martins, pesquisadores do Instituto de Economia Agrícola (IEA/APTA), é um estudo na linha clássica da teoria econômica, utilizando métodos de avaliação de impactos econômicos da inovação. Destaca-se a viabi-

lização da adoção dos cultivares estudados pela participação do setor produtivo, uma vez que, conforme enfatizam os autores:

Foram realizados testes em escala de produção junto a cooperativas de produtores, verificando seu desempenho em condições convencionais de produção; e ao mesmo tempo iniciou-se a multiplicação das sementes comerciais.

O segundo artigo, **Estudo da sustentabilidade de sistemas de produção de leite por meio de diagnóstico dos cinco capitais e da análise emergética**, de Mendes, Arcaro Junior e Ambrósio, do Instituto de Zootecnia (IZ/APTA), é parte integrante de um novo escopo teórico, conhecido como bioeconomia, no qual se considera, ao contrário da economia convencional, que o sistema econômico é um subsistema aberto pertencente a um maior e fechado, no qual se trocam materiais e energia. Baseado nessa concepção é desenvolvido um estudo de caso sobre sistema de produção de leite. Seus resultados identificam a necessidade de medidas corretivas na produção e gestão da atividade como forma de conseguir melhorias na sustentabilidade (econômica, social e ambiental).

O terceiro artigo, **Mecanismos e resultados de ações regionais de pesquisa agrícola baseada em estudos prospectivos**, de Firetti e Bonacelli, Departamento de Descentralização e Desenvolvimento (DDD/APTA) e Instituto de Geociências (IG/Unicamp), enfatiza a temática do planejamento, gestão e avaliação em Organizações Públicas de Pesquisa (OPP) pelo estudo das variáveis que resultaram exitosas para o desenvolvimento da P&D de três atividades agrícolas da região estudada. Analisa a principal, ação que ajudou a sedimentar o sistema de CT&I regional através da prospecção de demanda realizada em 2007, com metodologia desenvolvida pelo Departamento de Gestão Estratégica da APTA, em parceria com a UNICAMP e UNESP/Botucatu. Como resultado principal, o estudo aponta que a ação desenvolvida direcionou grande parte das ações de geração e transferência de tecnologia na unidade de pesquisa estudada.

O quarto artigo, **Avaliações de impactos multidimensionais de Indicações Geográficas: o caso do Vale dos Vinhedos, Estado do Rio Grande do Sul**, de Luiza M. Capanema et al., do Instituto Agrônomo (IAC/APTA) e Instituto de Geociências (IG/Unicamp) e Embrapa Uva e Vinho, tem como tema a questão das Indicações Geográficas (IG) e sua relação com o desenvolvimento territorial. O artigo remete a uma discussão mais atual sobre inovações não tecnológicas e apresenta uma avaliação de impacto nas dimensões econômica e social. A avaliação se dá por meio de um desenho metodológico quase experimental. Os autores concluem que a IG promoveu o desenvolvimento das vinícolas mas não do território estudado.

O quinto artigo, **O setor sucroenergético brasileiro: uma análise das condições varietais e seus desafios tecnológicos**, de Silvia Carvalho e André Furtado, do Instituto de Geociências (IG/Unicamp), tem a preocupação de, em função da demanda de etanol, avaliar e situar o principal desafio pelo lado agrícola desse segmento econômico que é a disponibilidade de se ter um plantel varietal que permita a expansão da oferta de etanol. Aplica uma metodologia já consagrada de análise de informações primárias e secundárias, focando nos três programas de melhoramento existentes no País: Ridesa, composto por uma rede de universidades federais; o Programa Cana do IAC/APTA, do Estado de São Paulo; e o programa do CTC/Copersucar, baseado também no Estado de São Paulo. A análise conclui pelas condições promissoras relativas à oferta de variedades, não sendo en-

traves para o desenvolvimento setorial, embora esforços sejam necessários para garantir as condições de bom desenvolvimento.

O sexto artigo, **Sistemas de inovação: a geração de bioeletricidade na agroindústria brasileira de cana-de-açúcar**, de Martins et al., tem como base teórica a visão evolucionista, em que se clareia a interação entre desenvolvimento e inovação, considerando a geração de bioeletricidade como parte de um sistema inovativo, em que atores, instituições e ações agem, mutuamente se autoinfluenciando. Essa concepção permitiu estruturar e entender o funcionamento do sistema inovativo da cana-de-açúcar e a inserção da bioeletricidade originada pelo uso do bagaço de cana e da vinhaça. A análise conclui pela demonstração da estruturação sedimentada da geração de bioenergia pelo bagaço, com aparato tecnológico bem desenvolvido e suas possibilidades de aproveitamento com as mudanças efetuadas no mercado nacional de energia, enquanto para a geração pelo uso da vinhaça esta pode ser classificada como potencial a ser desenvolvido.

O sétimo e último artigo, **Trajatória tecnológica cafeeira no Brasil: 1924 a 2012**, de Turco et al., do Departamento de Descentralização e Desenvolvimento (DDD/APTA), Embrapa, IEA/APTA e IAC/APTA, também de base evolucionista, tem como objetivo identificar, estudar e traçar as trajetórias tecnológicas do café nas principais regiões cafeeiras do Brasil. Nesse longo período analisado, pôde-se contemplar as inovações adotadas, as mudanças ocorridas e os pontos de inflexão das trajetórias regionais em busca do aumento de produtividade, resistência a pragas e doenças, ampliação da mecanização e melhor *performance* de qualidade para o produto final. O artigo conclui que o ambiente de produção, entendido como a base física para o exercício da exploração, determina as trajetórias regionais; e que apesar de toda a diversidade existente constata-se a persistência do paradigma tecnológico produtivista no café.

Para finalizar, afirma-se que esta iniciativa do Instituto de Economia Agrícola, em parceria com o Instituto Agronômico, ambos da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), em colocar a público os artigos que discutem, comprovam e propõem enfoque na inovação atende à necessidade de divulgar a importância da pesquisa desenvolvida em institutos públicos e suas contribuições para o desenvolvimento socioeconômico.

Alceu de Arruda Veiga Filho – IEA/APTA  
Luiza Maria Capanema – IAC/APTA  
(Organizadores)





# IMPACTOS ECONÔMICOS DE INOVAÇÕES AGRÍCOLAS: O CASO DAS CULTIVARES DE AMENDOIM NO ESTADO DE SÃO PAULO<sup>1</sup>

José Roberto Vicente<sup>2</sup>  
Renata Martins Sampaio<sup>3</sup>

**RESUMO:** O objetivo deste estudo foi mensurar os impactos econômicos de três cultivares de amendoim IAC. Métodos baseados na razão incremental no valor da produção e no excedente econômico foram utilizados na avaliação dos impactos. Os resultados indicaram taxa interna de retorno entre 38,0% e 39,7% para os investimentos em melhoramento genético do amendoim em São Paulo. As novas variedades possibilitaram que outras tecnologias fossem introduzidas, tanto na produção agrícola quanto no beneficiamento, contribuindo para incrementar a produtividade e revitalizar a produção, especialmente nas regiões produtoras do Estado de São Paulo, responsável por 80% da produção brasileira de amendoim.

**Palavras-chave:** ciência e tecnologia, pesquisa e desenvolvimento, variedades, análise custo-benefício.

## ECONOMIC IMPACTS OF AGRICULTURAL INNOVATIONS: THE CASE OF THE PEANUT CULTIVARS IN THE STATE OF SÃO PAULO, BRAZIL

**ABSTRACT:** The objective of this paper was to measure the economic impacts of three IAC peanuts cultivars. Incremental ratio on the production value and economic surplus based-methods were utilized in the impact evaluation. The results showed internal rate of return between 38.0 and 39.7 for the peanut genetic improvement investments in the state of São Paulo, Brazil. The new varieties have enabled the introduction of new technologies, both in agricultural production and processing, helping to increase productivity and reviving the production, especially in regions of São Paulo state, which account for 80% of Brazilian peanuts production.

**Key-words:** science and technology, research and development, varieties, cost-benefit analysis.

**JEL Classification:** D61, Q16.

---

<sup>1</sup>Este estudo faz parte de projeto de pesquisa mais amplo, que recebeu recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Os resultados foram apresentados, em versões preliminares distintas, no XLVII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER) (Porto Alegre, RS, 26 a 30 de julho de 2009) e no V Seminário da Rede Brasileira de Monitoramento e Avaliação (Campinas, SP, 25 a 27 de setembro de 2013). Os autores agradecem a colaboração de Ignácio J. Godoy, do Instituto Agrônomo, de Campinas (IAC-APTA). Registrado no CCTC, REA-07/2013.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador Científico do Instituto de Economia Agrícola (IEA-APTA) e Assessor Técnico do Gabinete do Coordenador da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), São Paulo, SP, Brasil (e-mail: jvicente@sp.gov.br).

<sup>3</sup>Administradora de Empresas, Mestre, Pesquisadora Científica do Instituto de Economia Agrícola (IEA-APTA), São Paulo, SP, Brasil (e-mail: renata@iea.sp.gov.br).

## 1 - INTRODUÇÃO

A preocupação em identificar e analisar as contribuições do conhecimento gerado pela pesquisa pública paulista à produção agropecuária encontra referências no estudo pioneiro de Ayer e Schuh (1974), que estimaram taxas de retorno social do programa de pesquisa e desenvolvimento de cultivares de algodão do Instituto Agrônomo, de Campinas (IAC-APTA). Desde então, diversos autores vêm trabalhando com distintas metodologias, aplicadas a vários produtos, buscando avaliar os resultados alcançados a partir da mudança tecnológica, em especial os impactos econômicos.

Nesse conjunto de esforços está o trabalho de Fonseca (1976), que avaliou os investimentos em pesquisa e assistência técnica para a cultura do café, assim como o de Moricochi (1980), ao tratar das contribuições da pesquisa paulista citrícola, e de Santos (1984), que analisou o processo de desenvolvimento e adoção de novas tecnologias para seis culturas no Estado de São Paulo (café, algodão, cana-de-açúcar, laranja, soja e milho). O desenvolvimento tecnológico da cultura do arroz foi analisado por Gonçalves, Souza e Resende (1989) por meio da comparação entre o cultivo de sequeiro e o irrigado. Santos, Carvalho e Silva (1991) avaliaram as mudanças na produtividade do algodão paulista com a adoção de novas cultivares.

A busca por construir novas formas de análise pode ser observada no estudo de Vicente et al. (2000), que procurou trabalhar as evidências qualitativas e quantitativas das contribuições do feijão carioca, lançado em 1969 como resultado de pesquisas desenvolvidas pelo IAC-APTA. Da mesma forma, Silva (1986) estudou a evolução da produtividade agrícola relacionando os aumentos dos rendimentos das lavouras ao número de artigos científicos publicados por instituições públicas mantidas pelo Estado de São Paulo, no período de 1925 a 1979. Em Araújo et al. (2002), assim como em Vicente e Martins (2005), foram analisados os efeitos dos investimentos em pesquisa sobre a produtividade total de fatores da agricultura paulista.

Em todos esses estudos constataram-se retornos elevados aos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), tanto em análises da relação benefício-custo quanto nas taxas internas de retorno estimadas. Dessa forma, ressalta-se a importância em se trabalhar o tema, aprimorando técnicas de avaliação de impactos das tecnologias oriundas da pesquisa e evidenciando as contribuições qualitativas e quantitativas proporcionadas por determinada tecnologia ou por um conjunto delas, oferecendo, assim, subsídios às estratégias de atuação das instituições de pesquisa e dos segmentos de produção. Aqui, conforme Martins e Vicente (2010), cabe destacar que estudos com o objetivo de avaliar as contribuições da pesquisa podem oferecer elementos importantes na condução de exercícios de prospecção tecnológica como instrumento para planejamento de pesquisa. Essa relação se estabelece, pois a avaliação demanda pelo entendimento da inserção da tecnologia analisada no sistema de produção como um todo e, da mesma forma, prospectar o futuro depende do diagnóstico da realidade.

Nesse sentido, este estudo buscou colaborar com os esforços de avaliação e análise das contribuições de P&D, tomando como objeto de observação três cultivares desenvolvidas a partir do Programa de Melhoramento Genético do Amendoim, do IAC-APTA. Tal escolha encontra motivação na importância da produção paulista de amendoim, tanto no cenário nacional, pois responde a 80% da produção brasileira, quanto na dinâmica econômica regional, considerando-se sua importância nas regionais agrícolas de Jaboticabal, Ribeirão Preto, Tupã, Marília, Assis e Presidente Prudente.

Além disso, cabe destacar que as décadas de 1980 e 1990 registraram a retração da produção paulista de amendoim, condicionada pela demanda por novos padrões de qualidade para o produto *in natura* em detrimento do segmento de óleos vegetais e de farelos proteicos, dominados pela soja. Essa mudança resultou na inversão da balança comercial, o Estado de São Paulo passou de

exportador de óleo e farelo de amendoim para importador do grão, rompendo uma tradição construída desde a década de 1940. No final dos anos 1990 a cadeia de produção buscou caminhos para retomar e fortalecer a produção e, nesse momento de mudanças, marcado pela adoção de um conjunto de tecnologias, as novas cultivares ofereceram condições para a mecanização da colheita, a introdução de novas técnicas de manejo, a seca-gem artificial, o armazenamento controlado e o estabelecimento de competências capazes de produzir um grão de qualidade, consumido também pelo mercado externo. Os resultados são observados no ganho em produtividade agrícola, na valorização do produto de melhor qualidade, no fornecimento ao exigente consumidor europeu<sup>4</sup> e na maior articulação entre agentes atuantes nos elos da cadeia de produção.

O artigo foi estruturado em três seções, além desta, introdutória: metodologia, discussão dos resultados alcançados e conclusões e considerações finais.

## 2 - METODOLOGIA

Para analisar como produtividade e qualidade do produto relacionam-se com os investimentos em pesquisas que deram origem às cultivares IAC Caiapó, IAC Tatu-ST e IAC Runner 886, foram reunidas: séries de dados de investimentos em pesquisa, valor da produção de amendoim no Estado de São Paulo e percentual de adoção das cultivares a partir da sua expansão comercial<sup>5</sup>. A

<sup>4</sup>Para maiores detalhes sobre esse processo de mudança e seus resultados, ver Martins (2006), Martins e Perez (2008) e Martins (2013).

<sup>5</sup>As pesquisas que deram origem às cultivares foram conduzidas no Centro de Grãos e Fibras do IAC-APTA, em Campinas, na sede do Polo Regional Centro Leste/APTA, em Ribeirão Preto, na sede do Polo Regional Centro Norte/APTA, em Pindorama, e na sede do Polo Regional Alta Paulista, em Adamantina. A IAC Caiapó foi lançada em 1996 e seu desenvolvimento envolveu 23 ensaios experimentais, nos quais foram avaliadas as características físicas e químicas e a produtividade alcançada (ZULLO et al., 1993), além do desempenho produtivo em três níveis de controle de doenças e estabilidade de produção

série de investimentos em pesquisas foi confeccionada por meio de informações coletadas junto ao IAC-APTA e a outras fontes, considerando o período de 1990 a 2002, que compreende os anos de experimentação, tanto em ensaios quanto em escala de produção; esses - e todos os valores calculados neste estudo - foram deflacionados pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) médio de 2008 e ponderados por cultivar. Depois, conforme adotado inicialmente em Martins (2006), foram agrupados em duas fontes: recursos orçamentários (tesouro do Estado de São Paulo) e recursos de fomento (os estudos também contaram com recursos provenientes de projeto submetido e aprovado junto à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP). Em seguida, foram classificados em três itens: a) pessoal, calculado a partir do tempo de dedicação da equipe e da remuneração total anual, que inclui o salário base, sexta-parte, quinquênios, adicionais, férias, 13º salário e outros itens, em valores de 2008; b) custeio, que é composto pelos gastos com diárias, combustíveis e materiais de consumo; e c) investimentos, que são as despesas com aquisição de equipamentos. O valor do uso da infraestrutura disponível para condução das pesquisas foi esti-

(GODOY et al., 1999), bem como em diversos níveis de controle da cercosporiose (MORAES et al., 1998). A cultivar IAC Tatu-ST foi oficialmente lançada em 2000. A sigla ST significa Seleção por Tamanho e refere-se ao tamanho de obtenção das sementes genéticas a fim de produzir grãos de maior granulometria, sem perder as demais características da cultivar Tatu comum, melhorado por meio da manutenção da pureza genética. Seu desenvolvimento envolveu 19 ensaios experimentais, que avaliaram o desempenho produtivo em nível de doenças. Também foram realizados testes comparativos entre populações denominadas Tatu, constatando a maior granulometria para IAC Tatu-ST (GODOY et al., 1996; 2001). A partir de 1998, as sementes da cultivar passaram a ser multiplicadas em parcerias com cooperativas de produtores, visando a substituição dos estoques de sementes de Tatu comum. Para o desenvolvimento da cultivar IAC Runner 886, vegetativamente mais adequada à colheita mecanizada, foram conduzidos 26 ensaios experimentais para avaliação de desempenho e potencial produtivo em relação ao controle químico de doenças comparado com outras cultivares (GODOY et al., 1999). Foram realizados testes em escala de produção junto a cooperativas de produtores, verificando seu desempenho em condições convencionais de produção, e, ao mesmo tempo, iniciou-se a multiplicação das sementes comerciais.

mado a partir da área total utilizada nos 68 ensaios experimentais que fizeram parte dos estudos e da média dos valores de arrendamento de terras para pagamento (valores do mês de novembro de 2005 atualizados para 2008), do Instituto de Economia Agrícola (IEA), considerando todas as regiões paulistas em que existe arrendamento para o amendoim.

Formalmente:

$$IPA = \sum_t (P_t + C_t + I_t), t = 1990, 1991, \dots, 2002;$$

com:

$$P_t = d \cdot R; C_t = D_t + A_t + M_t; I_t = E_t + IF_t,$$

Onde, *IPA* é o total de investimentos em pesquisa acumulado; *t* representa o período de desenvolvimento dos experimentos; *P* representa a remuneração de pessoal com *d*, que é o percentual de dedicação dos membros da equipe calculado, e, *R* a remuneração de cada membro; *C* representa os itens de custeio com *D* (diárias), *A* (combustíveis) e *M* (materiais de consumo); e *I* representa os investimentos em equipamentos (*E*) e o valor de utilização da infraestrutura, representado por *IF*.

Para o levantamento da série referente ao valor da produção, foram coletados os preços médios anuais recebidos pelos produtores e a quantidade produzida durante uma década, a partir de 1999, ano em que a área cultivada com as novas variedades superou 10% da área total com amendoim no Estado de São Paulo.

A partir das séries de preços, deflacionados pelo IPCA médio de 2008, e da produção em sacos de 25 kg, foi consolidada a série de valor da produção. Posteriormente - considerando que diversas variáveis podem influenciar a adoção de tecnologia, como o acesso à informação, os atributos, a qualidade, as vantagens que interessam ao usuário e o acesso ao crédito, recursos humanos suficientes ou treinados, oferta de insumos, dentre outros (VICENTE, 2002), - foram estimados os per-

centuais de adoção para cada cultivar com base na análise de informações coletadas junto a cooperativas, indústrias, pesquisadores e acadêmicos que trabalham com amendoim.

A preocupação em não privilegiar uma inovação isolada está ligada à constatação de que aumentos de rendimentos estão relacionados, na maioria das vezes, não somente à adoção de uma particular inovação, mas a uma combinação de novas técnicas, e de que a adoção de tais inovações tecnológicas na agricultura resulta, quase sempre, de múltiplas outras, introduzidas pelos agricultores (SANTOS, 1984).

Na cultura do amendoim não é diferente: no Estado de São Paulo, ao mesmo tempo em que foram adotadas as novas cultivares IAC, também foram introduzidos no sistema de produção a colheita mecanizada, o beneficiamento, a secagem artificial e novas técnicas de armazenamento, que colaboraram para o incremento em produtividade e na qualidade do produto (Tabela 1).

Para o cálculo do retorno dos investimentos em pesquisas utilizou-se inicialmente a abordagem da razão incremental no valor da produção, empregada por Khalon et al. (1977) e também por Gonçalves, Souza e Resende (1989) e Martins (2006), representada formalmente por:

$$RI = \frac{VPA}{IPA},$$

onde: *RI* é o retorno médio, *VPA* representa os acréscimos de valor da produção (creditados às cultivares) acumulados e *IPA* são investimentos em pesquisas acumulados.

Formalmente:

$$VPA = \sum \Delta VPA, \text{ com } \Delta VPA = (VP_t - VP_{t-1}) \cdot 0,75,$$

onde  $\Delta VPA$  representa os acréscimos de valor da produção,  $VP_t$  é o valor da produção em cada ano e  $VP_{t-1}$ , o valor da produção no ano anterior.

O valor da produção, numerador da razão descrita acima, é obtido pela multiplicação da quantidade produzida pelos preços recebidos pe-

**Tabela 1** - Percentual da Área Plantada com Cultivares de Amendoim, Estado de São Paulo, 1999 a 2008 (em %)

Cultivar	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
IAC Caiapó	3	7	15	17	9	8	5	4	4	3
IAC Tatu-ST	8	16	29	52	40	20	15	29	20	15
IAC Runner 886	-	-	9	21	30	52	65	42	56	62
Outros	89	77	47	10	21	20	15	25	20	20

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados do Instituto Agronômico, de Campinas (IAC).

los produtores; a produção, por sua vez, é produto da área cultivada pela produtividade.

Nessa metodologia, os ganhos (perdas) de competitividade em relação a explorações alternativas - que se refletem em aumentos (diminuições) na área total com a lavoura analisada -, assim como aumentos (diminuições) reais nos preços do produto, são também creditados (debitados) às novas cultivares. Por isso, é importante que os resultados sejam constantemente atualizados e reavaliados.

Com os acréscimos de valor da produção tomados ano a ano e com as médias anuais dos investimentos efetuados, procedeu-se ao cálculo das taxas internas de retorno desses investimentos (AGUIRRE, 1981). A taxa interna de retorno é a taxa necessária para igualar o valor presente líquido dos fluxos de caixa de um projeto a zero, ou seja, a taxa que faz com que o valor atual das entradas seja igual ao valor atual das saídas:

Formalmente,  $TIR = j$ , tal que

$$\sum_{i=1}^n (B_i - C_i) / (1 + j)^i = 0$$

Alternativamente à abordagem da razão incremental, utilizou-se também uma metodologia baseada na desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Trata-se de método fundamentado no enfoque do excedente econômico, que permite estimar o benefício econômico gerado pela adoção de inovações tecnológicas em comparação com uma situação anterior, em que a oferta do produto dependia de tecnologia tradicional (ÁVILA, 2001). A estimativa

utiliza, no cálculo da produção excedente, os coeficientes de elasticidade preço da oferta e da demanda do produto avaliado, a taxa de deslocamento da curva de oferta atribuída à inovação, os preços e as quantidades ofertadas.

As avaliações feitas pela Embrapa utilizam uma simplificação do conceito de excedente econômico, adotada por Tosterud et al. (1973) e por Kislev e Hoffman (1978), com duas variantes quanto às elasticidades de oferta, dependendo do tipo de impacto da inovação tecnológica: a) aumento de produção (rendimentos ou expansão de área) - curva de demanda perfeitamente elástica e uma curva de oferta vertical (preço-inelástica); e b) redução de custos - curvas de oferta horizontais e demanda vertical.

Uma demanda perfeitamente elástica indica que, ao nível de preços  $P$ , toda a quantidade ofertada será comercializada (TAYLOR, 1995). Uma oferta perfeitamente inelástica significa que a quantidade ofertada é fixa no curto prazo (VARIAN, 1994). Os deslocamentos da oferta são atribuídos à tecnologia em avaliação.

A metodologia permite que se estime o adicional de renda (aumento de produtividade, agregação de valor ou cultivo em áreas anteriormente consideradas impróprias devido à carência de tecnologias adequadas) ou de redução de custos (menor uso de insumos), quando se comparam duas situações: sem a adoção da tecnologia e com a tecnologia incorporada ao sistema de produção do produtor ou da agroindústria. Além disso, estima-se a participação da instituição em análise na geração de benefícios, levando-se em conta a participação de outras instituições de pesquisa e

da transferência de tecnologia.

Operacionalmente, no caso dos ganhos de produtividade, o benefício econômico ( $I$ ) é dado por:  $I = (G.H)$ , onde  $H$  é a área em que a inovação foi adotada e  $G$  é o ganho líquido atribuído à instituição responsável pela tecnologia, com  $G = (E.F)/100$ , onde  $F$  é o percentual de participação da instituição no desenvolvimento da tecnologia e  $E$  é o ganho unitário (unidade de área) atribuído à tecnologia, sendo  $E = [(B - A).C] - D$ , onde, por sua vez,  $A$  é o rendimento anterior (sem a nova tecnologia),  $B$  é o rendimento atual (com a tecnologia),  $C$  é o preço unitário do produto e  $D$  é o custo adicional devido à nova tecnologia (ÁVILA, 2001).

Para a cultivar IAC Tatu-ST, esse critério de avaliação pode ser aplicado na estimação dos retornos, sem considerar diferenças no preço unitário do produto e sem custos adicionais. Já no caso das cultivares IAC Caiapó e IAC Runner 886, é preciso considerar os custos de produção mais elevados e os preços diferenciados obtidos no mercado. Como base de comparação (tecnologia anterior), assumiu-se que nas áreas exploradas com as novas cultivares os agricultores utilizariam a cultivar de amendoim Tatu comum.

As diferenças de rendimento baseiam-se nos resultados experimentais (IAC, 2001; 2003), como proposto por Pardey et al. (2006), em que o benefício total do melhoramento varietal é representado por:

$$B_{rt} = k_{rt} P_t Q_{rt} ,$$

onde  $P$  é o preço,  $Q$  é a quantidade produzida, os subscritos  $r$  e  $t$  representam, respectivamente, região e ano, e  $k$  é o ganho proporcional de rendimento atribuído ao melhoramento varietal.

Formalmente,

$$k_{rt} = \left( \frac{Y_{rt}^a - Y_{rt}^b}{Y_{rt}^a} \right) ,$$

onde  $Y$  é uma medida da performance do rendimento experimental e os sobrescritos  $a$  e  $b$  representam os instantes de tempo atual e base (contra os quais é feita a comparação). Formalmente,

$$Y_{rt}^a = \sum_{i=1}^n Y_{irt} \pi_{irt} ,$$

onde  $i$  representa o rendimento experimental de cada cultivar, e  $\pi$  é a proporção de área plantada com a  $i$ -ésima cultivar. Essa metodologia transporta para as condições de campo os diferenciais de produtividade obtidos em condições experimentais<sup>6</sup>.

Os rendimentos das novas cultivares também foram levantados por entrevistas diretas, efetuadas junto a agentes relacionados à cadeia de produção do amendoim entre 2006 e 2009, nas quais também foram obtidos os diferentes preços recebidos pelos produtores para os amendoins eretos (Tatu-ST e comum) e rasteiros (Caiapó e Runner). Conforme Martins (2013), as diferenças nos custos de produção entre os amendoins eretos e rasteiros - basicamente devido ao ciclo mais longo desses últimos e a consequente utilização de mais aplicações de defensivos - foram calculadas por meio de coeficientes técnicos de produção coletados junto às cooperativas de produtores, preços de insumos, máquinas, implementos e metodologias de cálculo consolidadas pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA-APTA).

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em 2001, quando 53% das áreas de amendoim foram cultivadas com as novas variedades, registrou-se um salto de produtividade, com manutenção do patamar atingido nos anos de 2002 e 2003 (da ordem de 2.200 kg/ha), período em que a cultivar IAC Tatu-ST, atingiu seu auge de adoção, com 52% do total de área plantada. A partir daí, incrementos de produtividade ocorreram até 2008 (2.800 kg/ha), indicando a tendência crescente em

<sup>6</sup>Pardey et al. (2006) utilizaram também um método para estimar os rendimentos experimentais para locais sem essas informações. No caso do amendoim, os resultados de diversos ensaios experimentais, anteriormente citados, estão disponíveis, e a concentração da cultura em duas regiões do Estado de São Paulo torna desnecessárias estimativas para outros locais.

que ocorre a expansão e consolidação da cultivar IAC Runner 886, que atinge cerca de 60% de adoção.

Embora o aumento da produtividade seja um dos aspectos mais importantes na análise das contribuições das cultivares de amendoim consideradas, outros elementos também devem ser abordados, como a qualidade e as características do grão, que podem agregar valor ao produto e trazer novas possibilidades de comercialização. Nesse sentido, os últimos anos registraram a elevação acentuada das exportações de amendoim em grão, que passaram de US\$0,86 milhão no ano de 2000 para US\$111,43 milhões em 2012, com rápida expansão comercial da cultivar IAC Runner 886, de alta produtividade e grãos tipo exportação, das ações de controle da aflatoxina e de mudanças tecnológicas no beneficiamento e na infraestrutura de armazenamento, que contribuíram para assegurar a qualidade do produto.

### 3.1 - Retornos aos Investimentos: estimativas baseadas no método da razão incremental no valor da produção

Para o cálculo do retorno aos investimentos nas pesquisas que originaram as três cultivares de amendoim, foi utilizada a série de valor da produção, construída pelo IEA-APTA a partir dos preços médios anuais recebidos pelos produtores e da quantidade produzida. Do total de recursos investidos durante o período de 1990-2002, o item pessoal, que representa a remuneração dos membros da equipe de trabalho (Tabela 2), foi o de maior peso, respondendo por mais de 95% do total de investimentos<sup>7</sup>. Considerando a divisão por fonte de recursos, pouco mais de 93% foram pro-

venientes de recursos orçamentários (Tesouro do Estado) e o restante (quase 7%), de recursos de fomento, obtidos junto à FAPESP. O item custeio veio em segundo lugar, com cerca de 3,5% do total investido, 67% do Tesouro do Estado e 33% recursos de fomento; para o item investimentos a situação se inverteia, com cerca de 9% de recursos orçamentários e 91% de recursos de fomento.

Entre as variedades, a participação no total dos investimentos foi de 50% para a IAC Caiapó, 25% para a IAC Tatu-ST e 25% para a IAC Runner 886.

Para tal cálculo considerou-se uma década, ou seja, o período de 1999 a 2008. A partir de 2002, as cultivares consideradas responderam pela grande maioria da área cultivada no Estado de São Paulo, uma vez que outras cultivares passaram a representar entre 10% e 25% do total de lavouras (Tabela 1). Assim, os incrementos no valor da produção - deduzidos os 25% do incremento acumulado e atribuído às outras tecnologias<sup>8</sup> - foram consolidados e neles foram aplicados os percentuais anuais de adoção de cada cultivar (apresentados na tabela 1) para, com base na soma dos valores para o período e nos valores referentes aos recursos investidos em cada cultivar, calcular o retorno do investimento.

Os resultados mostram que, considerando as três cultivares, o retorno médio foi de 30,36:1, ou seja, para cada R\$1,00 investido nas pesquisas houve um retorno de R\$30,36 no valor da produção, sendo que nos anos de 2002 e 2003 foram registrados os maiores impactos. Esse valor é bastante superior ao encontrado por Martins (2006) para o período 1998-2005 (13,76:1), uma vez que mais da metade do total de diferenças no valor

<sup>7</sup>Os gastos com pessoal foram considerados até 2002, ano de lançamento da cultivar IAC Runner 886. Compreendem os salários de dois pesquisadores científicos nível 6 (um deles dedicando 80% de seu tempo ao desenvolvimento das cultivares e outro dedicando 50%), um pesquisador científico nível 4 (com 10% de dedicação), dois auxiliares de pesquisa (fomento, com salários considerados até 1997) e outro do quadro de funcionários do IAC (dedicando 10% de seu tempo).

<sup>8</sup>O percentual restante (75%) atribuído às novas cultivares, utilizado por Martins (2006), está próximo do máximo recomendado por Ávila et al. (2005), procurando minimizar a possibilidade de atribuição à Embrapa de benefícios que não são dela derivados. Os autores destacam que "a atribuição desse percentual é subjetiva, o que é reconhecido pela literatura sobre o assunto, já que não existe uma fórmula matemática para se fazer tal distribuição".

**Tabela 2** - Investimentos Realizados no Desenvolvimento das Cultivares IAC Tatu-ST, IAC Caiapó e IAC Runner 886, Estado de São Paulo, 1990 a 2002

Item	FAPESP (R\$1.000)	Part. %	Orçamento (R\$1.000)	Part. %	Total (R\$1.000)	Part. %
Pessoal	120,08	4,79	2.389,32	95,21	2.509,40	95,33
Custeio	30,02	33,33	60,04	66,67	90,06	3,42
Investimento	30,02	91,17	2,91	8,83	32,93	1,25
Total	180,12	6,84	2.452,27	93,16	2.632,39	100,00

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados do IAC (2001, 2003), informações disponibilizadas por Ignácio José Godoy e pela área de administração de pessoal do IAC.

da produção do período 1998-2008 ocorreu nos últimos três anos, notadamente em 2008. Isolando cada cultivar, conclui-se que a cultivar Runner 886 apresenta o maior retorno, 62,97:1; já a cultivar IAC Caiapó respondeu pelo menor valor, 5,10:1. Para a cultivar IAC Tatu-ST os resultados indicam um retorno de 48,27:1.

Como a relação benefício-custo, acima apresentada, tem a desvantagem de desconsiderar o efeito do tempo (AGUIRRE, 1981), procedeu-se ao cálculo das taxas internas de retorno aos investimentos nas novas cultivares de amendoim<sup>9</sup>. Para tanto, foi necessário assumir que os recursos de custeio e investimento foram distribuídos uniformemente entre 1990 e 1997, assim como as despesas com pessoal entre 1990 e 2002. A taxa interna de retorno aos investimentos efetuados na obtenção das três cultivares, considerando-se os retornos no valor da produção do amendoim entre 1999 e 2008, foi estimada em 39,7% ao ano. Para as cultivares tomadas individualmente, as taxas calculadas foram: IAC Runner 886, 52,9% a.a.; IAC Tatu-ST, 40,7% a.a.; e IAC Caiapó, 20,6% a.a.

Como citado anteriormente, o método da

<sup>9</sup>Nem sempre as relações benefício-custo e as taxas internas de retorno apontam para as mesmas alternativas de investimentos como as mais vantajosas. Vicente (2011) apresentou exemplos de cálculos de impactos econômicos de investimentos em pesquisa em que as maiores relações benefício-custo correspondiam, na verdade, às menores taxas internas de retorno. Concluiu que “a simples comparação entre as relações benefício-custo deve ser evitada, ou empregada com cautela, sempre complementada com informações sobre as defasagens consideradas, além dos necessários detalhes sobre os procedimentos de cálculo de custos e de retornos”.

razão incremental, devido aos ganhos (perdas) de competitividade e aos aumentos (diminuições) reais nos preços do produto, é inerentemente instável, necessitando-se que os resultados sejam constantemente atualizados e reavaliados.

### 3.2 - Retornos aos Investimentos: estimativas baseadas no método do excedente econômico simplificado

Dados referentes aos anos agrícolas 2005/06, 2006/07 e 2007/08, levantados com diversos agentes relacionados à cadeia de produção de amendoim em São Paulo, indicaram rendimentos da ordem de 2.950 kg/ha para o IAC Tatu-ST e da ordem de 4.100 kg/ha para as cultivares IAC Caiapó e IAC Runner 886. Esses valores são superiores aos resultados experimentais obtidos para o amendoim Tatu comum em 17,3% e 63,0%, respectivamente.

Levantar informações sobre produção e rendimento de culturas é tarefa mais complexa do que obter dados sobre preços pagos e recebidos e, mesmo, sobre áreas plantadas, que podem ser estimadas razoavelmente a partir da quantidade de sementes produzidas. O IEA-APTA dispõe de um serviço tradicional e bem consolidado de previsão de safras, sendo de difícil justificativa desconsiderar os resultados divulgados sobre as quantidades produzidas e os rendimentos obtidos para a cultura do amendoim, em favor, por exemplo, dos rendimentos citados acima, cuja magnitu-



de poderia levar a superestimar os retornos atribuídos aos investimentos em pesquisa.

Dessa forma, preferiu-se utilizar uma alteração da proposta de Pardey et al. (2006) anteriormente citada, que consiste, basicamente, em manter as proporções dos ganhos de rendimento obtidas em experimentos para as condições de campo. As proporções utilizadas - baseadas em médias do período 1990/91 a 2001/02 de experimentos realizados em várias regiões do Estado de São Paulo - foram 1:1,067:1,3609:1,4904, respectivamente, para as cultivares Tatu comum, IAC Tatu-ST, IAC Caiapó e IAC Runner 886. Observe-se que essas proporções são conservadoras, uma vez que em experimentos mais recentes os rendimentos do IAC Caiapó e do IAC Runner 886 superaram os resultados-base do Tatu comum em mais de 103% e 119%, respectivamente, sugerindo que as proporções para essas duas cultivares, em relação ao Tatu comum, seriam de 1:2,0314:2,1934.

As informações obtidas junto aos agentes entrevistados indicam também que nos anos de 2006, 2007 e 2008, os preços dos amendoins de película vermelha (IAC Tatu-ST e Tatu comum) foram superiores aos do IAC Caiapó e IAC Runner 886 (Tabela 3).

Visando, portanto, incorporar os resultados das previsões de safras do IEA-APTA, o método proposto por Pardey et al. (2006) foi então modificado, calculando-se, ano a ano, a área adicional necessária para propiciar as mesmas produções obtidas, considerando-se a tecnologia-base (cultivar Tatu comum), a partir das proporções citadas anteriormente, e dos percentuais de áreas cultivadas com as cultivares:

$$D_t = \sum_{i=1}^4 \frac{Y_i^a}{Y^b} \cdot \pi_{it} ,$$

onde:

$D$  é o diferencial de rendimento em relação à tecnologia-base (cultivar Tatu comum); a razão  $Y_a/Y_b$

é a proporção dos ganhos de rendimento, em experimentos, entre a  $i$ -ésima cultivar e a tecnologia-base (Tatu comum);  $\pi$  é a proporção de área plantada com a  $i$ -ésima cultivar; e  $t$  é o ano em questão.

Para obter os diferenciais de rendimento para cada ano do período 1999 a 2008, os rendimentos da tecnologia-base (Tatu comum) foram calculados pela razão  $\bar{Y}_t/D_t$ , onde  $\bar{Y}_t$  é o rendimento médio do amendoim no ano  $t$ , publicado pelo IEA-APTA. Os rendimentos das demais cultivares (IAC Tatu-ST, IAC Caiapó e IAC Runner 886) foram obtidos multiplicando-se a proporção dos ganhos de rendimento, em experimentos ( $Y_a/Y_b$ ), pelo rendimento da tecnologia-base, em cada ano do período analisado (Tabela 4).

A quantidade produzida proveniente de cada cultivar foi estimada multiplicando-se os rendimentos acima pela área cultivada com cada uma delas. Em seguida, o valor da produção foi calculado multiplicando-se os preços recebidos pelos produtores - no período 2005 a 2008, tabela 3, e para o período 1999 a 2004, os preços publicados pelo IEA-APTA - pela produção correspondente (Tabela 4).

A soma das áreas e produções das cultivares reproduz o total do Estado de São Paulo, levantado e divulgado pelo IEA-APTA; o mesmo ocorre com os rendimentos de cada cultivar, ponderados pelas respectivas áreas cultivadas (Tabela 4). Já a soma dos valores das produções das diferentes cultivares (Tabela 4), que foram calculadas com os preços levantados para os diferentes tipos de amendoins (Tabela 3), são inferiores aos divulgados pelo IEA-APTA: -15,0%, em 2005; -1,9%, em 2006; -0,7%, em 2007; e -8,9%, em 2008. Essas estimativas, mais conservadoras, tendem a diminuir os retornos atribuídos às novas cultivares.

As diferenças no valor da produção resultantes dos ganhos de produtividade das novas cultivares foram calculadas simulando-se os montantes que seriam obtidos com o cultivo, nas mesmas áreas, da tecnologia base (cultivar Tatu comum), e incorporam as mudanças no rendimento, e, para as cultivares IAC Caiapó e IAC Runner 886,

**Tabela 3** - Preços Recebidos pelos Produtores de Amendoim, Estado de São Paulo, 2005 a 2008  
(R\$/sc. 25 kg)

Cultivar	2005	2006	2007	2008
IAC Tatu-ST e Tatu comum	18,00	22,00	30,00	32,00
IAC Caiapó e IAC Runner 886	18,00	19,00	27,00	30,00
Levantado pelo IAC (média)	21,18	20,75	28,15	33,54

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados do Instituto Agrônomo, de Campinas (IAC), e do Instituto de Economia Agrícola (IEA).

**Tabela 4** - Área Cultivada, Rendimento, Produção e Valor da Produção de Amendoim por Cultivar, Estado de São Paulo, 1999 a 2008

Ano	IAC Caiapó				IAC Runner 886			
	Área (1.000 ha)	Rendimento (kg/ha)	Produção (1.000 t)	Valor (R\$1.000)	Área (1.000 ha)	Rendimento (kg/ha)	Produção (1.000 t)	Valor (R\$1.000)
1999	2,28	2.749	6,27	3.591,36	0,00	3.010	0,00	0,00
2000	5,36	2.671	14,32	10.009,12	0,00	2.925	0,00	0,00
2001	12,79	2.657	33,97	15.872,48	7,67	2.909	22,32	10.429,71
2002	12,35	2.480	30,62	23.161,05	15,25	2.716	41,42	31.333,18
2003	6,13	2.496	15,31	17.901,16	20,45	2.734	55,89	65.348,52
2004	6,17	2.543	15,69	17.664,13	40,12	2.785	111,71	125.742,36
2005	4,17	2.566	10,70	7.706,79	54,23	2.810	152,39	109.721,71
2006	3,20	2.851	9,13	6.935,35	33,61	3.123	104,93	79.750,55
2007	2,85	2.478	7,05	7.619,36	39,86	2.714	108,17	116.821,39
2008	2,35	2.841	6,68	8.017,37	48,60	3.111	151,22	181.458,91

Ano	IAC Tatu-ST				Outras <sup>1</sup>			
	Área (1.000 ha)	Rendimento (kg/ha)	Produção (1.000 t)	Valor (R\$1.000)	Área (1.000 ha)	Rendimento (kg/ha)	Produção (1.000 t)	Valor (R\$1.000)
1999	6,08	2.156	13,10	7.511,34	67,62	2.020	136,58	78.288,43
2000	12,26	2.095	25,68	17.943,52	58,99	1.963	115,77	80.901,86
2001	24,72	2.084	51,52	24.068,08	40,07	1.952	78,22	36.544,44
2002	37,77	1.945	73,46	55.565,14	7,26	1.822	13,24	10.011,04
2003	27,26	1.958	53,37	62.400,55	14,31	1.834	26,25	30.692,18
2004	15,43	1.994	30,77	34.635,56	15,43	1.868	28,83	32.449,07
2005	12,52	2.012	25,19	18.133,61	12,52	1.885	23,60	16.988,87
2006	23,20	2.236	51,89	45.663,10	20,00	2.095	41,91	36.879,70
2007	14,23	1.944	27,67	33.199,82	14,23	1.821	25,92	31.103,97
2008	11,76	2.228	26,20	33.536,71	15,68	2.088	32,73	41.892,79

<sup>1</sup>Estimado considerando-se os resultados experimentais para rendimentos da cultivar Tatu comum.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados do Instituto Agrônomo, de Campinas (IAC), e do Instituto de Economia Agrícola (IEA).

nos preços recebidos pelos produtores, inferiores aos conseguidos pelos amendoins de película vermelha (cultivares IAC Tatu-ST e Tatu comum) de 2006 a 2008 (Tabela 5, coluna de total bruto). No caso das cultivares IAC Caiapó e IAC Runner 886, a diferença líquida no valor da produção calculado

considerou os custos de produção, que foram maiores no caso dessas cultivares de ciclo mais longo (Tabela 5, coluna de total líquido).

Nas estimativas dos impactos econômicos, para os valores positivos foram deduzidos 25% do incremento no valor da produção (Tabela

**Tabela 5** - Diferenças no Valor da Produção Devidas aos Ganhos de Rendimento, por Cultivar de Amendoim, Estado de São Paulo, 1999 a 2008

(R\$1.000)

Ano	IAC Caiapó			IAC Runner 886			IAC Tatu-ST
	Total bruto <sup>1</sup>	Custos adicionais <sup>2</sup>	Total líquido	Total bruto <sup>1</sup>	Custos adicionais <sup>2</sup>	Total líquido	Total líquido
1999	952,42	462,00	490,42	0,00	0,00	0,00	474,18
2000	2.654,41	1.078,33	1.576,07	0,00	0,00	0,00	1.132,75
2001	4.209,36	3.394,56	814,80	3.431,83	2.036,74	1.395,10	1.519,38
2002	6.142,28	3.785,51	2.356,77	10.310,00	4.676,22	5.633,78	3.507,74
2003	4.747,37	2.772,22	1.975,14	21.502,55	9.240,75	12.261,80	3.939,25
2004	4.684,51	3.558,03	1.126,47	41.374,79	23.127,22	18.247,56	2.186,49
2005	2.043,83	1.419,99	623,84	36.103,28	18.459,85	17.643,44	1.144,75
2006	1.034,60	1.126,44	-91,84	17.792,65	11.827,61	5.965,04	2.882,64
2007	1.398,57	889,62	508,95	29.730,28	12.454,67	17.275,61	2.095,85
2008	1.733,45	428,70	1.304,75	51.591,26	8.859,82	42.731,44	2.117,12

<sup>1</sup>Diferença em relação ao valor estimado para a produção da cultivar Tatu comum na área ocupada com a nova cultivar; consideram-se as mudanças no rendimento e nos preços recebidos.

<sup>2</sup>Referem-se às aplicações adicionais de defensivos, necessárias devido ao ciclo mais longo do amendoim rasteiro.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados do Instituto Agronômico, de Campinas (IAC), do Instituto de Economia Agrícola (IEA) e das cooperativas de produtores.

5, do total líquido), atribuídos a outras tecnologias incorporadas à produção de amendoim. Em seguida, foram deduzidos mais 30%, atribuídos a esforços de melhoramento anteriores - seguindo critério da Embrapa de atribuir um máximo de 70% de participação nas elevações de produtividade à cultivar analisada -, inclusive do próprio IAC-APTA, que beneficiam de diversas maneiras a obtenção de novas cultivares. Portanto, os retornos anuais considerados para cada cultivar atingiram 52,5% dos totais líquidos anuais positivos apresentados na tabela 5.

Os valores calculados retratam a perda relativa de importância das cultivares IAC Caiapó e IAC Tatu-ST nos últimos anos e o aumento da participação da IAC Runner 886 (Tabelas 1 e 5).

Seguindo o mesmo critério de optar por estimativas mais conservadoras, preferindo-se subestimar os retornos em vez de eventualmente superestimá-los, procurou-se revisar os investimentos realizados na obtenção das novas cultivares de amendoim.

Os recursos orçamentários para custeio e investimento utilizados pelo IAC-APTA, no período de 1990 a 1997, foram levantados nos relatórios

anuais institucionais (IAC, 1991-1996)<sup>10</sup>, junto com o total do quadro de pesquisadores nesses mesmos anos. Para estimar a parcela desses recursos que poderia ser atribuída ao amendoim, a média utilizada por pesquisador foi multiplicada pelo número de pesquisadores envolvidos no desenvolvimento das cultivares consideradas e pela parcela de tempo dedicado ao projeto. Ainda dos relatórios anuais institucionais, foi levantado o total de recursos de fomento utilizados em projetos de pesquisa de melhoramento de amendoim, obtidos com a FAPESP. A soma dos recursos orçamentários (de custeio e investimento) e de fomento, assim calculada, adicionada à remuneração da equipe de trabalho, resultou em custos 22,9% maiores do que os considerados nos retornos estimados no item anterior para o período 1990-2002.

Com esses procedimentos, a taxa interna de retorno aos investimentos efetuados na obtenção das três cultivares, calculada para o período de 1999 a 2008, foi igual a 38,0% ao ano. Consideradas

<sup>10</sup>Os dados de 1997 foram obtidos no Sistema de Informações Gerenciais da Execução Orçamentária (SIGEO - Discoverer), mantido pela Secretaria de Estado dos Negócios da Fazenda do Estado de São Paulo.

individualmente, as taxas calculadas para as cultivares foram: IAC Runner 886, 48,2% a.a.; IAC Tatu-ST, 37,3% a.a.; e IAC Caiapó, 22,2% a.a.

Esses valores, apesar de menores, são próximos aos obtidos com o método anterior, da razão incremental. Para as três cultivares, são também próximos do obtido por Pardey et al. (2006) para a taxa de retorno às pesquisas de melhoramento varietal de arroz, feijão e soja, realizadas pela Embrapa no período de 1984 a 1999, estimada em 38,7%.

Os elevados retornos calculados reafirmam a importância e a relevância dos investimentos públicos em pesquisa agropecuária no Estado de São Paulo.

#### 4 - CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os métodos utilizados para mensurar os impactos econômicos dos investimentos em pesquisas com melhoramento genético do amendoim, que resultaram nas cultivares IAC Caiapó, IAC Tatu-ST e IAC Runner 886, indicaram taxas internas de retorno de 38,0% a 39,7% ao ano para o agregado dessas cultivares. O menor retorno foi estimado para a cultivar IAC Caiapó (taxa interna de retorno de 20,6% a.a. a 22,2% a.a.) e o maior para a cultivar IAC Runner 886 (taxa interna de retorno de 48,2% a.a. a 52,9% a.a.), com resultados intermediários para a cultivar IAC Tatu-ST (taxa interna de retorno de 37,3% a.a. a 40,7% a.a.).

Moricochi (1980) coloca que os trabalhos realizados com culturas anuais têm sempre resultado em retornos mais elevados, referindo-se ao curto tempo de resposta entre a pesquisa e a adoção da tecnologia, em relação às culturas perenes. Os elevados retornos calculados para o amendoim, que no Estado de São Paulo é produzido em duas safras anuais, elemento facilitador na adoção da tecnologia, reforçam tal comentário.

Na aplicação do método baseado no excedente econômico simplificado, que resultou em taxas internas de retorno menores, os recursos de

custeio e investimento foram superestimados em relação às informações utilizadas na aplicação do método da razão incremental. Isso foi feito para procurar compensar a inexistência de dados sobre a depreciação de equipamentos e instalações durante o desenvolvimento das novas cultivares.

Também para evitar o risco de superestimação dos retornos, as proporções de ganhos de rendimento das novas cultivares basearam-se em médias conservadoras de resultados experimentais. Com isso, procurou-se compensar a decisão de assumir como tecnologia-base a cultivar Tatu comum, já que uma parcela das áreas ocupadas com outras variedades pode estar sendo cultivada com sementes de produtores, de origem indefinida, eventualmente mais produtivas do que a Tatu comum, não obstante os riscos fitossanitários inerentes a tal procedimento. Ressalte-se que experimentos realizados nos anos agrícolas 1999/2000 a 2001/02 indicaram que os rendimentos das cultivares IAC Runner 886 e IAC Caiapó eram 27% e 18%, respectivamente, superiores aos de sementes de Runner de origem indefinida (IAC, 2003).

A alteração proposta no método de uso dos resultados experimentais, buscando adaptá-los para as condições de campo, permitiu considerar os rendimentos calculados pelo levantamento de previsão de safras do IEA-APTA. Esse procedimento pode ser utilizado em casos similares, em que sejam conhecidas as áreas plantadas com cada uma das cultivares e em que resultados de levantamentos de campo consagrados estejam disponíveis para a região analisada.

Não foram considerados retornos referentes a outros estados devido à inexistência de dados confiáveis sobre percentuais de adoção de diferentes cultivares, embora existam informações sobre o uso de cultivares de amendoim IAC em Minas Gerais, Paraná, Bahia e Mato Grosso do Sul.

Observa-se que aspectos relacionados à articulação e coordenação entre os agentes da cadeia de produção e desses com as instituições de pesquisa, contribuíram para a expansão da atividade, resultando em aumento da produtividade e na

inserção do produto paulista no mercado externo que, em muito, foi viabilizada pela qualidade do grão de amendoim. Essa condição é reflexo não só da adoção das novas cultivares, mas também de outras tecnologias, como a colheita mecanizada, a secagem artificial e novas técnicas de manejo, além das inovações institucionais voltadas à qualidade sanitária do produto.

Uma extensão interessante deste estudo seria considerar impactos nas chamadas outras dimensões, que ganharam relevância nos últimos anos. Embora atualmente as tecnologias empregadas na produção de amendoim independam das cultivares, efeitos óbvios podem ser constatados. Por exemplo, impactos ambientais negativos podem ser debitados às cultivares IAC Caiapó e IAC Runner 886, devido ao ciclo mais longo, que demanda aplicações adicionais de defensivos. Da mesma forma, impactos sociais positivos podem ser creditados a essas cultivares, como a oferta de maior remuneração pelo trabalho especializado de colheita, na maior quantidade colhida por unidade de área e em toda a cadeia de produção dinamizada e mais competitiva.

## LITERATURA CITADA

AGUIRRE, J. A. **Introducción a la evaluación económica y financiera de inversiones agropecuarias**: manual de instrucción programada. San José: IICA, feb. 1981.

ARAÚJO, P. F. C. et al. **O crescimento da agricultura paulista e as instituições de ensino, pesquisa e extensão numa perspectiva de longo prazo**. São Paulo: FAPESP, dez. 2002.

ÁVILA, A. F. D. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa**: metodologia de referência. Brasília: Embrapa, dez. 2001.

\_\_\_\_\_. et al. Impactos econômicos, sociais e ambientais dos investimentos na Embrapa. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 14, n. 4, p. 86-101, out./dez. 2005.

AYER, H. W.; SCHUH, G. E. Taxas de retorno social e outros aspectos da pesquisa agrícola: o caso da pesquisa do algodão em São Paulo. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 1-29, 1974.

FONSECA, M. A. S. **Retorno social aos investimentos em pesquisa na cultura do café**. 1976. 149 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1976.

GODOY, I. J. et al. Efeito do tamanho e origem das sementes de amendoim, cultivar tatu, na produtividade e características das sementes produzidas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 18, n. 1, p. 77-82, 1996.

\_\_\_\_\_. et al. Produtividade, estabilidade e adaptabilidade de cultivares de amendoim em três níveis de controle de doenças foliares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n.7, p. 1183-1191, 1999.

GONÇALVES, J. S.; SOUZA, S. A. M.; RESENDE, J. V. Pesquisa e produção de alimentos: o caso do arroz em São Paulo. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 171-199, 1989.

INSTITUTO AGRÔNOMICO - IAC. **Centro de plantas graníferas**: cultivar de amendoim IAC-TATU-ST. Campinas: IAC, fev. 2001.

\_\_\_\_\_. **Cultivares de amendoim IAC**: novas opções para o mercado de confeitaria. Campinas: IAC, abr. 2003.

\_\_\_\_\_. **Relatório anual de atividades, 1990-1995**. Campinas: IAC, 1991-1996. (mimeografado).

KHALON, A. S. et al. Returns to investments in research in India. In: ARDNT, T. M.; DALRYMPLE, D. G.; RUTTAN, V. M. (Eds.). **Resource allocation and productivity in national and international agriculture research**. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1977. p. 124-147.

KISLEV, Y.; HOFFMAN, M. Research and productivity in wheat in Israel. **Journal of Development Studies**, Cambridge, Vol. 14, Issue 2, pp. 166-181, jan. 1978.

MARTINS, R. Amendoim: o mercado brasileiro no período de 2000 a 2011. In: SANTOS, R. C.; FREIRE, R. M. M.; LIMA, L. M. (Eds.). **O agronegócio do amendoim no Brasil**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2013. p. 21-43.

\_\_\_\_\_. Cultivares de amendoim: um estudo sobre as contribuições da pesquisa pública paulista. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 36, n. 5, p. 37-49, maio 2006.

\_\_\_\_\_.; PEREZ, L. H. Sazonalidade e inovações tecnológicas na cultura do amendoim no Estado de São Paulo, 1994 a 2007. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 38, n. 9, p. 35-43, set. 2008.

MARTINS, R.; VICENTE, J. R. Demandas por inovação no amendoim paulista. **Informações Econômicas**, São

Paulo, v. 40, n. 5, p. 43-51, maio 2010.

MORAES, S. A. et al. Desempenho dos cultivares de amendoim tatu e IAC-Caiapó em diversos níveis de controle da mancha preta. **Summa Phytopathologica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 125-130, 1998.

MORICOCCHI, L. **Pesquisa e assistência técnica na citricultura: custos e retornos sociais**. 1980. 84 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1980.

PARDEY, P. G. et al. International and institutional R&D spillovers: attribution of benefits among sources for Brazil's new crop varieties. **American Journal of Agricultural Economics**, Vol. 88, Issue 1, pp. 104-123, 2006.

SANTOS, Z. A. P. S. Adoção tecnológica na agricultura paulista. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 31, n. 1-2, p. 66-99, 1984.

\_\_\_\_\_.; CARVALHO, M. A.; SILVA, C. R. L. Algodão: pesquisa agrícola e produtividade no Estado de São Paulo. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 38, n. 3, p. 85-100, 1991.

SILVA, G. L. S. P. Pesquisa, tecnologia e rendimento dos principais produtos da agricultura paulista. **Relatório de Pesquisa**, São Paulo, 1986. 79 p.

TAYLOR, J. B. **Economics**. Boston: Houghton-Mifflin, 1995.

TOSTERUD, R. J. et al. Benefit cost evaluation of research relating to the development of Selkirk wheat and target rapeseed. In: SYMPOSIUM ON AGRICULTURAL RESEARCH, 1., 1973, Canadá. **Proceedings...** Canadá: University of Manitoba, 1973. p. 149-199.

VARIAN, H. R. **Microeconomia: princípios básicos**. Rio de Janeiro: Campus, 1994. 710 p.

VICENTE, J. R. et al. Impactos da geração de tecnologia pela pesquisa paulista: o caso do feijão carioca. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 47, n. 2, p. 41-51, 2000.

\_\_\_\_\_. Impactos econômicos de investimentos em pesquisa: comparação de relações benefício-custo e taxas internas de retorno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 49., 2011. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SOBER, 2011.

\_\_\_\_\_.; MARTINS, R. Impactos dos investimentos em pesquisa agrícola no Estado de São Paulo, Brasil, 1960-2000. In: SEMINÁRIO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA ALTEC, 11., 2005, Salvador. **Anais...** Salvador: ALTEC, 2005.

\_\_\_\_\_. Pesquisa, adoção de tecnologia e eficiência na produção agrícola. **Série Discussão**, São Paulo, 2002. 153 p. (Série Discussão APTA 2).

ZULLO, M. A. T. et al. Produtividade e qualidade do óleo de linhagens de amendoim. **Bragantia**, São Paulo, v. 52, n. 2, p. 105-112, 1993.

---

Recebido em 31/10/2013. Liberado para publicação em 23/04/2014.

# ESTUDO DA SUSTENTABILIDADE DE SISTEMA DE PRODUÇÃO DE LEITE POR MEIO DO DIAGNÓSTICO DOS CINCO CAPITAIS E DA ANÁLISE EMERGÉTICA, REGIÃO DE ARAÇATUBA, ESTADO DE SÃO PAULO<sup>1</sup>

Edmar Eduardo Bassan Mendes<sup>2</sup>

Irineu Arcaro Junior<sup>3</sup>

Luis Alberto Ambrosio<sup>4</sup>

**RESUMO:** A sustentabilidade do sistema semi-intensivo de produção de leite, para uma propriedade da região de Araçatuba, Estado de São Paulo, foi avaliada usando os métodos de Diagnóstico dos Cinco Capitais e da Análise Emergética, de modo integrado. O diagnóstico dos capitais mostrou que os capitais natural e humano são pontos fortes e que o Capital Financeiro é o ponto fraco do sistema. Os índices emergéticos mostram baixa sustentabilidade do sistema devido à grande dependência do fluxo de energia retroalimentado da economia e à pequena incorporação de energia dos recursos naturais: Renovabilidade (14,83%), Índice de Sustentabilidade Emergética (0,20), Taxa de Rendimento Emergético (1,18) e Índice de Investimento Emergético (5,73). Este sistema causa alto estresse ambiental, como indica a Razão de Carga Ambiental (5,9). O sistema tem baixa relação Não Renováveis/Renováveis (5,8) devido aos benefícios das práticas de conservação do solo adotadas. Para aumentar a sustentabilidade do sistema, recomenda-se a adoção da integração da produção agrícola e pecuária.

**Palavras-chave:** capital natural, diagnóstico de capitais, energia, sistema semi-intensivo de leite.

## SUSTAINABILITY STUDY OF A DAIRY CATTLE PRODUCTION SYSTEM THROUGH THE DIAGNOSES OF THE FIVE CAPITALS AND EMERGY ANALYSIS METHODS, ARAÇATUBA REGION, SÃO PAULO STATE

**ABSTRACT:** The sustainability of a semi-intensive dairy cattle production system of a farm located in Araçatuba – São Paulo State, Brazil – was evaluated by integrating the diagnostic methods of Five Capitals and Emergy Analysis. The capitals framework interpretation showed that human and natural capitals are the system strengths while financial capital is the weakness. The emergy indices show low sustainability of the system due to the great dependence of the emergy flow feedbacked from the economy and little incorporation of natural resource emergy: Renewability (14.83%), Emergy Sustainability Index (0.20), Emergy Investment Ratio (1.18) and Emergy Investment Ratio (5.73). This system causes high environmental stress as indicated by the Environmental Loading Ratio (5.9). The system has low Non-Renewable/Renewable ratio (5.8) due to the benefits of soil conservation practices adopted. The adoption of integrated crop and livestock production practices is recommended to make the system sustainable.

**Key-words:** natural capital, capital diagnosis, emergy, semi-intensive milk system.

**JEL Classification:** D10, Q12, Z10.

<sup>1</sup>Registrado no CCTC, REA-15/2014.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre, Pesquisador Científico da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), São José do Rio Preto, SP, Brasil (e-mail: ebassanmendes@apta.sp.gov.br).

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador Científico do Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP, Brasil (e-mail: irineu@iz.sp.gov.br).

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador Científico do Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP, Brasil (e-mail: ambrosio@iz.sp.gov.br).

## 1 - INTRODUÇÃO

A preocupação e conscientização em relação às questões ambientais entre os produtores de leite vêm aumentando devido às multas por infrações da legislação ambiental e pelo ingresso de produtores mais esclarecidos no setor. Isso induz a readoção de práticas agrícolas antigas, tais como o uso de esterco, que antes era um problema para o descarte e, hoje, tem valor como fonte de nutrientes na produção mais intensiva de pastagem. Os resultados dessas inovações ainda não são conhecidos, principalmente devido à falta de métodos para mensurar a sustentabilidade de suas atividades.

O sistema semi-intensivo de produção de leite com uso de tecnologias baseadas em insumos de mercado tem uma característica que permanece, mesmo com a intensificação da mecanização pela instalação de ordenhadeiras, transferidores, canalização direta do leite ao resfriador e demais avanços acessíveis aos pequenos e médios produtores, pois a disponibilidade de mão de obra continua sendo fundamental para o êxito da atividade.

Na região de Araçatuba, Estado de São Paulo, a demanda por pessoal treinado na atividade leiteira compete no mercado de trabalho com as demandas da heveicultura, citricultura, agroindústria canavieira e, recentemente, da construção civil, o que tende a aumentar os custos de produção.

O manejo do plantel e as técnicas modernas, como pastejo de ponta, irrigação em rede e rotação dos pastos, vêm sendo utilizados para reduzir as influências climáticas sobre a sazonalidade da produção de leite, que causam variações nos preços de rações e outros insumos.

As análises convencionais de desempenho supõem a possibilidade de crescimento na oferta de insumos e demanda de mercado, com abundância e gratuidade de recursos naturais. Portanto, induzem a tomada de decisões que tornam as unidades produtivas, atualmente vulneráveis às mudanças econômicas, mais fragilizadas ainda quando acrescidos os impactos ambientais.

Considerando a unidade produtiva como um

sistema estruturado em bases dos estoques de cinco capitais (Físico, Financeiro, Humano, Social e Natural) e interligado ao sistema global, pode-se supor, pelos princípios ecossistêmicos apresentados por Odum (1996), que ela é um sistema que se auto-organiza, exaurindo e repondo continuamente seus estoques de capitais naturais e antrópicos sujeitos aos fluxos de energia de fontes renováveis e limitação dos fluxos de energia não renováveis.

Nesse cenário de pressão ambiental, de diminuição da margem de lucro e de baixa oferta da mão de obra qualificada, surge o problema, expresso na questão: qual é a sustentabilidade da produção de leite?

Por hipótese, a sustentabilidade da produção de leite depende das interações complexas entre os cinco capitais em busca da eficiência econômica com menores custos, da inclusão social com oferta de emprego e geração de renda e da preservação e conservação dos recursos naturais.

O objetivo geral do trabalho é avaliar a sustentabilidade da produção de leite, considerando ciclos anuais de produção a fim de auxiliar a tomada de decisões, em particular as relacionadas com a inovação tecnológica.

Para avaliar essa sustentabilidade, integrou-se, de modo original e com enfoque sistêmico, o método de Diagnóstico dos Cinco Capitais, usado para estabelecer estratégias empreendedoras no meio rural (ALVES; AMBRÓSIO, 2005), e a metodologia de Análise Emergética desenvolvida por Odum (1996), a qual quantifica as contribuições dos recursos naturais aos processos de produção pela elaboração de índices relativos que avaliam a sustentabilidade dos sistemas de produção. Para tanto, estudou-se o caso de uma fazenda localizada na Região de Araçatuba, Estado de São Paulo, Brasil.

## 2 - METODOLOGIA

O paradigma tecnológico denominado de Revolução Verde fez com que a agricultura se tornasse viável sob o aspecto da quantidade produzida, mas



causou enormes impactos na natureza. De acordo com avaliação de Ferraz (2003), a Revolução Verde, por meio do modelo industrial produtivista de apropriação da natureza, acelerou de forma alarmante a degradação ambiental e social no espaço rural.

O espaço rural, onde natureza, animais e plantas compõem o meio ambiente, é regido pelo ser humano com a finalidade de tirar dele seu sustento e ganhos econômicos. Essa intervenção, ao longo dos anos, causou modificações na estrutura da paisagem e uma distribuição de renda nem sempre equânime e justa, contrariando o conceito de sustentabilidade apresentado por Khatounian (2001), de que a sustentabilidade deve ser entendida como o equilíbrio dinâmico entre três ordens de fatores: econômicos, sociais e ambientais.

A aplicação desse conceito de sustentabilidade como base para as decisões relacionadas com a adoção de inovações tecnológicas em unidades de produção agropecuárias, em particular, de produção de leite, é viabilizada com a abordagem sistêmica pela integração do método de Diagnóstico dos Cinco Capitais com a metodologia da Análise Emergética.

Um sistema de produção é considerado sustentável se for capaz de alcançar o sucesso proposto na constituição do negócio em base da utilização dos cinco capitais. Assim, o planejamento de negócios agropecuários deve se iniciar com a realização do diagnóstico da situação atual da empresa em termos de estoques dos capitais: Financeiro, Físico, Natural, Humano e Social.

Uma metodologia para este diagnóstico, proposta por Alves e Ambrósio (2005), envolve investigação, coleta, registro, ordenação e análise de dados e informações. A alocação dos cinco capitais para a execução de atividades produtivas tem sido usada como indicadora da sustentabilidade em propriedades agropecuárias (CARNEY, 1998; SCOONES, 1998; HOWLETT et al., 2000; WOODHOUSE; HOWLETT; RIGBY, 2000).

No diagnóstico dos cinco capitais, os procedimentos de coleta e registro de dados são realizados rotineiramente para escrituração e controle operacional e contábil nas unidades produtivas, facilitando a implantação do método. Este método reco-

menda que os dados sejam analisados por atividade, identificando os pontos fortes e fracos na formação dos estoques de capitais. Com base nessas informações quantitativas e qualitativas, para fins de comparações, os capitais são avaliados atribuindo-se nota na escala de 0 a 10 para o grau do estado dos seus estoques na unidade produtiva, conforme a percepção do proprietário, sendo que a nota 10 representa o potencial do capital a ser desenvolvido. Os resultados são plotados em figura tipo radar.

O estoque de Capital Social é formado pelas relações e vínculos que se estabelecem entre as pessoas. Para uma pessoa do meio rural, a comunidade é formada pelos vizinhos, colegas de trabalho, colegas de escola, colegas de clubes, membros de igreja, partidos políticos, sindicatos, associações de produtores, cooperativas, etc. Quanto mais uma pessoa interage com a família e com a comunidade, maior é o seu Capital Social e, conseqüentemente, maior é o comprometimento com as organizações, comunidades e sociedade. Nesta interação, tanto o indivíduo como a comunidade adquirem mais confiança recíproca, a qual é fundamental para seus envolvimento em projetos de interesse da comunidade, da organização pública ou das outras unidades sociais e para que apoiem os projetos individuais.

As pessoas envolvidas em um negócio garantem os recursos humanos para as atividades das organizações, públicas ou privadas. A qualidade e a quantidade de recursos humanos formam o estoque de Capital Humano, o qual incorpora as competências nas organizações. Estas competências dizem respeito à atitude, habilidade, idoneidade, capacidade física e intelectual e disposição para o bom desempenho. O Capital Humano se desenvolve com o treinamento, a educação e a experiência. Ele é importante na adoção de tecnologias avançadas e sustentáveis, as quais exigem flexibilidade e capacidade de inovação das pessoas.

O Capital Natural é formado pelos elementos da natureza, localizados na biosfera, que estão disponíveis na unidade produtiva, tais como: solos, água, flora, fauna e ar. Este capital é muito sensível às ações humanas e se degrada com facilidade, o que justifica o

conceito de sustentabilidade, que implica o uso dos recursos naturais sem promover sua degradação. As empresas agropecuárias dependem diretamente da quantidade e da qualidade dos recursos naturais para a escolha das atividades em termos de culturas anuais, pastagens, culturas permanentes, florestas e áreas para preservação da flora e fauna.

O estoque do Capital Físico é composto pela infraestrutura básica da unidade produtiva: benfeitorias, máquinas, veículos, equipamentos, materiais e utensílios, rede elétrica, animais de reprodução e de trabalho e culturas permanentes. O estoque de Capital Físico é demonstrado por intermédio de um inventário que contém: descrição do item (tipo, modelo), quantidade do item e a respectiva unidade, data de aquisição, vida útil restante, estado de conservação e valor atual.

A característica básica do Capital Financeiro é sua possibilidade de ser transformado em dinheiro com rapidez. Seus estoques se encontram, por exemplo, na forma de produtos e insumos estocados, dinheiro em caixa, depósitos e aplicações financeiras. Os valores dos estoques de capitais financeiros encontrados no diagnóstico são usados na análise financeira e na análise dos fluxos emergéticos, como retroalimentação da economia.

Neste trabalho, os estoques de capitais são analisados em função dos fluxos de energia a eles associados.

A metodologia emergética é usada para avaliar quantitativamente as contribuições dos recursos naturais aos processos de produção agropecuários pelos índices relativos de sustentabilidade, oferecendo subsídios para gestão de unidades produtivas da agropecuária com a adoção de técnicas que minimizem o impacto antrópico causado pelas atividades exploradas (COMAR, 1998; ALBUQUERQUE, 2006).

Essa é uma metodologia relativamente nova, desenvolvida por Odum (1996), que define a energia como a energia disponível de um mesmo tipo (por exemplo, energia solar equivalente) da que foi previamente requerida, em forma direta ou indireta, para produzir certo produto ou serviço.

Para não confundir a energia que existe em

um produto (medida na unidade joules) com a que é incorporada para fazê-lo (*embodied*), as unidades de energia são denominadas solar emjoules (*sej*).

A energia é uma medida da riqueza real, pois a energia suporta o trabalho real e a riqueza real em qualquer sistema biofísico em que esteja incluído o sistema econômico. Como explica Odum (1996), o dinheiro só paga os trabalhos das pessoas e nunca o trabalho da natureza. Assim, o dinheiro e os valores de mercado não podem ser usados para valorar a riqueza real da natureza. Quando os recursos da natureza são abundantes, requer-se pouco trabalho da economia. Por isso, no contexto da economia, o trabalho da natureza é considerado como gratuito.

A aplicação da metodologia emergética implica uma visão sistêmica, requerendo, primeiramente, a identificação dos componentes e limites do sistema associados ao problema estudado e os respectivos fluxos de entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*). Em termos da Teoria de Sistemas, as energias são os *inputs*, e os produtos ou serviços são os *outputs* de um sistema.

Para isso, constrói-se um modelo conceitual representado por um diagrama que utiliza os símbolos da linguagem de sistemas de energia (*energese*) para mostrar as relações sistêmicas entre os seus componentes e os fluxos de massa, energia e dinheiro.

No passo seguinte, constrói-se a tabela de avaliação de energia colocando-se as quantidades de materiais ou serviços de cada fluxo numa linha de cálculo da tabela de avaliação de energia.

Por último, estimam-se os indicadores emergéticos, abaixo definidos, conforme Odum (1996):

a) Transformidade ( $Tr = Y/Ep$ , sej/J, sej/kg ou sej/US\$)

A Transformidade é a energia solar requerida para obter a energia de uma unidade de serviço ou produto expressa em joules, quilogramas ou dólares americanos. É calculada como a relação ( $Y/Ep$ ) entre a energia total incorporada ( $Y$ , expressa na unidade sej, solar emjoule) e a energia produzida ( $Ep$ , expressa em J, joule). A Transformidade é uma medida da

eficiência do sistema de produção, quanto menor o seu valor, mais eficiente é o uso da energia, quando se comparam sistemas com processos equivalentes.

b) Taxa de Produção de Energia Líquida ( $EYR = Y/F$ )

O índice  $EYR$  indica quanto de energia da natureza foi incorporada na produção de um bem ou serviço. O menor valor da taxa de produção de energia líquida ( $EYR$ ) ocorre quando os insumos da natureza são nulos ( $R+N = 0$ , resultando em  $Y = F$  e  $EYR = F/F = 1$ ). A diferença acima do valor mínimo (unidade) mede a contribuição “gratuita” do ambiente para a produção.

c) Razão Não Renovável/Renovável ( $N/R$ )

Quanto menor for a relação de energia Não Renovável/Renovável ( $N/R$ ) de um sistema, menor será o seu efeito de degradação sobre o ambiente.

d) Taxa de Investimento de Energia ( $EIR = F/I$ )

A Taxa de Investimento de Energia ( $EIR$ ) mede o investimento da sociedade para produzir um determinado bem ou serviço em relação ao investimento da natureza. A  $EIR$  é uma medida da eficiência do sistema de investimento, fornecendo uma visão clara da diferença entre os sistemas em relação ao investimento necessário para a produção. Um baixo valor da  $EIR$ , menor que zero, indica que o ambiente ( $I$ ) tem uma contribuição relativamente maior para a produção do que os recursos da economia ( $F$ , materiais e serviços), portanto, é mais competitivo em termos de custos econômicos.

e) Taxa de Carga Ambiental ( $ELR = (N + F)/R$ )

A Carga Ambiental ( $ELR$ ), calculada pela relação  $[(N+F)/R]$ , é um indicador da degradação ambiental provocada pelo sistema, assim, quanto maior for a  $ELR$  maior será a degradação ambiental.

f) Renovabilidade ( $\%R = (R/Y)*100$ )

O índice de Renovabilidade ( $\%R$ ) mede a sustentabilidade dos sistemas, porque representa a proporção do uso da energia de todos os recursos naturais renováveis em relação à energia contida no produto. No longo prazo, somente os processos com  $\%R$  altos são ambientalmente sustentáveis.

g) Taxa de Intercâmbio Emergético ( $EER = Y/[(\$)x (se)/(\$)]$ )

Devido às pessoas não pensarem os valores dos bens e serviços em unidades de energia, utiliza-se uma unidade econômica equivalente, denominada em dólar (*emdollar*). O  $EER$  é obtido pela razão energia/moeda, em que a energia contabiliza todas as fontes energéticas usadas no país, em determinado ano, e moeda é o valor monetário do produto nacional bruto (PNB) expresso em dólares na taxa média anual.

Essa metodologia foi aplicada usando dados coletados durante seis ciclos anuais de produção de uma unidade produtiva, aqui denominada de fazenda, da região de Araçatuba, Estado de São Paulo.

### 3 - RESULTADOS

#### 3.1 - Diagnóstico dos Cinco Capitais da Fazenda

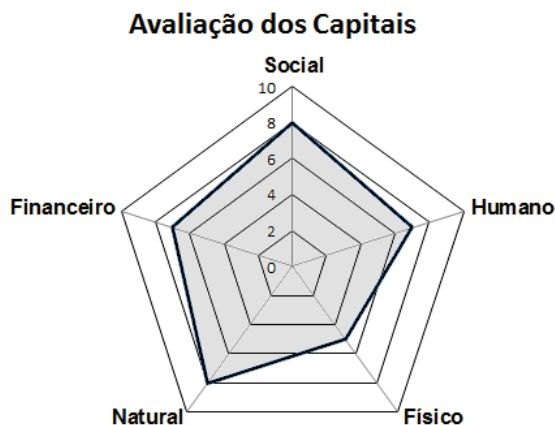
Um resumo dos resultados obtidos com a aplicação da metodologia de Diagnóstico dos Cinco Capitais (Quadro 1) mostra a avaliação qualitativa dos capitais da fazenda, com ênfase nos pontos fortes e fracos.

Para visualizar os diagnósticos dos capitais, construiu-se o diagrama da figura 1, tendo-se como base as notas atribuídas pelo proprietário conforme sua percepção do grau do estado dos capitais na sua propriedade. A pegada central (cor cinza) representa o estágio atual dos capitais. A área do pentágono (cor branca) representa o potencial dos capitais a ser desenvolvido.

**Quadro 1** - Pontos Fortes e Fracos dos Estoques de Capital da Fazenda, Região de Araçatuba, Estado de São Paulo

Capital	Pontos fortes	Pontos fracos
Capital Social	Comunidade independente, mas que se conversa. Liberdade para trabalhar; quase todos trabalham. Não há conflitos. Família comprometida com a atividade.	Distância entre as propriedades dificulta relacionamento mais estreito.
Capital Humano	As funções dos trabalhadores estão bem definidas. A escolaridade é boa e os salários adequados. Em geral, as qualidades pessoais são positivas.	Há pouco treinamento, poucas pessoas para executar muito serviço e desgaste físico.
Capital Físico	Propriedade bem equipada, com maquinários de vida útil média que atendem às necessidades.	Faltam edificações para atender na plenitude às necessidades.
Capital Natural	Boa fertilidade do solo, relevo adequado às culturas existentes, vegetação nativa em fase de recuperação, pluviometria bem distribuída ao longo do ano e aguadas de boa qualidade, com duas nascentes na propriedade.	Parte da propriedade com declives mais acentuados. Algumas áreas de pastagens apresentam plantas invasoras de difícil controle.
Capital Financeiro	Rebanho produtivo em processo de melhoramento e estabilidade da renda da produção de leite.	Pequena margem de lucro do leite.

Fonte: Dados da pesquisa.

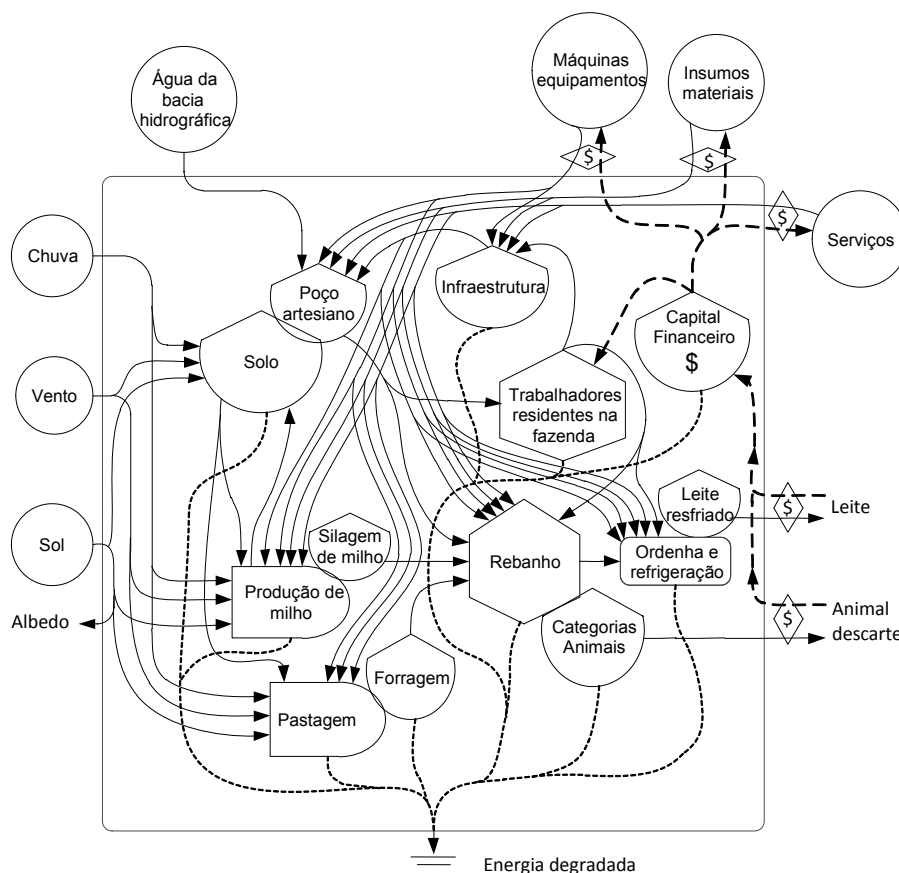
**Figura 1** - Diagnóstico dos Cinco Capitais na Fazenda, Conforme Percepção do Produtor, Região de Araçatuba, Estado de São Paulo.

Fonte: Dados da pesquisa.

A pegada (polígono cinza) dos capitais mostra que, relativamente, os Capitais Natural e Social apresentam maior desenvolvimento, com 80% de seu potencial, e o Capital Físico apresenta o menor desenvolvimento, com 50% de seu potencial, em razão do sucateamento dos equipamentos e de parte das benfeitorias, conforme a percepção do produtor. Os Capitais Humano e Financeiro ocupam posição intermediária, com 70% de seus potenciais.

### 3.2 - Resultado da Análise Emergética da Fazenda

Na figura 2, são apresentadas as fontes e os principais fluxos de energia do sistema de produção de leite da fazenda. O diagrama do sistema de produção tem como principais componentes as fontes externas de energia da natureza e da economia, o estoque de solo, a produção primária de forragem e silagem, o rebanho consumidor e o subsistema de



**Figura 2** - Diagrama Sistêmico de Fluxos de Energia da Fazenda, Região de Araçatuba, Estado de São Paulo.  
Fonte: Dados da pesquisa.

ordenha e resfriamento de leite e tem como produtos o leite e os animais vendidos. Mostra também os fluxos monetários de receita de vendas de animais, de leite e de pagamento pelos serviços e materiais da economia que contribuem para formar o estoque de Capital Financeiro.

O diagrama do sistema de produção de leite da fazenda foi desenhado conforme a percepção do produtor dos fatores endógenos e exógenos que influenciam na produção. Visualmente, no centro do desenho destacam-se os fluxos de materiais e serviços da economia para as atividades de pastagem, silagem, manejo do rebanho, ordenha e resfriamento do leite. O diagrama inclui, no sistema de alimentação do rebanho, o pasto e a silagem de milho produzida na propriedade, a compra de concentrados energéticos e proteicos e sais minerais.

Na fazenda, a mão de obra para a atividade

leiteira é contratada e o proprietário dirige a execução dos serviços, mas eles são diretamente executados por pessoas remuneradas que residem no local. Observa-se na literatura (COMAR; ORTEGA, 1996; COMAR, 1998; WADA; ORTEGA, 2003; FERNANDES; MÜLLER; CARVALHO, 2006; ALBUQUERQUE, 2006; RÓTOLO; CHARLÓN; FRANZESE, 2010) que não há padronização na contabilização da energia da mão de obra, isto ocorre devido aos objetivos de cada estudo. Nesta análise da produção de leite foram considerados os fluxos de energia do trabalhador residente na propriedade e a administrativa, do proprietário e dos serviços técnicos de manutenção externos.

A tabela de avaliação emergética, em escala anual por hectare (Tabela 1), foi construída com a média ponderada de dados mensais reais de registros contábeis e operacionais zootécnicos no período de seis anos agrícolas (o ano agrícola inicia-se em

**Tabela 1** - Cálculo Emergético da Bovinocultura Leiteira da Fazenda, Região de Araçatuba, Estado de São Paulo, Média de 2005 a 2011<sup>1</sup>

Nota	Item	U.	U.ha <sup>-1</sup> . ano <sup>-1</sup>	Transformidade sej.U. <sup>-1</sup> 2	F. Emergia E+13	%	Emdólar, Em\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>
<b>Recurso renovável (R)</b>						<b>14,69</b>	<b>506,21</b>
1	Sol	J	5,11E+13	1,00	5,11	0,28	9,47
2	Vento	J	5,68E+08	2,45E+03	0,14	0,01	0,26
3	Chuva	J	8,41E+10	3,10E+04	260,76	14,01	482,89
4	Água de poço semiartesiano	J	9,11E+09	1,76E+05	7,34	0,39	13,59
<b>Estoque não renovável (N)</b>						<b>0,35</b>	<b>12,13</b>
5	Perda de solo	J	5,28E+08	1,24E+05	6,55	0,35	12,13
<b>Insumo material (M)</b>						<b>78,11</b>	<b>2692,03</b>
6	Concentrados proteicos	kg	7,25E+02	3,26E+12	236,47	12,71	437,90
7	Concentrados energéticos	kg	2,24E+03	2,08E+12	465,84	25,03	862,66
8	Sal mineral e promotores	kg	2,43E-01	2,00E+12	0,19	0,01	0,36
9	Calcário	kg	6,72E+01	1,00E+12	6,72	0,36	12,45
10	Nitrogênio	kg	63,4	6,38E+12	40,42	2,17	74,86
11	Fósforo	kg	19,9	6,55E+12	13,06	0,70	24,19
12	Potássio	kg	5,0	2,92E+12	1,46	0,08	2,70
13	Controle de pragas	kg	1,83	2,49E+13	4,57	0,25	8,45
14	Mudas de eucalipto	N.	75,0	1,71E+11	1,28	0,07	2,38
15	Sêmen	US\$	23,5	5,40E+12	12,70	0,68	23,51
16	Nitrogênio líquido	US\$	7,69	5,40E+12	4,15	0,22	7,69
17	Medicamento curativo	US\$	68,7	5,40E+12	37,09	1,99	68,68
18	Medicamento preventivo	US\$	66,4	5,40E+12	35,83	1,93	66,35
19	Exames sanitários	US\$	11,0	5,40E+12	5,95	0,32	11,02
20	Material para limpeza	kg	22,44	6,38E+12	14,32	0,77	26,52
21	Combustível diesel	J	1,81E+09	9,21E+04	16,69	0,90	30,91
22	Ferramentas e utensílios	US\$	23,6	5,40E+12	12,72	0,68	23,56
23	Manutenção de máquinas	US\$	55,2	5,40E+12	29,82	1,60	55,22
24	Manutenção de instalações	US\$	64,5	5,40E+12	34,83	1,87	64,50
25	Energia elétrica	J	1,97E+09	2,52E+05	49,72	2,67	92,07
26	Fretes do leite	US\$	14,7	5,40E+12	7,95	0,43	14,72
27	Telefone	US\$	8,30	5,40E+12	4,48	0,24	8,30
28	Milho para silagem	US\$	156,0	5,40E+12	84,33	4,53	156,17
29	Animais	US\$	239,0	5,40E+12	129,10	6,94	239,08
30	Deprec. máquina e equipamento	US\$	365,0	5,40E+12	197,24	10,60	365,26
31	Outros bens da economia	US\$	12,5	5,40E+12	6,75	0,36	12,50
<b>Serviço e mão de obra (S)</b>						<b>6,85</b>	<b>236,09</b>
32	Mão de obra permanente	J	3,47E+08	1,20E+06	41,60	2,24	77,03
33	Mão de obra temporária	J	9,51E+06	4,00E+05	0,38	0,02	0,70
34	Administração superior	J	2,82E+07	8,00E+06	22,55	1,21	41,76
35	Téc. man. de máquinas	US\$	36,81	5,40E+12	19,88	1,07	36,81
36	Veterinário	J	4,36E+05	8,00E+06	0,35	0,02	0,65
37	Assistência técnica	J	1,45E+05	8,00E+06	0,12	0,01	0,21
38	Escritório e contabilidade	US\$	9,94	5,40E+12	5,37	0,29	9,94
39	Seguros	US\$	1,75	5,40E+12	0,94	0,05	1,75
40	Taxa, imposto e FUNRURAL	US\$	67,24	5,40E+12	36,31	1,95	67,24

<sup>1</sup>A memória de cálculos dos fluxos de energia, massa e monetários encontram-se no anexo 1 "Memória de cálculo".

<sup>2</sup>Referências das fontes de valores das transformidades - *baseline* para o *solar empower* é de 15,83E+24 sej/ano (ODUM, 2000) - encontram-se no anexo 1 "Memória do cálculo".

Fonte: Dados da pesquisa.

agosto e termina em julho). Por outro lado, em geral, nos estudos emergéticos da produção de leite (COMAR; ORTEGA, 1996; COMAR, 1998; WADA; ORTEGA, 2003; FERNANDES; MÜLLER; CARVALHO, 2006; ALBUQUERQUE, 2006; RÓTOLO; CHARLÓN; FRANZESE, 2010) os dados são obtidos em entrevistas com os produtores, com isso as informações fornecidas perdem a exatidão nas quantidades utilizadas.

A quantidade de produto da bovinocultura leiteira da fazenda, média anual do período de 2005 a 2011, em termos de energia produzida (joules) e receita em em dólar, é apresentada na tabela 2.

**Tabela 2** - Produto Médio Anual da Fazenda, em Termos de Energia e Emdólar, Região de Araçatuba, Estado de São Paulo, 2005 a 2011

Produto	Unidade	Quantidade
Energia do leite Ep	J	3,51E+10
Energia dos animais Ep	J	4,45E+09
Receitas em dólar	Em\$	1,63E+16

Fonte: Dados da pesquisa.

#### 4 - DISCUSSÃO

A elaboração do diagrama do sistema de produção da unidade com a participação do produtor resultou em maior entendimento das relações entre os estoques de capitais e os fatores exógenos e contribuiu para a visualização sistêmica dessa participação dando ênfase às interações entre os componentes e à presença de retroalimentações (*feedbacks*). A visão do produtor que afirmava que na “produção de leite tudo depende do dinheiro” foi alterada, pois sua participação na elaboração do diagrama permitiu verificar que os componentes dos sistemas e suas interações são fundamentais para entender e avaliar os impactos da produção.

O fluxo emergético (Tabela 1) do sistema de produção de leite da fazenda mostra alta dependência de recursos da economia, principalmente dos dois itens de rações concentradas, que representam 37,74% do fluxo total de energia do sistema. Tam-

bém se destaca a alta porcentagem do fluxo emergético devido à depreciação de máquinas e equipamentos (10,60%), que representam o uso do Capital Físico da fazenda.

Na fazenda, a soma do fluxo dos Recursos Naturais Renováveis (R) representa 14,68% (Tabela 2) do total, considerando-se a energia do sol, da chuva, do vento e da água do poço semiartesiano. Na literatura (Tabela 3), esta porcentagem em sistemas de produção de leite varia de 3,25% a 46,5%.

A perda de solos é a fonte de energia consumida nos processos produtivos agropecuários, classificada como Recurso Natural Não Renovável (N), que provoca grande impacto ambiental no sistema. Em quase todos os trabalhos de análise emergética este item é contabilizado, seguindo a metodologia de Odum (1996). No entanto, os valores relativos de N são pequenos. Nesta unidade produtiva o fluxo emergético de N, considerando exclusivamente a perda de solo, é de  $6,55E+13$  sej.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, que corresponde a 0,35% dos fluxos totais de energia. Na literatura (Tabela 3), esta porcentagem para sistemas de produção de leite está entre 1,03% e 8,9% e, em termos absolutos, entre  $3,27E+15$  sej.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> e  $7,66E+17$  sej.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. O valor absoluto de N é muito menor do que os da literatura, devido à adoção de práticas conservacionistas, conforme mostrou o diagnóstico do Capital Natural na fazenda.

A entrada de materiais (*inputs*) no sistema vindos de fontes externas denomina-se materiais (M). Neste grupo, alocam-se o maior e mais diversificado número de itens, dependendo muito da forma com que os dados são obtidos. Quanto maior for a possibilidade de fracionar e realizar com exatidão os registros, melhor será a qualidade da informação para a gestão. O fluxo de energia (M) no seu sistema produtivo corresponde a 78,11% do fluxo total. Isto mostra a grande dependência de insumos vindos de fora do sistema produtivo e penaliza os índices de sustentabilidade derivados desta variável. A maior contribuição para o alto valor de M são os concentrados energéticos, com 12,70%, e proteicos, com 25,03%, utilizados na alimentação dos bovinos. Na literatura (Tabela 3), o percentual de bens provenien-

**Tabela 3** - Fluxos Agregados de Emergia e Índices Emergéticos dos Ciclos Anuais da Bovinocultura Leiteira da Fazenda, Região de Araçatuba, Estado de São Paulo, Média do Período de 2005 a 2011

Fluxo agregado	Unidade	Fazenda		Valores da literatura <sup>1</sup> (%)	
		Emergia	%	Mínimo	Máximo
R	sej•ha <sup>-1</sup> •ano <sup>-1</sup>	2,73E+15	14,68	3,25	46,50
N	sej•ha <sup>-1</sup> •ano <sup>-1</sup>	6,41E+13	0,352	1,03	8,90
M	sej•ha <sup>-1</sup> •ano <sup>-1</sup>	1,45E+16	78,11	22,90	67,62
S	sej•ha <sup>-1</sup> •ano <sup>-1</sup>	1,27E+15	6,85	2,44	70,46
Y	sej•ha <sup>-1</sup> •ano <sup>-1</sup>	1,86E+16	-	-	-
<b>Índice emergético</b>					
EYR	adimensional		1,18	1,05	2,67
ELR	adimensional		5,90	0,95	25,3
EIR	adimensional		5,73	0,60	18,92
%R	%		14,83	3,25	46,5
N/R	adimensional		5,80	0,16	56,22
ESI	adimensional		0,20	0,042	1,66
EER	adimensional		1,17	-	-
Tr	sej•J <sup>-1</sup>		4,74E+05	2,49E+05	6,48E+06

<sup>1</sup>Ver Albuquerque (2006), Comar e Ortega (1996), Comar (1998), Fernandes, Müller e Carvalho (2006), Rótolo, Charlón e Franzese (2010), Wada e Ortega (2003).

Fonte: Dados da pesquisa.

tes da economia (M) nos sistemas de produção de leite, varia de 22,90% a 67,62%.

O fluxo de emergia da mão de obra e serviços (S) representa 6,85% do total dos fluxos emergéticos. Os trabalhos da literatura de sistemas de produção de leite apresentam percentual entre 2,44% e 70,46%.

Os índices emergéticos indicam baixa sustentabilidade do sistema de produção de leite, em grande parte devido às aquisições de insumos com origem de fora da propriedade, as quais têm sido cada vez mais intensas.

O aprimoramento e especialização da raça holandesa do rebanho do sistema produtivo têm elevado a necessidade de uma alimentação compatível com o nível produtivo dos animais. O aumento de aquisição externa mantém os animais nutridos, garantindo o nível produtivo satisfatório, no entanto, impacta negativamente a contabilidade emergética e econômica.

A intensificação das áreas produtivas, com a rotação de pastagens irrigadas em 20.000 m<sup>2</sup>, gera

um aproveitamento intenso das forragens ali produzidas. Os melhores animais se beneficiam de um capim de melhor qualidade, diminuindo a quantidade necessária de suplementos energéticos e proteicos em sua dieta.

Percebe-se aumento na eficiência no uso da área, no entanto, o impacto do uso de elementos externos é sentido, pois há acréscimos no consumo de energia elétrica devido à irrigação, na adubação nitrogenada, e necessidade de maior uso de fósforo e micronutrientes para deixar as forrageiras nutricionalmente equilibradas. A manutenção da fertilidade do solo, tida como um dos pontos fortes no estoque de Capital Natural da fazenda, necessita de suplementos minerais. Em todos os sistemas agropecuários, inclusive nos que se dispõe da reciclagem de seus nutrientes, a complementariedade do que foi extraído dos pastos se faz necessária para manter a fertilidade do solo.

A baixa sustentabilidade indicada pelos índices emergéticos motivou a busca por soluções mais sustentáveis, dentre elas:



- a) O consórcio de capim com leguminosas, garantindo a incorporação do nitrogênio que a natureza oferece de forma gratuita, do ponto de vista econômico.
- b) Utilização de plantas como banco de proteínas, minimizando o uso de concentrados proteicos na dieta total dos animais.
- c) O uso de esterco dos animais, que é produzido principalmente em torno dos cochos de arração no período da seca e que é facilmente amontoado com trator e lâmina. A utilização do esterco úmido implica um manejo um pouco mais intenso, pois seu recolhimento e distribuição envolvem equipamentos e instalações mais complexas, que esta unidade produtiva ainda não possui.
- d) O plantio de eucalipto no pasto proporciona sombreamento que melhora o bem-estar dos animais. Pequenos bosques e renques de eucalipto foram plantados desde 2005 nos 30 hectares usados para a pecuária de leite, representando 0,07% do fluxo total anual de energia. O eucalipto, além de proporcionar sombra para os animais, também faz a ciclagem de nutrientes de solo aumentando a fertilidade do solo ao redor de suas copas e produzindo mais forragem, com melhor recuperação do pasto no período pós-seca. A análise emergética contribui para validar o uso desta prática de enriquecimento ambiental.
- e) Outra opção de mudança é sobre a produção de milho grão para consumo como energético, dentro da unidade. Para isso, pequenas alterações de ordem gerencial podem ser implantadas, uma vez que, por muitos anos, o plantio de milho para silagem foi realizado e a propriedade conta com parte dos equipamentos necessários em seu inventário (Capital Físico), necessitando apenas de poucos serviços do mercado. Com isto, será diminuída a alta dependência de concentrados, melhorando os índices de sustentabilidade emergética.

O sistema de produção de leite da fazenda tem passado por várias mudanças ao longo dos

anos em busca de equilíbrio financeiro, devido às dificuldades periódicas do setor de laticínios.

Agora, os resultados das análises dos estoques de capitais e emergética fornecem justificativas para uma mudança estrutural no sistema, apontando para a adoção do Sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Dentre os benefícios diretos esperados tem-se a possibilidade do plantio de árvores para a produção de madeira, ou outras espécies para a produção de frutas ou essências, e a vantagem da sombra e seus benefícios viriam com pouco ônus para sua implantação, promovendo um melhor proveito dos fluxos de energia agregados ao sistema.

## 5 - CONCLUSÃO

A hipótese de sustentabilidade da atividade leiteira depender das interações complexas entre os Cinco Capitais é comprovada pelos resultados obtidos, como seguem:

- a) A Transformidade ( $Tr$ ) indicou que a energia solar requerida para obter a energia de uma unidade de produto foi de  $4,74E+05$   $sej.J^{-1}$ , média de seis anos, considerando a unidade de produto como sendo a soma das energias produzidas do leite e da carne dos animais vendidos, valor baixo em relação à literatura, devido à soma das energias do leite e da carne;
- b) A Razão de Produção Emergética calculada ( $EYR$  média igual a 1,18) mostra que a quantidade de energia da natureza (renováveis e não renováveis) incorporada na produção (leite e animais) é praticamente nula quando comparada com a energia total usada, portanto, é baixa a contribuição "gratuita" da natureza;
- c) A Razão de Investimento de Energia ( $EIR$  médio 5,73) mostra um alto investimento da sociedade para se produzir leite nesse sistema;
- d) A Razão da Carga Ambiental ( $ELR$  médio 5,9) mostra alta degradação ambiental (estresse);
- e) A Razão Não Renovável/Renovável ( $N/R$  mé-

- dia de 5,8) indica que as práticas de conservação do solo têm permitido ganho neste índice;
- f) O Índice de Renovabilidade (%R médio igual a 14,83%) mostra baixa sustentabilidade do sistema face à baixa proporção do uso da energia de recursos naturais renováveis em relação a energia contida no produto; e
- g) O Índice de Sustentabilidade (*ESI* médio de 0,20) com valor próximo de zero indica uma baixa contribuição potencial de um sistema (*EYR*) por unidade de carga ambiental (*ELR*) imposto à área ocupada.

A Energia Total (*Y*) usada por hectare/ano (*Y* médio de  $1,86E+16$  sej.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>) encontra-se na mesma ordem de grandeza observada na literatura relativa a sistemas produtores de leite (COMAR; ORTEGA, 1996; COMAR, 1998; WADA; ORTEGA, 2003; FERNANDES; MÜLLER; CARVALHO, 2006; RÓTOLO; CHARLÓN; FRANZESE, 2010).

Conclui-se pela necessidade de mudanças na condução dos sistemas produtivos, com o objetivo de melhorar os atuais índices emergéticos, adotando, por exemplo, métodos orgânicos de produção, sistemas agroecológicos, implantação de integração da lavoura com a pecuária ou adoção de sistema de silvicultura para melhorar os indicadores de sustentabilidade.

Conclui-se também que a integração dos métodos de Diagnóstico dos Cinco Capitais e de Análise Emergética possibilita determinar o grau de sustentabilidade de sistemas de produção de leite em Unidades de Produção Agropecuárias e auxiliar na sua gestão.

## LITERATURA CITADA

- ALBUQUERQUE, T. C. **Avaliação emergética de propriedades agrosilvipastoris do Brasil e da Colômbia**. 2006. 195 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.
- ALVES, E.; AMBRÓSIO, L. A. Descrição dos capitais e rentabilidade da empresa. In: PERES, F. C. et al. (Orgs.). **O programa empresário rural**. São Paulo: SENAR/SP, 2005. cap. 2, p. 31-58.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL - BCB. **Taxas de câmbio**. Brasília: BCB. Disponível em: <<http://www4.bcb.gov.br/pec/taxas/port/ptaxnpsq.asp?id=txcotacao>>. Acesso em: 20 dez. 2011.
- BASTIANONI, S. et al. The solar transformity of oil and petroleum natural gas. **Ecological Modelling**, Issue 186, pp. 212-220, 2005.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 5. ed. São Paulo: Ícone, 2005. 355 p.
- BRANDT-WILLIAMS, S. L. Handbook of emergy evaluation: a compendium of data for emergy computation Issued in a Series of Folios. **Center for Environmental Policy**, Gainesville, Aug. 2002. 40 p. Disponível em: <<http://www.ees.ufl.edu/cep/>>. Acesso em: 22 mar. 2006.
- BROWN, M. T.; ULGIATI, S. Emergy analysis and environmental accounting. **Encyclopedia of Energy**, Boston, Vol. 2, pp. 329-354, 2004.
- CARNEY, D. (Ed.). **Sustainable rural livelihoods: what contribution can we make?** London: Department for International Development Natural Resources Advisers' Conference, 1998. 213 pp.
- CAVALETTI, O. **Análise emergética da piscicultura integrada à criação de suínos e de pesque-pagues**. 2004. 140 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.
- COMAR, M. V. **Avaliação emergética de projetos agrícolas e agro-industriais no Alto Rio Pardo: a busca do desenvolvimento sustentável**. 1998. 209 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.
- \_\_\_\_\_.; ORTEGA, E. Avaliação emergética da produção de leite de uma fazenda típica no município de Botucatu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECOLOGIA, 3., 1996, Brasília. **Anais...** Brasília: UnB, 1996.
- FERNANDES, E. N.; MÜLLER, M. D.; CARVALHO, G. R. **Índices emergéticos para avaliação da sustentabilidade sistemas de produção de leite**. São Paulo: Instituto Agrícola/FNP, 2006. Disponível em: <[http://guernsey.cnpq.embrapa.br/sites/default/files/indices\\_emergeticos\\_para\\_avaliacao\\_da\\_sustentabilidade\\_sistemas\\_de\\_producao\\_de\\_leite.pdf](http://guernsey.cnpq.embrapa.br/sites/default/files/indices_emergeticos_para_avaliacao_da_sustentabilidade_sistemas_de_producao_de_leite.pdf)>. Acesso em: 20 maio 2009.
- FERRAZ, J. M. G. As dimensões da sustentabilidade e seus indicadores. In: MARQUES, J. F.; SKORUPA, L. A.; FERRAZ, J. M. G. (Eds.). **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. p. 15-35.
- HOWLETT, D. et al. Stakeholder analysis and local identification of indicators of the success and sustainability of

farming based livelihood systems. **Indicators for Natural Resources Management and Policy**, Manchester, Issue 5, 2000. 25 p.

KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu: Agroecológica, 2001. 348 p.

ODUM, H. T. **Environmental accounting: energy and decision making**. 1. ed. New York: John Wiley e Sons Inc, 1996. 370 p.

\_\_\_\_\_.; BROWN, M. T.; BRANDT-WILLIAMS, S. **Handbook of energy evaluation folio #1: introduction and global budget**. Gainesville, Center for Environmental Policy, 2000. 16 p.

\_\_\_\_\_. **Handbook of energy evaluation folio #2: energy of global processes**. Gainesville: Department of Environmental Engineering Sciences, 2000. 30 p.

ORTEGA, E. Contabilidade ambiental e econômica de projetos agroindustriais. In: CONFERENCE BRAZILIAN FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY CONGRESS, 16., 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: IUFOST, 1998.

\_\_\_\_\_. et al. Energy comparison of ethanol production in Brazil: traditional versus small distillery with food and electricity production. In: BIENNIAL EMERGY ANALYSIS RESEARCH CONFERENCE, 2., 2001, Gainesville. **Anais...** Gainesville: CEP, 2001.

PEREIRA, L. **Análise multiescala multicritério da sustentabilidade ecológica brasileira**. 2012. 167 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

ROMANELLI, T. L. **Sustentabilidade energética de um sistema de produção da cultura de eucalipto**. 2007. 121 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Agronomia, Escola Superior de Agronomia Luis de Queiroz, Piracicaba, 2007.

RÓTOLO, G. C.; CHARLÓN, V.; FRANZESE P. P. Emery accounting of an integrated grazing-milking system in Argentina's Pampas. In: BIENNIAL EMERGY EVALUATION AND RESEARCH CONFERENCE, 6., 2010, Gainesville. **Anais...** Gainesville: CEP, 2010.

SCOONES, I. Sustainable rural livelihoods: a framework for analysis. **Institute of Development studies**, Brighton, Issue 72, 1998.

WADA, D. K.; ORTEGA, E. Comparação dos balanços de energia de dois sistemas de produção de leite. In: ORTEGA, E. (Org.). **Engenharia ecológica e agricultura sustentável: exemplos de uso da metodologia emergética-ecossistêmica**. Campinas: UNICAMP, 2003. Disponível em: <<http://www.fea.unicamp.br/docentes/ortega/livro/in dex.htm>>. Acesso em: 19 jun. 2012.

WOODHOUSE, P.; HOWLETT, D.; RIGBY, D. **A framework for research on sustainability indicators for agriculture and rural livelihoods**. London: Department for International Development (DFID), 2000. 39 p.

Recebido em 12/09/2014. Liberado para publicação em 13/11/2014.

**ESTUDO DA SUSTENTABILIDADE DE SISTEMA DE PRODUÇÃO DE LEITE POR MEIO DO DIAGNÓSTICO DOS CINCO CAPITALIS E DA ANÁLISE EMERGÉTICA, REGIÃO DE ARAÇATUBA, ESTADO DE SÃO PAULO**

**Anexo 1**

**MEMÓRIA DE CÁLCULO EMERGÉTICO**

Em função da disponibilidade de dados sobre os fluxos de energia e de massa que entram no sistema, em escala mensal, os cálculos foram realizados por mês e depois agregados por ano. Com isso aumentou-se a precisão dos cálculos.

Para obter consistência entre os valores das transformidades obtidos na literatura, adotou-se a base de referência (*baseline*) da energia global (15,83E+24 sej/ano) calculada por Odum (2000). Para tanto, as transformidades que têm como base o *solar empower* de 1996 (9,44E+24 sej/ano) foram multiplicadas por 1,68. Para as transformidades obtidas em trabalhos que não explicitam a base de referência, considerou-se que foram corrigidos para bases atualizadas em relação ao ano da publicação.

**Recursos Naturais Renováveis (R)**

**1) Sol**

Radiação solar = 501 MJ•m<sup>-2</sup>•mês<sup>-1</sup> (Votuporanga, Estado de São Paulo, CIAGRO, 2011).

Conversão = 501 MJ•m<sup>-2</sup>•mês<sup>-1</sup> × 10000 m<sup>2</sup>•ha<sup>-1</sup> × 1E+6 J•MJ<sup>-1</sup> = 5,01E+13 J•ha<sup>-1</sup>•mês<sup>-1</sup>

Fluxo de energia = (100-Albedo)/100 × J•ha<sup>-1</sup>•mês<sup>-1</sup> = (100-14,8)/100 × 5,01E+13 J•ha<sup>-1</sup>•mês<sup>-1</sup> = 4,26E+12 J•ha<sup>-1</sup>•mês<sup>-1</sup> × 12 mês•ano<sup>-1</sup> = 5,11E+13 J•ha<sup>-1</sup>•ano<sup>-1</sup>.

Albedo = % •mês<sup>-1</sup>, porcentagem da radiação solar refletida, média mensal

Pastagem	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Albedo %	18	18	19	16	15	12	13	12	12	13	14	17	14,8

Transformidade = 1,00E+00 sej•J<sup>-1</sup> (ODUM, 1996).

**2) Vento**

Densidade do ar = 1,3 kg•m<sup>-3</sup>

Velocidade média mensal = 1,74 m•s<sup>-1</sup> (Votuporanga, Estado de São Paulo, CIAGRO, 2011)

Vento geotrópico = 0,6×1,75 m•s<sup>-1</sup> (60% da velocidade média mensal) = 1,04 m•s<sup>-1</sup>

Coefficiente de arraste = 0,001 adimensional

Conversão = (1,3 kg•m<sup>-3</sup>) × (1,04 m•s<sup>-1</sup>)<sup>3</sup> × 0,001 × (10.000 m<sup>2</sup>•ha<sup>-1</sup>) × (60 s•min<sup>-1</sup> × 60 min•h<sup>-1</sup> × 24 h•d<sup>-1</sup>) × (d•mês<sup>-1</sup>) = 4,73E+07 J•ha<sup>-1</sup>•mês<sup>-1</sup>

Fluxo de energia = 12 mês•ano<sup>-1</sup> × 4,73E+07 J•ha<sup>-1</sup>•mês<sup>-1</sup> = 5,68E+08 J•ha<sup>-1</sup>•ano<sup>-1</sup>

Transformidade = 2,45E+03 sej•J<sup>-1</sup> (ODUM; BROWN; BRANDT-WILLIAMS, 2000).

**3) Chuva**

Precipitação = 140 mm•mês<sup>-1</sup> × 10 = 1400 m<sup>3</sup>•ha<sup>-1</sup>•mês<sup>-1</sup> (coletado na fazenda).

Densidade da água = 1.000 kg•m<sup>-3</sup>

Energia da água = 5.000 J•kg<sup>-1</sup> (Energia livre de Gibbs).

Conversão = (1.400 m<sup>3</sup>•ha<sup>-1</sup>•mês<sup>-1</sup>) × (1.000•kg•m<sup>-3</sup>) × (5.000 J•kg<sup>-1</sup>) = 7,01E+09 J•ha<sup>-1</sup>•mês<sup>-1</sup>

Fluxo de energia = 12 mês•ano<sup>-1</sup> × 7,01E+09 J•ha<sup>-1</sup>•mês<sup>-1</sup> = 8,41E+10 J•ha<sup>-1</sup>•ano<sup>-1</sup>

Transformidade = 3,10E+04 sej•J<sup>-1</sup> (ODUM; BROWN; BRANDT-WILLIAMS, 2000).

**4) Água do poço semiartesiano**

Água consumida = 1,52E+05 m<sup>3</sup>•mês<sup>-1</sup> (coletado na fazenda).

Densidade da água =  $1.000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Energia da água =  $5.000 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$  (energia livre de Gibbs).

Conversão =  $(1,52\text{E}+05 \text{ m}^3 \cdot \text{mês}^{-1}) \times (1.000 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}) \times (5.000 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}) \times \text{área ha}^{-1} = 7,59\text{E}+08 \text{ J} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{mês}^{-1}$

Fluxo de energia =  $12 \text{ mês} \cdot \text{ano}^{-1} \times 7,59\text{E}+08 \text{ J} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{mês}^{-1} = 9,11\text{E}+09 \text{ J} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$

Transformidade =  $1,76\text{E}+05 \text{ sej} \cdot \text{J}^{-1}$  (ODUM, BROWN; BRANDT-WILLIAMS, 2000)

### Recursos Naturais Não Renováveis (N)

#### 5) Perda de solo

Perda de solo, com práticas conservacionistas =  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$  (média pastagem 900 kg/ha) (BERTONI; LOMBARDI-NETO, 2005). A distribuição mensal se baseia na curva de distribuição do índice de erosão para a região de Presidente Prudente (BERTONI; LOMBARDI-NETO, 2005).

Índice de erosão mensal = % Porcentagem (BERTONI; LOMBARDI-NETO, 2005).

Pastagem	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
% Erosão	0,016	0,14	0,20	0,18	0,11	0,11	0,01	0,015	0,015	0,02	0,06	0,08	0,0833

Perda de solo mensal =  $1.280 \text{ kg solo} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$

Teor de matéria orgânica (MO) no solo = 1,825 %

Energia da matéria orgânica =  $5.400 \text{ kcal} \cdot \text{kg MO}^{-1}$ .

Conversão =  $(0,01825) \times (1.280 \text{ kg solo} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}) \times (5.400 \text{ kcal} \cdot \text{kg MO}^{-1}) \times (4.186 \text{ J} \cdot \text{kcal}^{-1})$

Fluxo de energia da matéria orgânica =  $5,28\text{E}+8 \text{ J} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$

Transformidade =  $1,24\text{E}+05 \text{ sej} \cdot \text{J}^{-1}$  (BRANDT-WILLIAMS, 2002).

### Recursos da Economia (M)

#### 6) Concentrados proteicos (farelo de soja, algodão)

Consumo mensal pelo rebanho =  $1,81\text{E}+03 \text{ kg} \cdot \text{mês}^{-1}$  (coletado na fazenda).

Conversão =  $1,81\text{E}+03 \text{ kg} \cdot \text{mês}^{-1} \times 30 \text{ ha}^{-1} \times 12 \text{ mês} \cdot \text{ano}^{-1}$

Fluxo de massa =  $7,25\text{E}+02 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$

Transformidade =  $3,26\text{E}+12 \text{ sej} \cdot \text{kg}^{-1}$  (CAVALETT, 2004).

#### 7) Concentrados energéticos (milho)

Consumo mensal pelo rebanho =  $5,60\text{E}+03 \text{ kg} \cdot \text{mês}^{-1}$  (coletado na fazenda).

Conversão =  $5,60\text{E}+03 \text{ kg} \cdot \text{mês}^{-1} \times 30 \text{ ha}^{-1} \times 12 \text{ mês} \cdot \text{ano}^{-1}$

Fluxo de massa =  $2,24\text{E}+03 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$

Transformidade =  $2,08\text{E}+12 \text{ sej} \cdot \text{kg}^{-1}$  (CAVALETT, 2004).

#### 8) Sal mineral e Promotores

Consumo mensal pelo rebanho =  $2,425 \text{ kg} \cdot \text{mês}^{-1}$  (coletado na fazenda).

Conversão =  $2,425 \text{ kg} \cdot \text{mês}^{-1} \times 30 \text{ ha}^{-1} \times 12 \text{ mês} \cdot \text{ano}^{-1}$

Fluxo de massa =  $9,74\text{E}-01 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$

Transformidade =  $2,0\text{E}+12 \text{ sej} \cdot \text{kg}^{-1}$  (ALBUQUERQUE, 2008 *apud* ORTEGA et al., 2001)

#### 9) Calcário

Consumo mensal pela pastagem =  $1,68\text{E}+02 \text{ kg} \cdot \text{mês}^{-1}$  (coletado na fazenda).

Conversão =  $1,68\text{E}+02 \text{ kg} \cdot \text{mês}^{-1} \times 30 \text{ ha}^{-1} \times 12 \text{ mês} \cdot \text{ano}^{-1}$

Fluxo de massa =  $6,72\text{E}+01 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$

Transformidade =  $1,0\text{E}+12 \text{ sej} \cdot \text{kg}^{-1}$  (BRANDT-WILLIAMS, 2002).

#### 10) Nitrogênio

Consumo mensal pela pastagem =  $1,59\text{E}+02 \text{ kg} \cdot \text{mês}^{-1}$  (coletado na fazenda).

Conversão =  $1,598\text{E}+02 \text{ kg} \cdot \text{mês}^{-1} \times 30 \text{ ha}^{-1} \times 12 \text{ mês} \cdot \text{ano}^{-1}$

Fluxo de massa =  $63,4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$

Transformidade =  $6,38E+12 \text{ sej} \cdot \text{kg}^{-1}$  (BROWN; ULGIATI, 2004)

### 11) Fósforo

Consumo mensal pela pastagem =  $4,98E+01 \text{ kg} \cdot \text{mês}^{-1}$  (coletado na fazenda).

Conversão =  $4,98E+01 \text{ kg} \cdot \text{mês}^{-1} \times 30 \text{ ha}^{-1} \times 12 \text{ mês} \cdot \text{ano}^{-1}$

Fluxo de massa =  $19,9 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$

Transformidade =  $6,55E+12$  (BROWN; ULGIATI, 2004)

### 12) Potássio

Consumo mensal pela pastagem =  $1,25E+01 \text{ kg} \cdot \text{mês}^{-1}$  (coletado na fazenda).

Conversão =  $1,25E+01 \text{ kg} \cdot \text{mês}^{-1} \times 30 \text{ ha}^{-1} \times 12 \text{ mês} \cdot \text{ano}^{-1}$

Fluxo de massa =  $5,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$

Transformidade =  $2,92E+12 \text{ sej} \cdot \text{kg}^{-1}$  (ODUM, 1996)

### 13) Controle de pragas

Consumo mensal pela pastagem =  $4,56 \text{ kg} \cdot \text{mês}^{-1}$  (coletado na fazenda).

Conversão =  $4,56 \text{ kg} \cdot \text{mês}^{-1} \times 30 \text{ ha}^{-1} \times 12 \text{ mês} \cdot \text{ano}^{-1}$

Fluxo de massa =  $1,83 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$

Transformidade =  $2,49E+13 \text{ sej} \cdot \text{kg}^{-1}$  (BROWN; ULGIATI, 2004)

### 14) Mudanças de eucalipto

Consumo mensal pastagem =  $75 \text{ unidades} \cdot \text{ha}^{-1}$  (coletado na fazenda).

Transformidade =  $1,71E+11 \text{ sej} \cdot \text{unidade}^{-1}$  (ROMANELLI, 2007)

### 20) Material para limpeza

Consumo mensal =  $56,10 \text{ kg} \cdot \text{mês}^{-1}$  (coletado na fazenda).

Conversão =  $56,10 \text{ kg} \cdot \text{mês}^{-1} \times 30 \text{ ha}^{-1} \times 12 \text{ mês} \cdot \text{ano}^{-1}$

Fluxo de massa =  $22,44 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$

Transformidade =  $6,38E+12 \text{ sej} \cdot \text{kg}^{-1}$  (ORTEGA, 1998; ALBUQUERQUE, 2008).

### 21) Combustível (Diesel)

Consumo mensal pastagem =  $1,44E+02 \text{ L} \cdot \text{mês}^{-1}$  (coletado na fazenda).

Conversão =  $1,44E+02 \text{ L} \cdot \text{mês}^{-1} \times 3,14E+07 \text{ J} \cdot \text{L}^{-1} \times 30 \text{ ha}^{-1} \times 12 \text{ mês} \cdot \text{ano}^{-1} = \text{J} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$

Fluxo de energia =  $1,81E+09 \text{ J} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$

Transformidade =  $9,21E+04 \text{ sej} \cdot \text{J}^{-1}$  (BASTIANONI et al., 2005).

### 25) Energia elétrica

Consumo mensal de kwatts•h =  $1,37E+03 \text{ kwatts} \cdot \text{h} \cdot \text{mês}^{-1}$  (coletado na fazenda).

Conversão kwatts•h em joules =  $1,37E+03 \text{ kwatts} \cdot \text{h} \cdot \text{mês}^{-1} \times 3,6E+06 \text{ J} \cdot (\text{kwatts} \cdot \text{h})^{-1} \times 30 \text{ ha}^{-1} \times 12 \text{ mês} \cdot \text{ano}^{-1}$

Fluxo de energia =  $1,97E+09 \text{ J} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$

Transformidade =  $2,52E+05 \text{ sej} \cdot \text{J}^{-1}$  (BROWN; ULGIATI, 2004).

### 32) Mão de obra permanente

Homens-dias no mês =  $33,30 \text{ HD} \cdot \text{ano}^{-1}$  (coletado na fazenda).

Energia por HD =  $2.500 \text{ kcal} \cdot \text{HD}^{-1}$

Conversão em joules do mês =  $33,30 \text{ HD} \cdot \text{ano}^{-1} \times 2.500 \text{ kcal} \cdot \text{HD}^{-1} \times 4.168 \text{ J} \cdot \text{kcal}^{-1} \times 30 \text{ ha}^{-1}$

Fluxo de energia =  $3,47E+08 \text{ J} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$

Transformidade =  $1,20E+06 \text{ Sej} \cdot \text{J}^{-1}$  (ORTEGA et al., 2001).

### 33) Mão de obra temporária

Homens-dias no mês =  $0,91 \text{ HD} \cdot \text{ano}^{-1}$  (coletado na fazenda).

Energia por HD =  $2.500 \text{ kcal} \cdot \text{HD}^{-1}$

Conversão em joules do mês =  $0,91 \text{ HD} \cdot \text{ano}^{-1} \times 2.500 \text{ kcal} \cdot \text{HD}^{-1} \times 4.168 \text{ J} \cdot \text{kcal}^{-1} \times 30 \text{ ha}^{-1}$

Fluxo de energia =  $9,51E+06 \text{ J} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$

Transformidade =  $4,00E+06 \text{ Sej} \cdot \text{J}^{-1}$  (ORTEGA et al., 2001).

### 34) Mão de obra administrativa, nível superior.

Homens-dias no mês =  $2,71 \text{ HD} \cdot \text{ano}^{-1}$  (coletado na fazenda).

Energia por HD =  $2.500 \text{ kcal} \cdot \text{HD}^{-1}$

Conversão em joules do mês =  $2,71 \text{ HD} \cdot \text{ano}^{-1} \times 2.500 \text{ kcal} \cdot \text{HD}^{-1} \times 4.168 \text{ J} \cdot \text{kcal}^{-1} \times 30 \text{ ha}^{-1}$

Fluxo de energia =  $2,82E+07 \text{ J} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$

Transformidade =  $8,00E+06 \text{ Sej} \cdot \text{J}^{-1}$  (ORTEGA et al., 2001).

### 36) Veterinário J

Homens-dias no mês =  $0,0405 \text{ HD} \cdot \text{ano}^{-1}$  (coletado na fazenda).

Energia por HD =  $2.500 \text{ kcal} \cdot \text{HD}^{-1}$

Conversão em joules do mês =  $0,0405 \text{ HD} \cdot \text{ano}^{-1} \times 2.500 \text{ kcal} \cdot \text{HD}^{-1} \times 4.168 \text{ J} \cdot \text{kcal}^{-1} \times 30 \text{ ha}^{-1}$

Fluxo de energia =  $4,36E+05 \text{ J} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$

Transformidade =  $8,00E+06 \text{ Sej} \cdot \text{J}^{-1}$  (ORTEGA et al., 2001).

### 37) Assistência técnica J

Homens-Dias no mês =  $0,0135 \text{ HD} \cdot \text{ano}^{-1}$  (coletado na fazenda).

Energia por HD =  $2.500 \text{ kcal} \cdot \text{HD}^{-1}$

Conversão em joules do mês =  $0,0135 \text{ HD} \cdot \text{ano}^{-1} \times 2.500 \text{ kcal} \cdot \text{HD}^{-1} \times 4.168 \text{ J} \cdot \text{kcal}^{-1} \times 30 \text{ ha}^{-1}$

Fluxo de energia =  $1,45E+05 \text{ J} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$

Transformidade =  $8,00E+06 \text{ Sej} \cdot \text{J}^{-1}$  (ORTEGA et al., 2001).

### Itens com conversão de dólar em emdólar

15) Sêmen; 16) Nitrogênio líquido; 17) Medicamentos curativos; 18) Medicamentos preventivos; 19) Exames sanitários; 22) Ferramentas e utensílios; 23) Manutenção de máquinas; 24) Manutenção de instalações; 26) Fretes do transporte de leite; 27) Telefone; 28) Milho para silagem; 29) Compra de animais; 30) Depreciação de máquinas e equipamentos; 31) Outros bens da economia; 35) Técnico manutenção de máquinas; 38) Escritório de contabilidade; 39) Seguros; 40) Taxa e impostos - FUNRURAL.

Gasto mensal =  $\text{R\$} \cdot \text{mês}^{-1}$  (coletado na fazenda).

Conversão em dólar do mês =  $\text{R\$} \cdot \text{mês}^{-1} \times \text{US\$} \cdot \text{R\$}^{-1} = \text{US\$} \cdot \text{mês}^{-1}$  (BCB, 2011).

Fluxo monetário =  $\Sigma \text{US\$} \cdot \text{mês}^{-1} = \text{US\$} \cdot \text{ano}^{-1}$

Transformidade =  $\text{Emdólar} \times \text{US\$}$  (PEREIRA, 2012).

Emdólar Brasil, PNB nominal (Valores estimados baseados em PEREIRA, 2012)

Ano	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Sej•US\$ <sup>-1</sup>	5,81E+12	5,66E+12	5,52E+12	5,39E+12	5,28E+12	5,18E+12	5,08E+12

Emdólar médio =  $5,40E+12$ .





# MECANISMOS E RESULTADOS DE AÇÕES REGIONAIS DE PESQUISA AGRÍCOLA BASEADAS EM ESTUDOS PROSPECTIVOS<sup>1</sup>

Ricardo Firetti<sup>2</sup>  
Maria Beatriz Machado Bonacelli<sup>3</sup>

**RESUMO:** Este trabalho discute variáveis relacionadas à prospecção tecnológica, ações e resultados de pesquisa do Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Sorocabana, da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), centro de pesquisa regionalizada. Para a análise, foram selecionadas três atividades/produtos agropecuários (maracujá, batata-doce e ovinocultura de corte) identificados como relevantes em levantamento prospectivo realizado em dezembro de 2007. Os resultados apontam que para cada atividade foram utilizados mecanismos distintos na captação de financiamento e fomento, condução das pesquisas, interação com atores locais e transferência ou difusão de conhecimentos. Ademais, observou-se a geração de inovações, ou seja, houve apropriação de novas técnicas de produção pelos atores locais (adoção), principalmente no processo de formação e plantio de mudas, além da geração de novos negócios em biotecnologia.

**Palavras-chave:** agropecuária, inovação agrícola, gestão de P&D, pesquisa pública, planejamento da pesquisa.

## MECHANISMS AND RESULTS OF REGIONAL AGRICULTURAL RESEARCH ACTIONS BASED ON PROSPECTIVE STUDIES

**ABSTRACT:** This article discusses technology foresight variables, research actions and findings at the Alta Sorocabana Regional Hub of Agribusiness Development of the Sao Paulo Agency of Agribusiness and Technology (APTA), a center of regionalized research whose modus operandi focuses on identifying opportunities, problems and demands of local supply chains. Our analysis selected three activities or agricultural products - passion fruit, sweet potatoes and sheep raised for meat - identified as relevant in a prospective survey conducted in December 2007. Our results indicate that different mechanisms for each activity were used to obtain financing and promotion, conduct research, interact with local actors, and transfer or diffuse knowledge. Moreover, we observed the creation of innovations, ie, local actors appropriated new production techniques (adoption), especially in the planting and seedling processes, having also generated new biotechnology businesses.

**Key-words:** agriculture and livestock, agricultural innovation, R&D management, public research, research planning, Brazil

**JEL classification:** Q16.

<sup>1</sup>Os autores agradecem a colaboração dos pesquisadores do Polo Regional de Desenvolvimento dos Agronegócios da Alta Sorocabana, vinculado à Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, pela concessão das entrevistas. Registrado no CCTC, REA-23/2014.

<sup>2</sup>Zootecnista, Mestre, Pesquisador Científico da APTA Regional (DDD-APTA/SAA-SP), Presidente Prudente, SP, Brasil (e-mail: rfiretti@apta.sp.gov.br).

<sup>3</sup>Economista, Doutora, Professora Livre-docente do Departamento de Política Científica e Tecnológica (DPCT/IG/Unicamp), Campinas, SP, Brasil (e-mail: bia@ige.unicamp.br).

## 1 - INTRODUÇÃO

Este trabalho tem o planejamento, a gestão e a avaliação em Organizações Públicas de Pesquisa (OPP) como temas principais. Analisaram-se, comparativamente, os mecanismos e formas de atuação da pesquisa agrícola posteriormente à realização de levantamento prospectivo, realizado em dezembro de 2007, sobre oportunidades e necessidades tecnológicas de três atividades agropecuárias consideradas importantes e com capacidade futura para geração de renda para pequenos produtores do território do Pontal do Paranapanema, Estado de São Paulo, Brasil.

As ações de pesquisa e desenvolvimento (P&D) analisadas são fruto do trabalho coordenado por pesquisadores do Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios (PRDTA) da Alta Sorocabana, centro de pesquisa agropecuária com abrangência territorial, vinculado à Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (APTA/SAA-SP).

Os resultados apresentados têm sua origem vinculada à prospecção de demandas realizada na região de abrangência desse centro, que propiciou o processo de internalização da capacidade institucional no atendimento às necessidades de P&D do território e o reconhecimento da instituição pela sociedade na resolução dos problemas que dificultam o desenvolvimento da agropecuária regional.

O trabalho está organizado em cinco seções, contando com a introdução. Na segunda, é apresentada a estrutura na qual está imersa a P&D de abrangência regional no Estado de São Paulo, Brasil. Na seção seguinte, é realizada a caracterização do território sob análise e são relatados os principais resultados do estudo prospectivo no Pontal do Paranapanema. Posteriormente, é apresentada a metodologia analítica deste trabalho, destacando-se o conjunto de variáveis que possibilitaram diferenciar os mecanismos e resultados das ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) agrícola. Na quinta seção, é disponibilizada a análise dos resultados a partir de quadro analítico comparando as três atividades agrí-

colas e as respectivas ações de pesquisa. Na sexta e última seção, são feitas as considerações finais.

## 2 - CENTROS DE PESQUISA AGRÍCOLA COM ABRANGÊNCIA TERRITORIAL

Conforme abordado por Salles Filho, Bonacelli e Mello (2000), a partir da década de 1990, houve uma busca mundial por alternativas de modelos organizacionais para as instituições de pesquisa, alicerçada por um processo de transformação produtiva, comercial e financeira, no qual a globalização ou mundialização teve implicações evidentes sobre a forma de se fazer ciência, tecnologia e inovação com implicações. No Brasil, em âmbito federal e estadual, não foi diferente. Exemplo deste fato foi a redefinição da trajetória dos institutos da SAA-SP, que passaram por processos de transformação organizacional desde 1998, culminando na criação da APTA.

Assim, no Estado de São Paulo, foi realizada uma ampla mudança organizacional, iniciando pela criação de uma agência pública de pesquisa em agronegócios, vinculando em sua estrutura as OPP anteriormente ligadas à pasta da Secretaria de Agricultura e Abastecimento, concentrando as decisões hierárquicas e administrativas.

Posteriormente, foi colocado em prática um processo de distribuição de atividades, passando de níveis hierárquicos superiores para níveis inferiores dentro da mesma pessoa jurídica, ocorrendo uma distribuição de competências, sempre com a presença do vínculo de subordinação e hierarquia, seguindo conceitos da "desconcentração administrativa"<sup>4</sup>

<sup>4</sup>O conceito de desconcentração na administração pública, segundo Medauar (2001), refere-se à distribuição de atividades de um centro para setores periféricos ou de níveis hierárquicos superiores para níveis inferiores dentro de uma mesma pessoa jurídica, e está associado a órgãos da administração direta. Ocorre uma distribuição de competências, sistematizada de tal forma que as atribuições são distribuídas internamente, sempre com a presença do vínculo de subordinação e hierarquia (ARAÚJO NETO, 2005). De forma distinta, a descentralização pressupõe o repasse de atribuições da administração direta para pessoas jurídicas diferentes, sem vínculo de subordinação direta de uma perante a outra, sem vinculação hierárquica (ARAÚJO NETO, 2005). As autarquias, empresas públicas, socie-

(MEDAUAR, 2001; ARAÚJO NETO, 2005).

A redistribuição de atividades e competências foi efetivada com a reorganização da APTA, a partir do Decreto 46.488/2002 do Governo de Estado (SÃO PAULO, 2002), que a definiu como “instituição pública de pesquisa da Secretaria de Agricultura e Abastecimento” com a missão de

gerar, adaptar e transferir conhecimentos científicos e tecnológicos para os agronegócios, visando o desenvolvimento socioeconômico e o equilíbrio do meio ambiente.

A APTA foi composta por unidades de coordenação, planejamento e avaliação; “unidades de realização de pesquisa e desenvolvimento com abrangência estadual”; e

unidades de realização de pesquisa e desenvolvimento regional como centros de pesquisa e desenvolvimento focados nas cadeias de produção dos agronegócios locais: os Polos Regionais de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios (SÃO PAULO, 2002).

Por definição, os Polos Regionais de Desenvolvimento Tecnológico são

unidades multidisciplinares de pesquisa e desenvolvimento, com sede e abrangência da atuação localizadas numa região paulista, objetivando gerar e transferir conhecimentos científicos e tecnológicos com foco nas demandas das cadeias de produção regionais, sempre com o suporte dos centros de excelência dos institutos de pesquisa da APTA.

Para Rio (2009), os Polos Regionais fazem parte de um conjunto de inovações organizacionais muito importantes que ocorreram na pesquisa agrícola paulista, “pois alteraram a estrutura de organização da APTA e dos institutos de pesquisa e promoveram a regionalização da pesquisa”.

A forma de atuação dos centros de P&D de abrangência regional remete ao esforço na geração e adaptação de conhecimentos e/ou tecnologias centrados no “Modo 2” de produção de conhecimento (GIBBONS et al., 2000) e a partir da combinação entre pesquisa básica e aplicada sugerida por Stokes (2005).

---

dades de economia mista e fundações públicas são produtos da descentralização administrativa.

Enquanto no “Modo 1” de produção de conhecimento a pesquisa se organiza em disciplinas estanques e se desenvolve pela curiosidade intelectual dos pesquisadores, no “Modo 2” as instituições de pesquisa estão diretamente associadas e/ou vinculadas aos usuários e os incentivos se baseiam em produtos práticos, reais ou esperados (GIBBONS et al., 2000). Para os autores, os resultados da pesquisa são apropriados por grupos sociais não acadêmicos e a sequência de produção linear é rompida, sendo o conhecimento desenvolvido no contexto das aplicações.

Schwartzman (2009) aponta que o “Modo 2” de produção do conhecimento é uma tendência que vem ocorrendo em todo o mundo, pois a pesquisa científica e tecnológica tem se tornado mais importante, mais onerosa e mais fortemente ligada a interesses e motivações de ordem prática, havendo maiores restrições para a pesquisa acadêmica tradicional.

Stokes (2005), que trata da aplicação da ciência e da tecnologia, entende que os novos modelos de inovação científica combinam a pesquisa básica (amplia o campo do entendimento fundamental) e a aplicada (volta-se para alguma necessidade ou aplicação por parte de um indivíduo), classificando essa “forma híbrida” de Quadrante de Pasteur. Ou seja, para o autor, a pesquisa pode ser movida, ao mesmo tempo, pela busca de entendimento científico e por considerações de uso.

De acordo com Firetti e Veiga Filho (2012), em 2011, os 15 Polos Regionais respondiam por 25% do total de 780 pesquisadores da APTA; 31% dos projetos de pesquisa em andamento; 30,6% do total de artigos completos publicados em periódicos; 20,4% dos projetos financiados pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) - agência de fomento do governo de São Paulo; e 23% dos projetos de pesquisa financiados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - agência de fomento do governo federal. A infraestrutura dessas unidades de pesquisa compreendia em torno de 11.000 hectares de áreas destinadas à conservação ambiental e pesquisa agropecuária.

Deve-se levar em consideração que a presença

de pesquisadores permanentemente lotados nos Polos Regionais e focados na resolução de problemas das cadeias de produção locais tende a contribuir para uma melhor articulação entre os atores das cadeias produtivas, possibilitando a criação de sinergias e aprendizado por meio do contato e discussão frequente (interação entre atores), o que potencialmente amplia a eficiência e, especialmente, a eficácia<sup>5</sup> dos processos de difusão, comunicação e adoção de novas técnicas de produção e/ou comercialização.

### 3 - PROSPECÇÃO DE DEMANDAS TECNOLÓGICAS E OPORTUNIDADES NO TERRITÓRIO DO PONTAL DO PARANAPANEMA

A utilização da prospecção de demandas tecnológicas para nortear a geração e a transferência de tecnologias ao setor produtivo é antiga (JANTSCH, 1967), porém, ganhou novos contornos a partir do amadurecimento dos conceitos sobre o modelo interativo de inovação (KLINE; ROSENBERG, 1986), no qual a pesquisa, desenvolvimento e inovação envolvem grande número de atores que atuam de diferentes maneiras no processo de produção.

A utilização de metodologias de prospecção de demandas agrícolas ganhou mais relevância em instituições de pesquisa agropecuária no Brasil na década de 1990, com ampla difusão pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). A partir desse período, a APTA desenvolveu estudos em cadeias produtivas em algumas regiões do estado, incluindo o Pontal do Paranapanema (BEZERRA et al., 2010; FIRETTI et al., 2012).

De maneira geral, os resultados dos estudos prospectivos com foco em regiões ou territórios específicos possibilitam identificar e priorizar as ca-

deias produtivas de maior interesse e/ou maior potencial socioeconômico para a realidade analisada. Em contrapartida, estudos prospectivos direcionados às cadeias produtivas permitem estruturar ações específicas visando solucionar problemas específicos, conferindo maior competitividade aos diferentes segmentos produtivos. Ambos os enfoques fornecem subsídios para organizações de ciência e tecnologia traçarem diretrizes e realizarem ações de gestão da pesquisa e inovação (FIRETTI et al., 2012).

#### 3.1 - Território do Pontal do Paranapanema

Mesmo possuindo elevado grau de industrialização, o Estado de São Paulo tem no agronegócio um setor muito expressivo. Estima-se o Produto Interno Bruto (PIB) estadual do setor em R\$213 bilhões para 2013, cerca de 20% do PIB do agronegócio brasileiro, com o agronegócio paulista representando aproximadamente 15% do PIB total do estado (CEPEA, 2014a). O setor gera em torno de 15% dos empregos formais da economia paulista, sendo que a maior parte está concentrada na agroindústria (35%) e em serviços (47%). O segmento de produção agropecuária responderia por 16% dos empregos formais, todavia, esses números não incluem o trabalho da mão de obra familiar, fundamental nas micro e pequenas propriedades.

Ainda segundo dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2014b), as vantagens comparativas de São Paulo fazem com que o Estado tenha um agronegócio em que predominam os segmentos agroindustrial e de serviços, com 41,5% e 43% do PIB do setor no ano de 2013, enquanto a agropecuária (“dentro da porteira”) representou 9,5% do PIB do agronegócio estadual. Comparativamente ao PIB do agronegócio nacional, o segmento agropecuário paulista representa somente 5,4% do PIB desse segmento no Brasil como um todo. Já o PIB da agroindústria paulista representa quase 30% do PIB agroindustrial do país, enquanto o segmento de insumos agropecuários representa 18% do equivalente nacional.

<sup>5</sup>Segundo Rossetti (2003), a eficiência se traduziria na utilização de todos os recursos disponíveis, sob a condição da ausência de capacidade ociosa, operando no limite máximo de suas potencialidades, enquanto a eficácia de um processo se concretiza com a satisfação das exigências ou necessidades requeridas pelos grupos que irão adquirir o que foi produzido, assim como alcançar plenamente os objetivos daqueles que oferecem o produto.

Embora represente menos de 10% do PIB do agronegócio paulista e 1,4% do PIB total, o segmento agropecuário tem grande importância no aspecto econômico dos municípios, pois foi o principal componente de 28,7% das 645 cidades do estado em 2003, de acordo com a Fundação SEADE (2014). Já o setor Agroterciário (ou agrosserviços) é o principal componente de 25% dos municípios. Outro aspecto relevante é que cerca de 87% do Valor Adicionado da Agropecuária estadual é gerado por municípios com populações de até 100 mil habitantes (BESSA; APARICIO, 2013).

Gonçalves (2006) aponta que, apesar desses números expressivos, há desigualdades regionais a serem enfrentadas no Estado de São Paulo. A observação de agrupamentos de municípios do Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) revelava que os municípios mais desenvolvidos, pertencentes ao Grupo 1, estavam concentrados na linha que une os espaços da megametrópole das regiões da capital e Campinas e que prolongam-se no sentido de Ribeirão Preto (Figura 1), sendo que os municípios com menores índices de desenvolvimento socioeconômico estão localizados nas regiões mais periféricas do estado, especialmente concentradas as regiões Oeste, Sudoeste, Sul e Leste.

O Pontal do Paranapanema, localizado na Região Administrativa (RA) de Presidente Prudente, abrange 32 municípios que oferecem reduzido número de oportunidades de emprego para a absorção de sua mão de obra. Isso ocorre em decorrência da fragilidade da economia urbana dos municípios, que apresentam baixa capacidade de absorção da população ao mercado de trabalho e se encontram pouco equipados para atender às necessidades crescentes de serviços básicos (OLIVETTE, 2005).

Conforme observado por Firetti et al. (2010), o agravamento da crise econômica que atingiu as esferas federal e estadual, na década de 1980, contribuiu para a intensificação de conflitos sociais pela terra e impulsionou a criação de assentamentos e reassentamentos rurais. Entre 5.500 e 6.000 famílias estavam estabelecidas em 101 assentamentos. Segundo o autor, esse território é considerado uma das últimas frontei-

ras do desenvolvimento paulista pela Secretaria de Economia e Planejamento do Estado de São Paulo.

No ano de 2010, a população do Pontal do Paranapanema era de 573.368 habitantes, sendo que 36,2% (207.610 pessoas) concentravam-se no município de Presidente Prudente (IBGE, 2012). Sua população rural era 14,52% do total, cerca de 60 mil pessoas.

Os municípios que compõem a região abrangem 1.843.900 hectares (7,4% do total estadual), dos quais 91,2% são ocupados por Unidades de Produção Agropecuárias (UPAs)<sup>6</sup>, conforme o Levantamento Censitário de Unidades de Produção Agrícola do Estado de São Paulo, realizado no biênio 2007/08 (SÃO PAULO, 2009).

Em 2007/08 havia na referida região 20.950 UPAs, das quais a agropecuária conduzida em propriedades de até 50 hectares ocupava 17,21% da área total, mas representavam 79,4% das unidades de produção. No estrato de 50 hectares a 500 hectares sumarizou-se significativa parcela de 33,4% da área total, correspondendo a 17,7% das unidades. As propriedades acima de 500 hectares (0,6% das UPAs) ocupavam 49,41% da área total. Em aproximadamente 44% dos casos, o proprietário do imóvel residia na própria UPA, apenas 20,5% utilizavam crédito rural e 2,2% dispunham de algum tipo de seguro agrícola (SÃO PAULO, 2009).

### 3.2 - Principais Apontamentos do Estudo Prospectivo

Em 2007, foi estruturada pelo Departamento de Gestão Estratégica da APTA, em parceria com a UNICAMP e UNESP/Botucatu, uma metodologia para prospectar demandas e oportunidades para atividades agrícolas nos Polos Regionais, cujo objetivo era identificar as transformações necessárias para ampliar as ações de P&D na região de atuação, buscando um novo modelo de pesquisa, orientada para

<sup>6</sup>Conceitualmente, o termo Unidade de Produção Agropecuária assemelha-se ao conceito de Estabelecimento Agropecuário adotado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

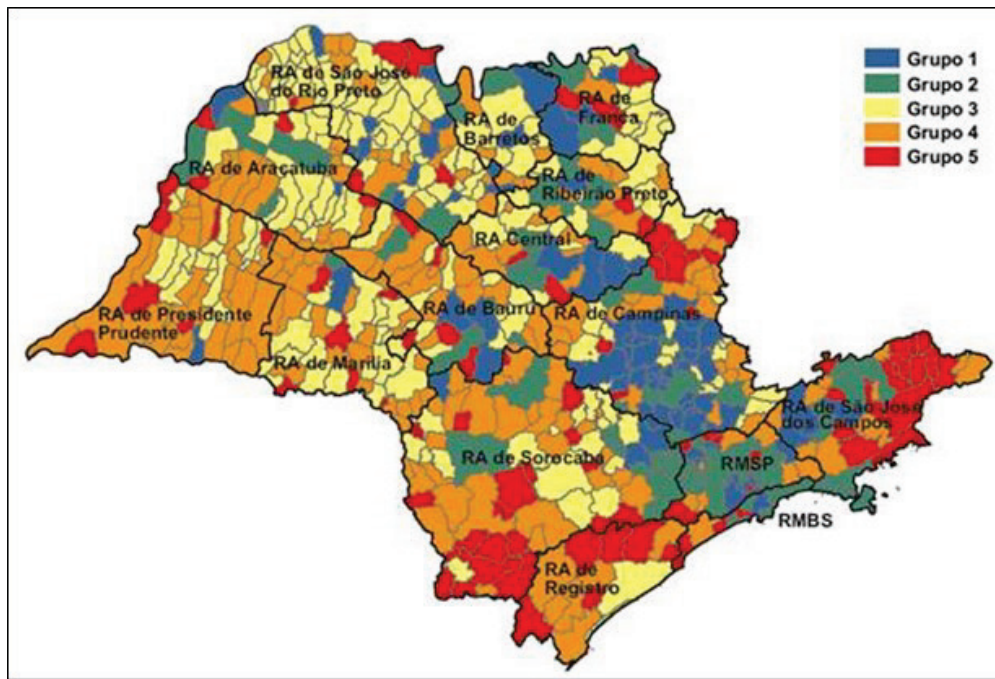


Figura 1 - Índice Paulista de Responsabilidade Social, 2012<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Grupo 1 - Municípios com elevado nível de riqueza e bons indicadores sociais; Grupo 2 - Bons níveis de riqueza que não se refletem nos indicadores sociais; Grupo 3 - Nível de riqueza baixo, mas com bons indicadores nas dimensões escolaridade e longevidade; Grupo 4 - Baixa riqueza e níveis intermediários de longevidade e/ou escolaridade.

Fonte: SEADE (2013).

atender as especificidades dos territórios estudados (BEZERRA et al., 2010).

Essa metodologia foi aplicada através da elaboração de painel com 50 participantes, no Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Sorocabana, responsável pela PD&I de abrangência territorial do Pontal do Paranapanema. Participaram do painel atores de diversas instituições e dos setores público e privado, com interface junto ao sistema de ciência tecnologia e inovação (CT&I) e às cadeias produtivas do agronegócio regional, buscando auferir legitimidade ao processo em que se discutiram as necessidades e prioridades da pesquisa para atender as demandas do agronegócio regional.

Para identificar as atividades com potencial futuro de geração de empregos e renda, considerando-se aqui o conceito de agronegócio<sup>7</sup>, realizou-se

um levantamento de dados com os participantes do painel, utilizando-se a abordagem de prospecção de futuro denominada Technological Foresight (HORTON, 1999), que é baseada em processos participativos e permite a formação de consenso a partir de vários pontos de vista sobre as possíveis formas desejáveis nas quais o futuro poderia se desenvolver.

Buscou-se quantificar a percepção dos atores sobre: a capacidade atual na geração de empregos e renda para o trabalhador; a capacidade futura na geração de empregos e renda para o trabalhador; a capacidade atual na geração de renda para o pequeno produtor; a capacidade futura na geração de renda para o pequeno produtor; a capacidade atual na geração de renda para o médio e grande produtor; a capacidade futura na geração de renda para o médio e grande produtor; o atual nível de capacitação regional; o futuro nível de capacitação regional; a contribuição atual ao desenvolvimento científico e tecno-

<sup>7</sup>Traduzido livremente para o português a partir de *agribusiness*, o conceito de agronegócios tem sua procedência na Universidade de Harvard e foi desenvolvido pelos pesquisadores John Davis e Ray

Goldberg em 1957 (SILVA; BREITENBACH, 2013).

lógico regional; a contribuição futura ao desenvolvimento científico e tecnológico regional; a disponibilidade atual de assistência técnica, a eficiência e efetividade atual dos mecanismos de Transferência de Tecnologia do polo à região do Pontal do Paranapanema; e, por fim, sobre a oferta atual de tecnologia.

De forma geral, os resultados do trabalho prospectivo (BEZERRA et al., 2008; 2010; FIRETTI et al., 2012) indicaram a existência de forte correlação entre os diferentes níveis de capacitação futura e a geração futura de renda para os produtores rurais, sendo que o potencial gerador econômico das atividades apresentadas no painel de especialistas somente terá chance de se materializar caso haja íntima relação com a capacitação dos envolvidos. Por sua vez, observou-se também a correspondência entre os níveis de capacitação exigidos no futuro e a contribuição do sistema de pesquisa e desenvolvimento, ou seja, quanto mais elevado o nível de capacitação exigido no horizonte de dez anos a partir do painel, maior a importância da contribuição do desenvolvimento científico e tecnológico e, conseqüentemente, do papel institucional dos órgãos de pesquisa

No que se refere às atividades de produção e transformação agropecuária, foram identificadas 20 atividades agropecuárias com média/alta capacidade de geração de renda a pequenos produtores rurais, conforme disponibilizado por Firetti et al. (2012). Na figura 2, é possível observar o valor médio atribuído às atividades agrícolas pelos participantes do painel, classificadas em três agrupamentos estatísticos (quartis) distintos. No primeiro quartil, encontram-se as atividades com escore entre 4,3 e 4; no segundo, com escore entre 3,9 e 3,5; e no terceiro quartil, com escores abaixo de 3,4.

Além dos resultados objetivos apontados, foi possível obter a consolidação de um modelo de prospecção de demandas regionais, iniciar um processo de internalização da capacidade institucional no atendimento às demandas regionais e ter um maior reconhecimento da instituição do Polo Regional Alta Sorocabana pela sociedade na resolução dos problemas que dificultavam (e dificultam) o desenvolvimento da agropecuária regional.

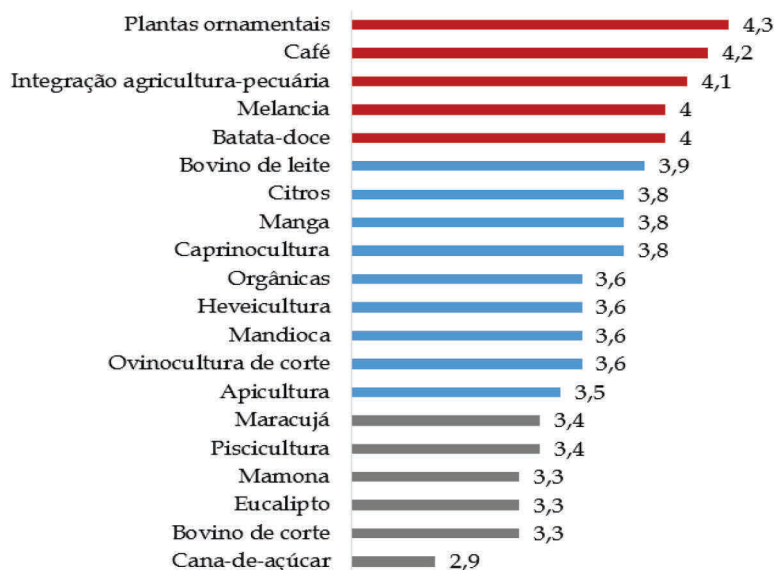
#### 4 - METODOLOGIA DE ANÁLISE

Este trabalho é resultado de pesquisa exploratória com o método comparativo em três casos distintos de ações de pesquisa. Para tanto, foi utilizado um quadro analítico elaborado especialmente para este fim, a partir do levantamento de dados secundários e originais. Os objetos de análise são as ações de geração e transferência de conhecimentos científicos e tecnológicos, realizadas pelo Polo Regional Alta Sorocabana, relacionadas a atividades agropecuárias identificadas no trabalho prospectivo de oportunidades e demandas tecnológicas, acima relatado.

De acordo com Selltiz et al. (1975), as pesquisas exploratórias são desenvolvidas com o objetivo de possibilitar uma visão generalizada sobre determinada questão ou objeto de pesquisa e são realizadas quando temas e objetos são pouco explorados, dificultando a formulação de hipóteses mais precisas. Normalmente, esse tipo de pesquisa é a primeira fase de estudos mais amplos. Para Gil (2012), o método comparativo é utilizado na investigação de fenômenos ou fatos visando ressaltar semelhanças e diferenças entre objetos estudados.

Observou-se o intervalo temporal compreendido entre julho de 2008, quando iniciou-se o processo de internalização de resultados prospectivos no centro de pesquisa, e julho de 2014.

O levantamento de dados secundários foi realizado por meio de pesquisa bibliográfica na literatura (BEZERRA et al., 2008; BEZERRA et al., 2010; FIRETTI et al., 2012); nos relatórios do estudo prospectivo, disponibilizados pelo Núcleo de Informação e Transferência do Conhecimento do PRDTA Alta Sorocabana; e nas bases de dados oficiais disponíveis em sítios da internet (APTA, 2014). Os dados originais foram obtidos a partir de entrevistas com os pesquisadores coordenadores das ações de pesquisa selecionadas, visando coletar informações sobre as variáveis relacionadas à base produtiva local, histórico de atuação da unidade, participação de empresas no processo, proteção intelectual, transferência de conhecimento, apropriação de resultados pelas



**Figura 2** - Atividades Agropecuárias com Maior Capacidade de Geração de Renda Futura a Pequenos Produtores, Estado de São Paulo, 2008 a 2014.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de Firetti et al. (2012).

comunidades locais e criação de novos negócios (*spin offs*).

Para a realização das análises, foram escolhidas três ações de pesquisa, realizadas com as atividades agrícolas de maracujá e batata-doce e com a atividade pecuária de ovinocultura de corte, sendo a escolha baseada em função, principalmente, de estarem presentes nos três quartis apresentados na Figura 2 e por terem sido financiadas por diferentes fontes (Quadro 1).

De acordo com Firetti et al. (2012), essas atividades foram identificadas na prospecção realizada em 2007 como portadoras de média/alta capacidade de geração de renda para pequenos produtores do Pontal do Paranapanema. Todavia, cada uma das três explorações selecionadas possui capacidades distintas para geração futura de renda e referem-se a atividades agropecuárias distintas entre si (agricultura permanente, agricultura temporária e pecuária de pequenos animais).

Os projetos formais de P&D que serão analisados foram cadastrados no Sistema de Gerenciamento de Pesquisas da APTA (SIGA) com os seguintes títulos: 1) Produção sustentável de maracujá por agricultores familiares no Pontal do Paranapanema

(2009/2011); 2) Produção de mudas de batata doce livres de vírus e a transferência da tecnologia aos produtores da região de Presidente Prudente, SP (2010/2012); e 3) Estudo prospectivo em ovinocultura de corte: mercados potenciais no interior paulista e possíveis rotas tecnológicas (2012/2014).

O quadro analítico comparativo foi elaborado utilizando 19 variáveis quantitativas, qualitativas e/ou dicotômicas (sim e não), organizadas em três blocos: a) Prospecção; b) Ação de pesquisa; e c) Resultados de pesquisa. Dessa forma, as variáveis foram organizadas da seguinte forma:

- a) Prospecção: VARIÁVEL 1 = Ações prioritárias de PD&I; VAR 2 = Capacidade de geração de renda a pequenos produtores em 2007; VAR 3 = Capacidade futura (10 anos) de geração de renda a pequenos produtores; VAR 4 = Nível de capacitação em 2007; VAR 5 = Nível futuro de capacitação; VAR 6 = Contribuição da P&D em 2007; VAR 7 = Contribuição futura da P&D; e VAR 8 = Eficiência/efetividade de transferência de conhecimentos do PRDTA para a região em 2007.
- b) Ação de pesquisa: VAR 9 = Grau de ocorrência de base produtiva local (pequena, média, elevada); VAR 10 = Atuação da unidade com a atividade



**Quadro 1 - Análise Comparativa de Ações de Pesquisa Desenvolvidas Utilizando Resultados Prospectivos no Pontal do Paranapanema, Estado de São Paulo, 2008 a 2014**

Item	Batata-doce	Maracujá	Ovinocultura
Ações prioritárias de PD&I	Sanidade vegetal (virologia); Avaliação de cultivares alternativos; Agregação de valor e outros usos Estudos de mercado;	Estudos de mercado; Sanidade vegetal	Sanidade animal; Sistemas de produção; Genética adaptada; Padronização de carcaça; Estudo de mercado;
Oferta de tecnologia	Média	Média baixa	Média baixa
Geração de renda	Média	Média baixa	Baixa
Geração de renda futura	Média alta	Média	Média alta
Capacitação	Baixa	Média baixa	Baixa
Capacitação futura	Média alta	Média	Média alta
Contribuição da P&D	Baixa	Média baixa	Baixa
Contribuição futura da P&D	Média alta	Média alta	Média alta
Eficiência do PRDTA	Média baixa	Média baixa	Baixa
Base produtiva local	Elevada	Pequena	Pequena
Atuação prévia de P&D na unidade	Elevada	Pequena	Pequena
Fonte de financiamento	Tesouro do Estado	Federal - CNPq	Estadual - FAPESP
Número de pesquisadores envolvidos	2	7	6
Pesquisadores de outras instituições públicas	0	0	3
Participação de empresas	Pequena	Nula	Elevada
Participação de produtores rurais	Elevada	Elevada	Elevada
Proteção intelectual	Elevada	Elevada	Pequena
Transferência de conhecimentos	Média	Elevada	Pequena
Apropriação de resultados	Elevada	Elevada	Nula
Criação de novos negócios	Sim	Não	Não

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados de Bezerra et al. (2008); Bezerra et al. (2010); Firetti et al. (2012); Narita (2014); Moreira (2014); Montes (2014).

(pequena, média, elevada); VAR 11 = Fonte de financiamento da pesquisa; VAR 12 = Número de pesquisadores/colaboradores envolvidos; VAR 13 = Número de docentes/pesquisadores de instituições públicas; VAR 14 = Participação de empresas no processo de P&D (pequena, média, elevada); e VAR 15 = Participação de produtores rurais no processo de P&D (pequena, média, elevada);

- c) Resultados de pesquisa: VAR 16 = Possibilidade de proteção intelectual de resultados (pequena, média, elevada); VAR 17 = Ocorrência de transferência de conhecimentos aos agentes da cadeia produtiva (pequena, média, elevada); VAR 18 = Ocorrência de apropriação de resultados/ inovação (pequena, média, elevada); e VAR 19 = Criação de novos negócios a partir de resultados gerados (nula, pequena, média, elevada).

A compilação dos dados acompanhou a observação de Bezerra et al. (2008), utilizando escala com oito níveis, a saber: nulo; muito baixa; baixa; média baixa; média; média alta; alta; muito alta.

## 5 - RESULTADOS

No primeiro bloco de variáveis analisadas (Prospecção) é possível observar algumas similaridades nos resultados prospectivos para as três atividades agropecuárias estudadas, inclusive no que se refere às Ações Prioritárias de PD&I (estudos de mercado, sanidade e genética). Isso ocorreu especialmente com a exigência do Nível de Capacitação Atual e Futura para essas atividades e com a necessidade de Contribuição Futura de P&D regional para

auxiliar na redução de entraves produtivos, questões ligadas à atuação do Polo Regional da Alta Sorocabana, conforme mencionado anteriormente e explorado com maiores detalhes em Firetti et al. (2012).

Quanto às outras variáveis desse bloco, nota-se a maior Oferta de Tecnologia para a cultura da batata-doce, quando comparada às outras atividades, principalmente à de maracujá, por esta se tratar de uma atividade econômica mais recente nessa região. Em contrapartida, o Nível de Capacitação Atual mais elevado para a atividade de maracujá poderia ser explicado pelo fato de esta cultura

ser explorada, na região, por grupos de agricultores organizados em associação, que possuem assistência técnica privada, e têm procurado a unidade de pesquisa com o intuito de realizar cursos de capacitação (NARITA, 2014).

A cultura da batata-doce aparece como sendo a de maior Capacidade Atual e Futura de Geração de Renda a Pequenos Produtores, comparativamente às outras duas atividades, pelo fato de esta atividade

Possuir uma base produtiva já tradicional, com histórias de acertos e erros e, de certa forma, mesmo quando se leva em consideração o Estado de São Paulo, pois há pelo menos 20 anos a região de Presidente Prudente responde por 40 a 60% da produção estadual dessa hortaliça. Em anos recentes, muito tem se falado regionalmente, em aproveitar a raiz da batata-doce, que é rica em amido, para a fabricação de álcool para uso farmacêutico e em cosméticos, além da utilização do amido e açúcar para a indústria de biscoitos (MONTES, 2014).

Já os menores escores para a atividade de ovinocultura de corte, em relação à Eficiência Atual do PRDTA e Geração de Renda Atual, seriam explicados pelo fato de essa cadeia produtiva

Ainda ser desestruturada de uma forma geral no estado de São Paulo, e mesmo no país, mas principalmente na região do Pontal. As estatísticas oficiais apontam que nossa região possui um grande número de cabeças de ovinos, quando comparadas a outras regiões do estado, mas esses animais estão dispersos nas propriedades rurais com outros tipos

de pecuária, e geralmente são criados para subsistência, ou consumo das famílias. Poucas propriedades têm a ovinocultura como atividade econômica importante. Quanto aos trabalhos realizados no Polo Regional, começamos a estruturar a unidade para atividades de pesquisa com ovinos apenas em 2006/2007, seguindo determinação da diretoria, e talvez por isso nossa efetividade tenha sido classificada dessa forma (MOREIRA, 2014).

O segundo bloco de variáveis apresentadas no quadro analítico comparativo (Ações de Pesquisa), refere-se a questões inerentes ao modo de produção de informações e conhecimento utilizado nas pesquisas observadas. Ou seja, leva em consideração a ocorrência de uma base produtiva local da atividade agropecuária, o histórico de atuação na unidade; estratégias de captação de recursos (fomento) à pesquisa; o tamanho das equipes de pesquisa; a participação de pesquisadores de outras instituições públicas (pesquisa interinstitucional); e a participação de empresas e/ou produtores rurais no processo de geração de tecnologia (modelo interativo de inovação). Nesse bloco de análise estão contidas as principais diferenças que caracterizam as três ações de pesquisa.

Das três atividades agropecuárias analisadas, sem dúvida, a cultura da batata-doce é a que possui maior relevância territorial. A região de Presidente Prudente historicamente tem concentrado a produção de batata-doce no Estado de São Paulo. O trabalho de Montes et al. (2006) aponta que esta região já chegou a ser responsável por 62% da produção paulista. Para 2012, estimou-se oficialmente uma área plantada de 1.600 hectares, com produção de 21.000 toneladas, o que resultaria em 30,8% da produção estadual, sendo que parte dessa redução está associada às reduções em área plantada e, principalmente, produtividade (IEA, 2013).

Com forte presença entre pequenos agricultores e agricultura familiar, nos últimos anos os produtores da Região de Presidente Prudente têm se queixado de acentuada queda da produtividade, e em alguns casos, inviabilizando economicamente a atividade. Isso tem ocorrido principalmente pela presença de

viroses nos materiais genéticos de posse dos agricultores, visto que eles quem produzem suas próprias 'sementes' (MONTES, 2014).

[Por sua vez] a área plantada de Maracujá tem oscilado entre 90 e 105 hectares no Pontal do Paranapanema, o que representa 5% do total plantado no Estado de São Paulo, mas apesar de ainda incipiente, tem grande potencial produtivo, principalmente quando se pensa no tipo de solo, clima quente e presença da agricultura familiar e assentados da reforma agrária. O maior problema da cultura são as viroses, que quando se instalam numa microrregião praticamente inviabilizam a expansão da atividade, pois as perdas são muito grandes (NARITA, 2014).

A ovinocultura de corte ainda é considerada uma cadeia de negócios emergente em São Paulo, na qual os casos de verticalização da produção representam os melhores exemplos de sucesso. O rebanho paulista era composto, entre os anos de 2007 e 2008, por 507 mil cabeças em quase 10.000 UPAS, segundo informações do Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuárias (Projeto LUPA), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SÃO PAULO, 2009). Do total do rebanho, cerca de 50% estaria concentrado na região Oeste do estado, cujos principais municípios são: Bauru, São José do Rio Preto, Araçatuba e Presidente Prudente. De acordo com dados do Censo Agropecuário (IBGE, 2009), no Estado de São Paulo existe predominância da pequena e média propriedade agrícola na ovinocultura, pois 46% dos estabelecimentos agropecuários com ovinos têm, em média, menos de 50 hectares.

No Pontal do Paranapanema, a expectativa era que

A ovinocultura de corte pudesse ajudar na diversificação de atividades agropecuárias, ainda mais quando se pensa no pequeno produtor, com rebanhos entre 60 e 100 matrizes, apostando inclusive na integração com a pecuária de leite e as duas atividades convivendo na mesma área de pastagens. Mas ainda um dos maiores entraves da atividade para a região, são os problemas comerciais, pois não temos frigoríficos especializados no abate de cordeiros, e praticamente

não existem informações estatísticas sobre o interesse do consumidor local, pensando, claro, em estimular a produção e consumo, num primeiro momento, dentro da região, onde a produção local teria mais competitividade (MOREIRA, 2014).

A atuação prévia de P&D ao estudo prospectivo, realizado em dezembro de 2007, na unidade de pesquisa regional, segue diretamente a importância das atividades agropecuárias na região, ou seja, as ações de P&D com a cultura da batata-doce tiveram início anteriormente às outras atividades. Esse fato tem relação com o histórico de criação da unidade, conforme exposto pela pesquisadora Sônia Montes (2014), tendo em vista que

A criação da APTA e dos Polos Regionais de pesquisa em 2002, que por decreto deveriam ter uma atuação localizada, coincidiu com a erradicação de 14.000 pés de laranja que havia na unidade, onde se realizavam diversos experimentos do Instituto Biológico e Instituto Agrônomo de Campinas sobre o convívio e controle do cancro cítrico. Com a erradicação, os pesquisadores da unidade tiveram que buscar novas atividades agrícolas para a realização de estudos, onde surgiu a demanda de produtores de Batata-doce.

As outras duas atividades agropecuárias passaram a receber a atenção dos pesquisadores do Polo Regional apenas em 2006 (ovinicultura) e 2007 (maracujá), após a conclusão do processo de contratação de novos pesquisadores, ocorrido em junho de 2005 (FIRETTI; VEIGA FILHO, 2012), e finalização do processo de adaptação do novo Corpo Técnico à realidade de seu território de atuação.

Esta última variável (P&D prévia na unidade) tem relação direta com a Fonte de Financiamento das ações analisadas, pois já havia condições preexistentes de infraestrutura para plantio (máquinas, implementos e casas de vegetação) e análises laboratoriais destinadas especificamente à cultura da batata-doce. Essas condições foram viabilizadas paulatinamente ao longo do tempo (cinco anos), quase que totalmente com investimentos e custeio provenientes do Tesouro Estadual, ou seja, pelos recursos orçamentários da própria agência de pesquisa. As pesquisas com as culturas de maracujá e ovinos, pelo

contrário, necessitavam de aportes maiores para investimentos em infraestrutura, equipamentos e disponibilização de custeio das ações, uma vez que os valores recebidos ordinariamente pelo Polo Regional eram insuficientes, acarretando a busca pelo financiamento em agência de fomento, respectivamente, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

Embora não discutido nas entrevistas, a presença de equipes maiores nas ações de P&D com maracujá e ovinos sugere ser efeito direto da necessidade de captação de recursos extra orçamentários em agências de fomento e da necessidade de internalizar, no Polo Regional, competências externas, visando ampliar a credibilidade e competitividade das propostas de pesquisa.

Outro aspecto que chama a atenção de maneira positiva é o fato de as três ações de P&D observadas possuírem elevada participação do segmento produtivo (produtores rurais) no processo de geração do conhecimento, seja na forma de concessão de entrevistas e fornecimento de informação sobre os sistemas de produção, ou por meio de pesquisa participativa, em que as propriedades rurais são utilizadas nos ensaios experimentais e de validação tecnológica.

Esse formato de atuação vai ao encontro do esperado no "Modo 2" de produção do conhecimento (GIBBONS et al., 2000) e possibilita a realização de atividades científicas mais próximas do Quadrante de Pasteur (STOKES, 2005). Entretanto, a pequena participação de empresas nesse processo merece ser objeto de estudos posteriores, pois este tema necessita de maiores entendimentos pelos pesquisadores que, em geral, tendem a se afastar das questões comerciais que envolvem a atividade produtiva.

No terceiro e último bloco de análise (Resultados de Pesquisa), que trata dos resultados gerados pelas pesquisas, são comparadas a possibilidade de proteção intelectual, a ocorrência de transferência do conhecimento, a apropriação dos resultados pelo segmento produtivo (ou outros agentes da cadeia) e a criação de novos negócios a partir de resultados

gerados.

No que tange às formas de propriedade intelectual, nenhum dos resultados obtidos nas ações de P&D passou por processos de proteção intelectual. De forma geral, com exceção de novas cultivares, sementes e matrizes agrícolas, o conhecimento e as tecnologias desenvolvidas pela APTA não recebem qualquer tipo de proteção.

Apenas os resultados obtidos nas ações de pesquisa realizadas com as atividades da batata-doce e do maracujá seriam passíveis de proteção, tendo em vista a geração de mudanças técnicas nos processos de formação de mudas isentas de vírus (nas duas culturas) e que poderiam culminar em novos negócios de fornecimento de material genético, por exemplo. Isso inclusive ocorreu na atividade de batata-doce, em que uma pequena empresa da região, que já atuava na área de micropropagação vegetal em orquídeas, foi identificada pelos pesquisadores e estimulada a testar e utilizar os protocolos de manutenção e reprodução de material genético, desenvolvidos nas pesquisas do Polo Regional, visando o fornecimento para produtores da região e, conseqüentemente, reduzindo a dependência do setor produtivo ao órgão público de pesquisa a partir da transferência tecnológica ao setor privado.

A transferência do conhecimento, por meio de ações formais realizadas pelo Polo Regional após a conclusão das pesquisas (dias de campo, cursos e palestras), foi considerada como de "pequena", "média" e "elevada" ocorrência, respectivamente, para as atividades de ovinocultura, batata-doce e maracujá.

No primeiro caso, os resultados gerados tratavam-se de informações e estratégias mercadológicas visando a ampliação de canais de comercialização na região, importantes para organização e estruturação da cadeia produtiva em âmbito regional, mas com pouca aplicação direta pelos produtores rurais.

No segundo caso, ocorreram algumas ações de transferência do conhecimento a produtores de batata-doce e agentes de assistência técnica vinculados a órgãos públicos, mas principalmente para um

grupo de produtores que historicamente interagem e acompanham as ações de pesquisa do centro desde 2003.

Por fim, para a cultura do maracujá, foi executado grande esforço de transferência e capacitação em todas as etapas do processo produtivo, visando a ampliação da área plantada tanto em propriedades agrícolas com histórico de atuação na fruticultura como em áreas novas de assentamentos da reforma agrária.

[Para tanto] fizemos uma parceria, um compromisso informal na etapa final do projeto com o escritório do ITESP aqui no Pontal, com técnicos que prestam serviços ao INCRA, e também com líderes dos movimentos de assentados, para que fizéssemos a capacitação dos produtores (NARITA, 2014).

Assim, nos dois últimos casos, foi possível observar a apropriação tecnológica dos resultados gerados na P&D pelos produtores rurais, corroborando com o explicitado por Salles Filho et al. (2011), de que a pesquisa agrícola é um efetivo exemplo de articulação entre governo, pesquisa e produção, com potencial para gerar soluções de base científica para os problemas.

Tal apropriação ainda não dá sinais, mesmo que avaliados superficialmente, da existência de impactos positivos sobre a produção de batata-doce e maracujá no Pontal do Paranapanema. Ressalta-se que as bases de dados de levantamento estatístico oficiais (estadual e federal) são subjetivas, ou seja, utilizam-se de informantes locais, o que dificulta essa verificação, possível apenas com a estruturação de procedimentos para avaliação de impactos multidimensionais, tal qual disponíveis em Zackiewicz (2005) e Castro (2011).

## 6 - CONCLUSÕES

A análise comparativa entre as ações de PD&I realizadas no Pontal do Paranapanema reforça a importância da realização de estudos prospectivos no ambiente de Ciência, Tecnologia e Inovação Agrícola, principalmente como etapa fundamental para o

planejamento e priorização das atividades relacionadas à inovação.

O estudo prospectivo realizado no Pontal do Paranapanema, em 2007/2008, possibilitou ao Polo Regional Alta Sorocabana, centro de P&D com abrangência regional, direcionar grande parte das ações de geração e transferência tecnológica e de conhecimento realizadas por seu corpo técnico de pesquisadores a sanar problemas enfrentados pelo setor produtivo local.

Na comparação entre as ações de pesquisa observadas, identificaram-se questões que poderiam ser melhor investigadas futuramente, tais como os mecanismos utilizados nos centros de P&D da APTA no tocante ao financiamento das pesquisas; os motivos que refletem a pequena participação de atores de outras instituições (projetos interinstitucionais); e, principalmente, o funcionamento da proteção intelectual das novidades e tecnologias geradas no âmbito da agência pública de pesquisa, especialmente nos centros de abrangência regional.

## LITERATURA CITADA

AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS - APTA. **Banco de dados**. São Paulo: APTA. Disponível em: <<http://www.apta.sp.gov.br/pesquisas>>. Acesso em: 2014.

ARAÚJO NETO, E. **Curso de direito administrativo**. São Paulo: Saraiva, 2005. 282 p.

BESSA, V. C.; APARICIO, C. A. **PIB dos municípios paulistas 2011**. São Paulo: Fundação SEADE, 2013. 13 p.

BEZERRA, L. M. C. et al. Desenvolvimento rural da Alta Sorocabana em São Paulo: uma contribuição através da prospecção de demandas. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 6, n. 3, 2010.

\_\_\_\_\_. et al. Prospecção de demandas para o desenvolvimento da agropecuária da Alta Sorocabana no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INSTITUIÇÕES DE PESQUISA TECNOLÓGICA, 2008, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande ABIPTI, 2008. p. 1-15.

CASTRO, P. F. D. de. **Avaliação de impacto de programas de pesquisa em biodiversidade**. 2011. 222 p. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA. **Banco de dados**. Piracicaba: CEPEA. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/pib/>>. Acesso em: 23 nov. 2014a.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA. **Banco de dados**. Piracicaba: CEPEA. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/pibsp/>>. Acesso em: 23 nov. 2014b.

FIRETTI, R. et al. Análise de variáveis estratégicas para o desenvolvimento da agropecuária da região do Pontal do Paranapanema. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 50, n. 1, p. 141-156, 2012.

\_\_\_\_\_. et al. Similaridades entre municípios do Pontal do Paranapanema: análise de agrupamento em função de características da agropecuária regional. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 57, n. 1, p. 19-33, 2010.

\_\_\_\_\_.; VEIGA FILHO, A. A. Apta regional: contribuição ao processo de descentralização do sistema paulista de ciência, tecnologia e inovação agrícola (SPInA). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 50., 2012, Vitória. **Anais...** Vitória: SOBER/UFES, 2012.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS - SEADE. **Atlas SEADE da economia paulista 2006**. São Paulo: SEADE. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/produtos/atlas/>>. Acesso em: 20 nov. 2014.

\_\_\_\_\_. **Índice Paulista de Responsabilidade Social 2012**. São Paulo: SEADE, 2013.

GIBBONS, M. et al. **The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies**. London: Sage, 2000.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2012. 200 p.

GONÇALVES, J. S. Agricultura paulista, especialização regional e políticas públicas. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 1, n. 10, out. 2006. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=7487>>. Acesso em: dez. 2013.

HORTON, A. A simple guide to successful foresight. **Fore-sight**, Bingley, Vol. 1, Issue 1, p. 5-9, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS - IBGE. **Censo agropecuário 2006**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

\_\_\_\_\_. **Censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA. **Estatísticas da produção paulista em 2013**. São Paulo: IEA, 2013. Disponível em: <[http://ciagri.iea.sp.gov.br/nial/subjetiva.aspx?cod\\_sis=1&idioma=1](http://ciagri.iea.sp.gov.br/nial/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1)>. Acesso em: 20 fev. 2014.

JANTSCH, E. **Technological forecasting in perspective: a framework for technological forecasting, its technique and organisation; a description of activities and an annotated bibliography**. Michigan: Organisation for Economic Co-operation and Development, 1967. 401 p.

KLINE, S. J.; ROSENBERG, N. An overview of innovation. In: LANDAU, R.; ROSENBERG, N. (Eds.). **The positive sum strategy: harnessing technology for economic growth**. Washington: National Academy Press, 1986. 656 p.

MEDAUAR, O. **Direito administrativo concreto**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2001.

MONTES, S. M. N. M. **Comunicação pessoal**. Presidente Prudente: Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Sorocabana/DDD-APTA/SAA, 2014.

\_\_\_\_\_. et al. Custos e rentabilidade da batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) na região oeste do Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 15-23, 2006.

MOREIRA, A. L. **Comunicação pessoal**. Presidente Prudente: Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Sorocabana/DDD-APTA/SAA, 2014.

NARITA, N. **Comunicação pessoal**. Presidente Prudente: Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Sorocabana/DDD-APTA/SAA, 2014.

OLIVETTE, M. P. A. **O setor agropecuário no contexto da sustentabilidade: a região oeste do Estado de São Paulo**. 2005. 310 p. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

RIO, C. T. **Análise do modelo de gestão da agência paulista de tecnologia dos agronegócios (APTA)**. 2009. 158 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

ROSSETTI, J. P. **Introdução à economia**. São Paulo: Atlas, 2003. 928 p.

SALLES FILHO, S.; BONACELLI, M. B.; MELLO, D. Metodologia para o estudo da reorganização institucional da pesquisa pública. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, n. 9, p. 43, 2000.

\_\_\_\_\_. et al. CT&I no setor agrícola no Estado de São Paulo. In: BRENTANI, R. R.; BRITO CRUZ, C. H. (Orgs.). **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo 2010**. São Paulo: FAPESP, 2011.

SÃO PAULO (Estado). Decreto n. 46.488, de 08 de janeiro de 2002. Reorganiza a Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento, e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, 09 jan. 2002.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abasteci-

mento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Instituto de Economia Agrícola. **Levantamento censitário das unidades de produção agropecuária do Estado de São Paulo - Projeto LUPA 2007/08**. São Paulo: SAA/CATI/IEA, mar. 2009.

SCHWARTZMAN, S. A pesquisa científica e o interesse público. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, v. 1, n. 2, p. 361-395, jul./dez. 2009.

SELLTIZ, C. et al. **Pesquisa nas relações sociais**. São Paulo: Pedagógica/USP, 1975.

SILVA, A. da; BREITENBACH, R. O debate “agricultura familiar versus agronegócio”: as jaulas ideológicas prendendo os conceitos. **Extensão Rural**, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 24, 2013.

STOKES, D. E. **O quadrante de Pasteur**: a ciência básica e a inovação tecnológica. Campinas: Unicamp, 2005.

ZACKIEWICZ, M. **Trajetórias e desafios da avaliação em ciência, tecnologia e inovação**. 2005. 229 p. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

---

Recebido em 30/10/2014. Liberado para publicação em 10/12/2014.





# **AValiação de Impactos Multidimensionais de Indicações Geográficas: o caso do Vale dos Vinhedos, Rio Grande do Sul<sup>1</sup>**

**Luiza M. Capanema<sup>2</sup>, Mauro Zackiewicz<sup>3</sup>,  
Loiva Maria Ribeiro de Mello<sup>4</sup>, Sílvia Freitas Caetano<sup>5</sup>,  
Cecilia Gianoni<sup>6</sup>, Jorge Tonietto<sup>7</sup>**

**RESUMO:** O objetivo do artigo é apresentar os resultados obtidos da avaliação de impacto multidimensional (econômica, social e ambiental) da Indicação de Procedência Vale dos Vinhedos (IPVV) e a metodologia desenvolvida para este fim. A avaliação considerou os níveis de análise do produtor de uva e das empresas produtoras de vinho, assim como do território, para o período de 2001 a 2010. Aplicou-se um desenho metodológico para identificar os efeitos decorrentes da IPVV e de outras causas, tanto gerais (estaduais e nacionais) quanto do desenvolvimento territorial, que se evidenciou adequado para o fim proposto. Dentre os resultados da avaliação da IPVV, salienta-se que ela mostrou-se efetiva como estratégia competitiva para as vinícolas produtoras de vinhos finos, muitas delas sendo também viticultoras, produzindo uvas próprias para seus produtos. Contudo, não se observou a difusão de tais ganhos ao longo da cadeia produtiva ou para o território subjacente. A IPVV não resultou na promoção do desenvolvimento territorial e, por outro lado, colaborou indiretamente para o desenvolvimento regional.

**Palavras-chave:** avaliação de impacto, indicação geográfica, desenvolvimento territorial.

## **MULTIDIMENSIONAL IMPACT ASSESSMENT OF GEOGRAPHICAL INDICATIONS: THE CASE OF THE VINEYARDS VALLEY, RIO GRANDE DO SUL STATE**

**ABSTRACT:** The aim of the paper is to present the results of the multidimensional (economic, social and environmental) impact assessment of the Indication of Origin of the Vineyards Valley (IOVV) and the methodology developed for this purpose. The assessment took into account the levels of analysis of grape producers and the wine-producing firms, as well as the territory, for the period 2001-2010. We applied a methodological approach to identify the effects of IOVV and of other causes - both general (state and national) and those related to territorial development -, which has proven to be suitable for the intended purpose. A key finding was that the IOVV showed effectiveness as a competitive strategy for fine-wine makers, some of which also produce their own grapes. However, these gains were not observed along the supply chain or the underlying territory. Thus, the IOVV was not enough to promote territorial development, and contributed only indirectly to regional development.

**Key-words:** impact assessment, geographical indication, territorial development.

**JEL Classification:** O34, O440, Q160.

---

<sup>1</sup>Registrado no CCTC, REA-13/2014.

<sup>2</sup>Economista, Doutora, Pesquisadora Científica do Instituto Agronômico (IAC), Campinas, SP, Brasil (e-mail: luiza@iac.sp.gov.br).

<sup>3</sup>Engenheiro de Alimentos, Doutor, Consultor, Laboratório de Estudos sobre a Organização da Pesquisa e da Inovação (GEOPI)/UNICAMP, Campinas, SP, Brasil (e-mail: maurozac@gmail.com).

<sup>4</sup>Economista, Mestre, Pesquisadora da EMBRAPA Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, Brasil (e-mail: loiva.mello@embrapa.br).

<sup>5</sup>Engenheira de Alimentos, Mestre, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, Espanha (e-mail: sfcaetano@ucm.es).

<sup>6</sup>Engenheira Agrônoma, Doutora, Pesquisadora do Instituto Nacional de Pesquisa Agropecuária (INIA), Agência Nacional de Pesquisa e Inovação (ANII) do Uruguai, Montevideu, Uruguai (e-mail: cecilia.gianoni@gmail.com).

<sup>7</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador da EMBRAPA Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, Brasil (e-mail: jorge.tonietto@embrapa.br).

## 1 - INTRODUÇÃO

O objetivo deste artigo é apresentar os resultados da avaliação de impacto multidimensional da Indicação de Procedência Vale dos Vinhedos (IPVV). Os resultados aqui destacados são decorrentes de um projeto de pesquisa, desenvolvido entre 2011 e 2012, que teve como objetivo desenvolver e testar uma metodologia de avaliação de impactos da IPVV. O estudo ocorreu em diferentes níveis e dimensões, incluindo a avaliação da figura da IPVV como estratégia de desenvolvimento territorial. O período de análise foi de 2001 a 2010. Tal avaliação considerou os níveis de análise do produtor de uva e das empresas produtoras de vinho, bem como o território abrangido pela Indicação Geográfica (IG)<sup>8</sup>.

Assim sendo, este artigo não avalia impactos que possam ter ocorrido no período de 1995 (ano de criação da Associação dos Produtores dos Vinhos Finos do Vale dos Vinhedos - APROVALE) a 2000 (período em que ocorreram intensas mudanças no ambiente associativo da APROVALE para possibilitar as adequações necessárias ao reconhecimento da IPVV), bem como o período no qual a região foi reconhecida como Denominação de Origem (DO) pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), fato ocorrido em 2012.

A Indicação Geográfica é um bem imaterial, sob o qual é concedido um direito de propriedade intelectual que, no caso brasileiro, tem o INPI como instituição qualificada na forma da lei para a análise dos pedidos de registro e para o reconhecimento de IGS<sup>9</sup>. Pela legislação brasileira, existem duas espécies de Indicação Geográfica: a Indicação de Procedência (IP) e a Denominação de Origem (DO). Considera-se

IP o nome geográfico de país, cidade, região ou localidade de seu território que tenha se tornado conhecido como centro de extração, produção ou fabricação de determinado produto ou de prestação de determinado serviço. Considera-se DO o nome geográfico de país, cidade, região ou localidade de seu território que designe um produto ou serviço cujas qualidades ou características se devam exclusiva ou essencialmente ao meio geográfico, incluídos fatores naturais e humanos.

A IPVV, concedida em 2002 pelo INPI, foi a primeira IG brasileira registrada. Tal concessão foi o resultado de inúmeras ações desenvolvidas desde a década de 1990, impulsionadas pela necessidade de inserção em um mercado de vinhos cada vez mais competitivo, marcado notadamente pelo aspecto da qualidade e pela entrada de vinhos importados no mercado brasileiro. Tonietto (2011) sustenta que este período marcou uma mudança de paradigma na produção e no mercado de vinhos no Brasil, que motivou os produtores a se organizarem para a criação da IP com vistas a aumentar sua competitividade e participação nos mercados de vinhos nacional e internacional. Destaca-se, ainda, o papel da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) neste processo, como importante indutor de ações relacionadas às IGS.

Em 2001, foi estabelecido o Regulamento de Uso da IP, com delimitação da região, produtos autorizados e os respectivos padrões de produção, qualidade e controle, regulamento este sob gestão e controle do Conselho Regulador<sup>10</sup> da IP Vale dos Vinhedos. Em 2002, foi reconhecida oficialmente a IPVV, que inclui em sua delimitação geográfica áreas dos municípios de Bento Gonçalves, Garibaldi e Monte Belo do Sul, sendo a maior área localizada em Bento Gonçalves.

A experiência da IPVV, de 15 anos de aprendizado e qualificação de produtores, e da região do Vale dos Vinhedos (TONIETTO, 2011) motivou ações em outras regiões produtoras de vinhos da Serra Gaúcha e do país. Em 2014, existem quatro IGS de vinhos finos reconhecidas (Do Vale dos Vinhedos, IP

<sup>8</sup>A área geográfica na qual foi realizada a avaliação vai além dos limites estabelecidos pela delimitação da área geográfica da IPVV, conforme registro concedido pelo INPI em 2002. Abrange também regiões localizadas no municípios de Pinto Bandeira e Farroupilha (entorno e região desconectada, respectivamente). Tal ampliação se fez necessária para o cumprimento do protocolo metodológico construído para a avaliação.

<sup>9</sup>No Brasil, as Indicações Geográficas são regidas pela Lei n. 9.279, de 1996 (BRASIL, 1996), que regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial.

<sup>10</sup>Instância prevista no Estatuto Social da APROVALE.

Pinto Bandeira, IP Montes Altos e IP Monte Belo), uma com pedido de registro protocolado no INPI (IP Farroupilha) e duas IPs em desenvolvimento (Campanha e Vale do Submédio São Francisco) (EMBRAPA, 2014).

Para cumprir o objetivo, o artigo organiza-se em quatro seções, além desta introdução e das referências bibliográficas. A primeira delas trata da importância da avaliação do impacto de sinais distintivos de qualidade, como as indicações de procedência, em face aos recentes debates sobre seu potencial na geração de dinâmicas de desenvolvimento territorial. Na segunda seção, faz-se um resumo do método elaborado para sua aplicação no caso prático da IPVV. A terceira, apresenta os principais resultados obtidos do impacto da IPVV, pela utilização do método desenvolvido, seguida das principais conclusões.

## 2 - O IMPACTO DAS INDICAÇÕES GEOGRÁFICAS NO TERRITÓRIO E SEU POTENCIAL COMO ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL

Os sinais distintivos de qualidade têm uma longa história no mundo. Sua origem está vinculada à necessidade de proteger determinados produtos contra imitações e, como explica Lorente Blasco (2012), os primeiros registros de identificação de vinhos com os nomes das suas regiões de origem datam de 3 mil anos a.C. Essa função de proteção persiste ao longo da história, mas de forma isolada. Díaz Yubero (2011) e López Benítez (1996) discorrem sobre a trajetória histórica que percorrem os “sinais distintivos de qualidade” até o estabelecimento das regulações das Indicações Geográficas no comércio mundial, cujas definições se utilizam na legislação europeia até os dias atuais.

Mais recentemente, nas últimas décadas, as denominações de origem têm demonstrado funções que vão além da simples proteção de um produto contra imitações. Na Europa, o debate acerca destas figuras ocorre quando, na prática, se observam determinados fenômenos em zonas rurais onde se

estabeleceram Indicações Geográficas, a saber: criação de redes sociais, mobilização de atores e recursos locais, fortalecimento do tecido produtivo, entre outros. Dados os resultados obtidos - principalmente por meio das experiências práticas dos programas LEADER, LEADER II, LEADER +, recolhidas nos diversos relatórios do LEADER (1999, 2000a, 2000b, 2000c, 2001) -, as IGs passaram a compor as diretrizes europeias de desenvolvimento rural por meio da sua inclusão na Política Agrária Comum (PAC), sendo consideradas importantes para o desenvolvimento. O próprio regulamento europeu relativo à criação de IG (Regulamento CE n. 51, de 2006) a relaciona às dinâmicas favoráveis às regiões rurais (FREITAS CAETANO; RAMÍREZ GARCÍA; DEL CANTO FRESNO, 2013; RUIZ PULPON, 2013; BARJOLLE, 2006; SANZ CAÑADA, 2008; FRAYSSIGNES, 2005; LAZAREV, 2009; entre outros autores). Deste modo, no continente europeu, os sinais distintivos de qualidade passaram a ser parte das ferramentas das políticas públicas que visam à promoção do desenvolvimento territorial e rural, como especificado na própria Política Agrária Comum, em sua última versão, 2014-2020. Na PAC, o impacto das figuras de qualidade agroalimentares é estimado pela aplicação do Marco Comum de Seguimento e Avaliação (MCSA), descrito no Regulamento CE n. 1.698, de 2005, do Conselho de 20 de setembro de 2005. Além do MCSA, a União Europeia também realizou uma avaliação específica das Denominações de Origem Protegidas e Indicações Geográficas, expostas em London Economics (2008).

Apesar disso, muitos estudos expressam condições para que as IGs possam favorecer o desenvolvimento territorial (ALONSO SANTOS, 2003; CLIMENT LÓPEZ et al., 2007; RAMÍREZ GARCÍA; DEL CANTO FRESNO, 2008)<sup>11</sup>, já que a simples criação desta figura não é suficiente para garantir o estabelecimento de dinâmicas de desenvolvimento territorial. Daí a

<sup>11</sup>Os autores citam, entre muitos fatores: a importância da formação de redes internas e externas (socioinstitucionais), a coesão entre os atores locais da IG, os processos de governança local e territorial, a formação da identidade coletiva, a ativação do capital social, do *savoir-faire*, dos conhecimentos tácitos e das tradições como um recurso produtivo e a existência de um projeto comum, dentre outros.

importância da realização de estudos detalhados sobre os impactos das IGs, para conhecer quais os processos que se desenvolvem em benefício das regiões rurais.

No Brasil, o debate acerca do potencial das IGs para a promoção do desenvolvimento territorial intensificou-se nos últimos anos. Niederle (2009) salienta que esta discussão apresenta duas vertentes. Uma delas diz respeito ao potencial das IGs enquanto instrumento de agregação de valor, acesso a mercados e impulsionador de dinâmicas cooperativas, confiança e inovação. Tal argumentação vai na linha do que foi destacado por Salles Filho e Bin (2014), do potencial das inovações institucionais que, em conjunto com inovações tecnológicas, criam condições para a apropriação de valor ao longo dos diferentes elos de uma cadeia produtiva. A outra vertente discute que as IGs possuem caráter limitado e excludente, sendo um instrumento privilegiador de grupos sociais economicamente mais favorecidos.

Tomando a experiência do Vale dos Vinhedos, Niederle (2009) coloca uma terceira vertente no debate, que busca um meio termo entre as duas anteriores e valoriza as IGs como uma ferramenta versátil, podendo servir aos diferentes contextos e atores sociais. Trata-se de uma estratégia de qualificação que não é inerentemente impulsionadora de dinâmicas territoriais de desenvolvimento, mas que pode assim se constituir em virtude do modo com que permite aos atores locais potencializar os ativos intangíveis do território, o que se dá em um ambiente híbrido de lógicas de ação, em que o conflito e a disputa por recursos são fatores tão significativos quanto a cooperação e a confiança. O autor ainda complementa que, no caso do Vale dos Vinhedos, os atores locais têm obtido uma série de vantagens em função das quais a dinâmica local propicia fluxos de informações, derramamentos de conhecimentos e processos coletivos de aprendizagem promovidos pela circulação de conhecimento tácito. Além disso, os produtores locais têm obtido vantagens devido ao crescente apelo de consumidores por produtos associados com a localidade, tradição, origem, natureza ou modo de produção, transformando essa inserção

territorial em uma vantagem comercial.

Vários são os indicativos demonstrados por diversos autores que estudaram o caso da IPVV na promoção do desenvolvimento territorial, econômico e social, a saber: organização social de produtores; valorização dos produtos locais; proteção dos produtores contra competição desleal; agregação de valor e aumento da renda dos produtores; valorização da cultura e dos conhecimentos tradicionais; competitividade e ampliação dos mercados nacionais e internacionais; valorização econômica das propriedades rurais; preservação da biodiversidade; estímulo à multifuncionalidade do meio rural; e crescimento e consolidação do turismo, dentre outros. É importante mencionar neste ponto que alguns dos trabalhos focam principalmente na compreensão dos impactos da atividade de turismo no desenvolvimento territorial, a qual ampliou-se bastante na região após a consolidação do processo de IPVV (TONIETTO, 2002; DIAS, 2005; TONINI, 2008; DULLIUS, 2009; ZANINI; ROCHA, 2010; MARQUES; SANTOS, 2010).

De maneira mais geral, Niederle (2009) e Nierdele e Aguiar (2012) destacam que as IGs podem ser consideradas como um instrumento de valorização de bens territorialmente distinguidos e o seu processo de construção pode ser compreendido a partir de uma perspectiva evolutiva, fundamentada em uma articulação entre inovação e tradições, o que leva a um produto singular.

Por sua vez, Flores (2007) salienta que não é clara a percepção de um impacto generalizado em todo o território para o caso do Vale dos Vinhedos e que existe uma grande insegurança entre os diferentes atores sobre as possibilidades de que os impactos proporcionados pela nova configuração institucional possam representar o fortalecimento socioeconômico do conjunto dos atores locais. O autor demonstra uma tendência à negação da qualificação da experiência da implementação da IPVV como uma estratégia de desenvolvimento territorial, principalmente ao observar o enfraquecimento das redes de relação entre os atores locais após a chegada da IPVV (o que o autor chama de individualização), ainda que sa-

liente alguns benefícios com relação a uma maior presença dos vinhos do Vale do Vinhedo nos mercados. Contrário à questão da individualização, Niederle (2009), com base no estudo de Gollo (2006), argumenta e aponta que as mudanças associadas à IP desencadearam o fortalecimento de um “espírito de cooperação”, influenciando diretamente no desenvolvimento socioeconômico local.

Em suma, existe um maior número de trabalhos, baseados em estudos empíricos, que apontam mais pontos favoráveis à vertente que discute a IP como uma estratégia de desenvolvimento territorial, comparado com os estudos que demonstram o caráter limitado, excludente e privilegiador do instrumento.

Os resultados dos trabalhos isolados sobre as influências da IPVV no desenvolvimento salientam a importância do debate sobre a necessidade da realização de estudos de impactos de IG no Brasil. Contudo, a implementação do apoio às IGs no Brasil não está acompanhada de uma previsão de avaliação do seu impacto, já que elas não estão incluídas em nenhum programa de políticas destinadas à promoção do desenvolvimento territorial.

Nesse sentido, este trabalho contribui por meio de uma proposta metodológica de avaliação de IG. Este trabalho também traz os resultados da aplicação da metodologia aqui proposta ao caso prático da IPVV. Portanto, consistirá numa ferramenta de avaliação de impactos de IG, podendo ser aplicada em outras IGs brasileiras.

### 3 - MATERIAL E MÉTODO

O processo de desenvolvimento da IPVV não estabeleceu explicitamente metas de desenvolvimento territorial e tampouco previa a avaliação futura de impactos. Desse modo, não havia no projeto original os elementos para a construção de um quadro lógico, que fosse capaz de referenciar seus objetivos originais e os efeitos observados no período em que a avaliação de impactos foi realizada. Na tentativa de preencher essa lacuna, a execução

da avaliação de impactos da IPVV seguiu a metodologia descrita nas subseções a seguir, lembrando que houve também etapas preliminares de compreensão e delimitação do objeto e do contexto de avaliação.

#### 3.1 - Desenho da Avaliação

A preparação da avaliação incluiu entrevistas, revisão de documentos e experiências similares, reuniões técnicas e um painel de especialistas.

A identificação dos indicadores mais relevantes foi orientada pelo Método de Decomposição (SALLES FILHO et al., 2007) que, a partir da combinação de ações dedutivas (por decomposição de objetivos explícitos e implícitos) e indutivas (por discussão e validação com atores envolvidos), permitiu definir os temas, os indicadores e as métricas de avaliação. Foram identificados sete temas e 36 indicadores, distribuídos nas dimensões Econômica, Social e Ambiental, seguindo a divisão adotada internamente pela EMBRAPA em suas avaliações (RODRIGUES; CAMPANHOLA; KITAMURA, 2002; IRIAS et al., 2004; RODRIGUES et al., 2005; AVILA; VEDOVOTTO; RODRIGUES, 2008). Os temas focalizados foram:

- a) Dimensão Econômica: impacto econômico no produtor (uva e vinho) e impacto econômico no território;
- b) Dimensão Social: condições para o incremento da qualidade de vida dos produtores agrícolas e vinícolas; condições para o desenvolvimento social no setor produtivo e no território; e relações entre os viticultores e vinicultores e incrementos das dinâmicas cooperativas; e
- c) Dimensão Ambiental: uso de recursos naturais e uso de insumos agrícolas.

A aplicação do Método de Decomposição seguiu o fluxograma apresentado na figura 1. As etapas preliminares de construção, antes da efetiva preparação do questionário e desenho da pesquisa de campo, envolveram visitas a campo, uma dezena de entrevistas com atores-chave e ampla revisão da literatura e seus resultados foram validados em um

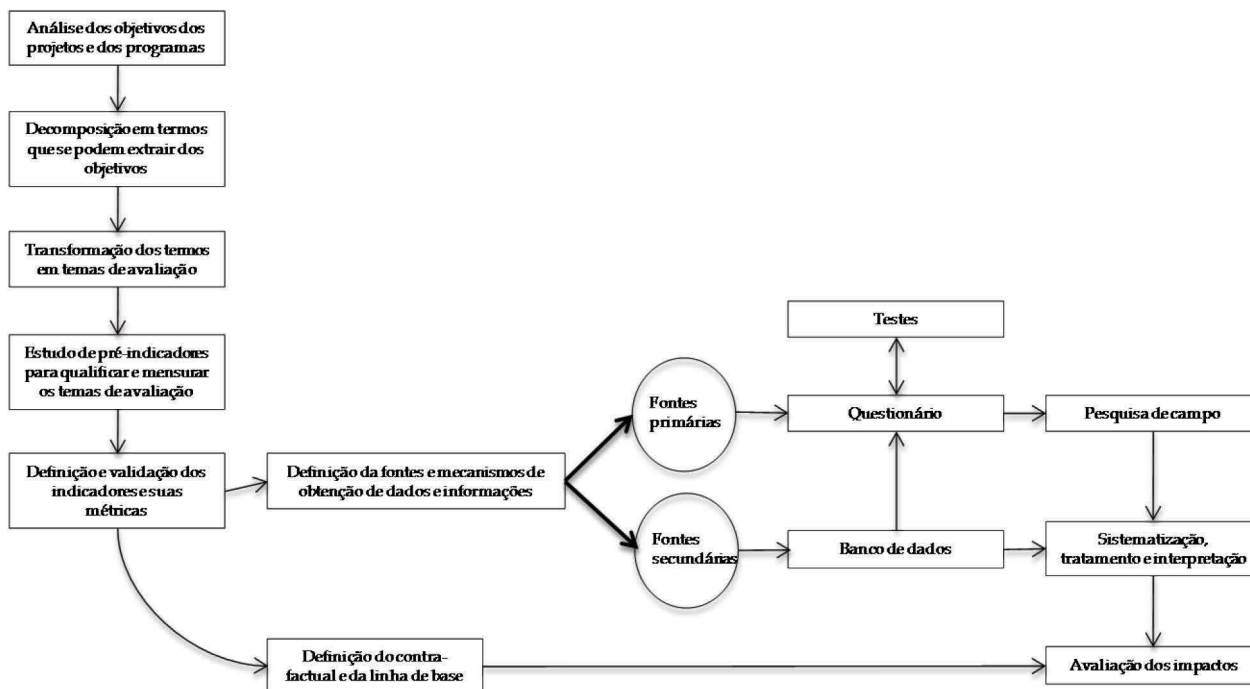


Figura 1 - Encadeamento de Etapas do Método de Decomposição Empregado na Avaliação.  
Fonte: Zackiewicz et al. (2012).

painel de especialistas realizado na EMBRAPA Uva e Vinho.

### 3.2 - A Proposta do Duplo Contrafactual

O desenho desta avaliação pode ser classificado como “quase experimental”, envolvendo a comparação entre populações não equivalentes, com dados pré e pós-tratamento. Os impactos podem ser estimados pelas diferenças das diferenças, ou seja, primeiro se verifica a diferença entre o estado de cada indicador antes e após o tratamento, tanto para a população que recebeu o tratamento (no caso, a IG) quanto para a população controle que não recebeu o tratamento. Em seguida, verifica-se se há diferença nas diferenças obtidas para cada população. Se existir essa diferença, ela pode ser atribuída ao tratamento e se configura como o seu impacto.

Em contraste com um desenho ideal, “experimental”, no caso do Vale dos Vinhedos não se teve

a aplicação aleatória do tratamento indicação geográfica. O evento sob avaliação, a IPVV, é, por definição, não aleatório. Desse modo, não é possível eleger um grupo de controle ideal, com características idênticas às da população afetada. A escolha dos controles (Pinto Bandeira e Farroupilha) foi uma tentativa de aproximação ao que seria o Vale dos Vinhedos se a IG nunca tivesse existido, sob a hipótese de que as características do Vale dos Vinhedos seriam intermediárias entre esses dois controles.

Esse desenho, ainda que imperfeito, foi a melhor solução encontrada para estabelecer a ligação causal de modo mais confiável entre a implantação da IG e as mudanças ocorridas (impactos) no território.

Identificou-se, contudo, um “problema de contaminação” decorrente do transbordamento dos efeitos da IPVV para o entorno, que dificultou seu isolamento causal, dado que mesmo antes do reconhecimento da IPVV já havia iniciativas de desenvolvimento em curso na região (os exemplos do turis-

mo e a localização de uma unidade da EMBRAPA<sup>12</sup> são os mais claros), que também contribuíram para os efeitos observados durante o processo de avaliação de impactos.

A análise metodológica permitiu levantar quatro pontos fundamentais para o desenho da avaliação, a saber:

a) Ao medir a diferença nos indicadores entre 2001 ( $T_0$ )<sup>13</sup> e 2010 ( $T_1$ ) no Vale dos Vinhedos, os efeitos incluem tanto aqueles decorrentes da IPVV quanto os de outras causas, divididas entre fatores gerais (nacionais e estaduais) e fatores decorrentes do desenvolvimento regional (para o qual a própria IPVV também contribuiu);

b) Ao comparar o Vale dos Vinhedos com Pinto Bandeira (entorno), a parte dos impactos da IPVV que transbordou para lá é eliminada, resultando em uma subestimativa dos impactos (porque a parcela transbordada também é medida em Pinto Bandeira e é anulada na comparação da diferença entre as diferenças);

c) Ao comparar o Vale dos Vinhedos com Farroupilha (desconectada), a parte dos impactos devida a outras iniciativas de desenvolvimento regional é incluída, resultando em uma sobrestimativa dos impactos (porque efeitos decorrentes, por exemplo, do e no turismo não são medidos em Farroupilha e apareceriam como decorrentes da IPVV na comparação da diferença entre as diferenças); e

d) A comparação entre Pinto Bandeira e Farroupilha revela o combinado dos efeitos entre o desenvolvimento regional e o transbordamento dos efeitos da IPVV. Não há como separar facilmente esses componentes, que resultaram de interações complexas e que podem variar de indicador para indicador.

A região de Pinto Bandeira, cuja IP foi reconhecida pelo INPI em 13 de julho de 2010, foi esco-

lhida para cumprir o papel de entorno, ou seja, uma região que sofreu influência direta de fatores não necessariamente impulsionados pela IPVV, como o enoturismo<sup>14</sup>.

Por sua vez, o município de Farroupilha foi selecionado para o papel de região desconectada. Assume-se que esta região não recebeu influência direta da IPVV, ao mesmo tempo em que apresenta condições de geografia física e de organização social, econômica e tecnológica similares às demais regiões. A escolha dessas regiões foi feita com base na experiência prévia dos pesquisadores da EMBRAPA Uva e Vinho e nas entrevistas preliminares à avaliação. De fato, nenhuma delas é um contrafactual perfeito, com plena homogeneidade de *baseline* e exposição a influências externas (exceto a existência da IP) em comparação ao Vale dos Vinhedos, mas são as duas que melhor se aproximam com relação à origem histórica de ocupação, perfil da produção e condições socioeconômicas e edafoclimáticas.

Como escolher apenas uma delas como controle incorria em desvantagens previsíveis, o desenho de dupla comparação permitiu estabelecer faixas para os impactos da IPVV, entre subestimados e sobrestimados. Além disso, tornou possível compreender com melhor clareza os efeitos sistêmicos que ocorreram no entorno do Vale dos Vinhedos devido ao “ecossistema” de fatores de desenvolvimento que se reforçaram mutuamente nos últimos anos.

### 3.3 - O problema da Falta de Linha de Base (*baseline*)

Uma vez que a criação da IPVV não foi, como observado na Europa, parte integrante de políticas de desenvolvimento rural regional mais amplas (BARDAJI; RAMOS; RAMOS, 2008; FREITAS CAETANO; RAMÍREZ GARCÍA; DEL CANTO FRESNO, 2013; LAZAREV, 2009), não houve preocupação com o monito-

<sup>12</sup>Especificamente para o caso da IPVV, refere-se à unidade descentralizada Embrapa Uva e Vinho com sede no município de Bento Gonçalves, Estado do Rio Grande do Sul.

<sup>13</sup> $T_0$  e  $T_1$  referem-se a *baseline* (linha de base) e 10 anos após a implementação da IPVV.

<sup>14</sup>A escolha de Pinto Bandeira é relevante também para estabelecer nesta região medidas de *baseline* para futuras avaliações, uma vez que, a partir de 2010, Pinto Bandeira passou também a ser reconhecida como uma Indicação Geográfica.

ramento sistemático de indicadores, nem com a coleta e sistematização periódica de dados que permitissem medir a evolução desses indicadores. Não existia uma linha de base quantitativa segura para se realizar a avaliação conforme a proposição metodológica destacada anteriormente. Neste caso, foi possível obter com relativa precisão os valores dos indicadores relativos ao ano de 2010, mas não seus valores em 2001 (a recuperação desses valores foi feita por estimativas e memória subjetiva dos entrevistados). O ponto relativo à recuperação de informações no  $T_0$  pode ser evitado a partir do monitoramento dos indicadores criados neste trabalho. Assim, em avaliações futuras, será possível obter uma boa linha de base.

É sabido, também, que apesar do reconhecimento da IPVV datar de 2001, desde a década de 1990, ou mesmo antes disso, ocorreram esforços e ações na direção de preparar a região para receber a indicação de procedência. Dada a impossibilidade de precisar o exato momento do "início" do processo, e a inerente imprecisão da informação subjetiva associada ao *baseline*, a escolha recaiu por estipular o reconhecimento da IP no ano de 2001 como referência para a avaliação. A aplicação do questionário enfatizou a oposição entre o presente (2010) e a situação anterior à existência da IPVV (2001), mesmo sabendo da dificuldade da resposta retroativa dos entrevistados. Essa é uma limitação da avaliação a ser considerada na interpretação dos resultados.

### 3.4 - Tratamento e Análise dos Dados Primários

Os dados primários foram obtidos em levantamento em campo, entre março e julho de 2011, por meio da aplicação de questionários construídos a partir de dimensões, indicadores e métricas validadas no painel de especialistas.

O universo pesquisado compreendeu um total de 1.250 agricultores produtores de uva e 45 empresas produtoras de vinhos. A pesquisa com os agricultores foi amostral. Com as empresas, todo o universo foi entrevistado.

A tabela 1 sugere uma boa homogeneidade entre os territórios em 2001, confirmando a viabilidade de serem estabelecidas comparações quase experimentais para investigar o impacto da criação da IPVV.

#### 3.4.1 - Estatística descritiva e inspeção dos dados

a) Obtenção do histograma empírico da variável. O intervalo de ocorrência dos dados (intervalo máximo-mínimo) foi dividido em seis subintervalos iguais  $k$  e foi anotada a frequência de ocorrências em cada intervalo. Com amostras sempre em torno de 40 a 70 casos, a escolha de seis intervalos foi considerada a mais razoável<sup>15</sup>.

b) Obtenção das distribuições teóricas normal e exponencial, nos mesmos seis intervalos. A exponencial normal teórica, em cada variável, usa a média e o desvio padrão calculados para a amostra, enquanto a distribuição exponencial teórica usa um parâmetro gerador, o qual corresponde à intensidade do decaimento exponencial.

c) Medida das diferenças entre as frequências reais e teóricas pela métrica do quiquadrado (teste de Pearson).

d) Confirmação e remoção definitiva de casos extremos (*outliers*). A remoção dos extremos identificados pelo teste de Cleveland (1993)<sup>16</sup> faz sentido quando ela proporciona um melhor ajuste dos dados aos modelos paramétricos. Os casos removidos são considerados exceções a serem interpretadas em separado.

<sup>15</sup>A escolha de seis intervalos é um compromisso entre o número mínimo de intervalos para garantir poucos casos com frequência abaixo de cinco ocorrências (o teste de aderência usa a métrica de quiquadrado e precisa, idealmente, obedecer esta condição) e o máximo de intervalos para melhorar a resolução da distribuição.

<sup>16</sup>São considerados *outliers* os casos acima ou abaixo dos respectivos quartis mais  $1,5 \times R$ , onde  $R$  é a diferença entre os quartis superior e inferior.



**Tabela 1** - Indicadores Considerados na Avaliação dos Agricultores e Seus Respectivos *Baselines* (Valores Médios da Amostra, Obtidos Retroativamente) para os Territórios do Vale dos Vinhedos, Pinto Bandeira e Farroupilha, Estado do Rio Grande do Sul, 2001

Indicador	Código	(continua)		
		Vale dos Vinhedos	Pinto Bandeira	Farroupilha
Área dos vinhedos (m <sup>2</sup> )	ES1	41.001	27.437	40.547
Área com uvas viníferas IPVV (m <sup>2</sup> )	ES2	12.070	7.310	19.588
Quantidade de uvas viníferas vendidas para as empresas do mesmo território (kg)	E5	11.589	2.583	16.665
Quantidade de uvas viníferas com contrato firmado de venda com vinícolas do mesmo território (kg)	E7	0	300	0
Percentual do faturamento devido à produção de uvas viníferas	E8	27	17	37
Valor de mercado da terra (R\$/ha)	E11	44.548	25.330	16.944
Percentual (%) de toda a renda da propriedade (incluindo atividades não agrícolas) proveniente da venda de uva	E12	93	68	78
Atividades econômicas (%) não agrícolas	E13	11	2	2
Emprego de instrumentos de crédito para financiamento das atividades da propriedade (intensidade)	E21	2	2	1
Custo total de produção (intensidade)	E22	3	3	3
Insumo (intensidade)	E23	3	3	3
Mão de obra para manejo (intensidade)	E24	2	3	2
Mão de obra para colheita (intensidade)	E25	3	3	3
Manutenção das infraestruturas (intensidade)	E26	3	3	2
Outros custos (intensidade)	E28	0	0	0
Uso de pesticidas (intensidade)	A1	3	3	3
Uso de água na aplicação de pesticidas (intensidade)	A2	3	3	3
Uso de fertilizantes orgânicos (intensidade)	A3	2	2	2
Uso de fertilizantes químicos (intensidade)	A4	2	3	2
Preocupação com o destino do lixo, entulho ou resíduos (intensidade)	A8	2	2	2
Preocupação com manutenção e beleza da propriedade (intensidade)	A9	3	3	3
Enoturismo (intensidade)	S1	0	0	0
Artesanato (intensidade)	S2	0	0	0
Produção de vinho (intensidade)	S3	0	0	0
Indústria, exceto produção de vinho (intensidade)	S4	0	0	0
Comércio (intensidade)	S5	0	0	0
Restaurante (intensidade)	S6	0	0	0
Pousada ou hotel (intensidade)	S7	0	0	0
Outras atividades na propriedade (intensidade)	S9	0	0	0
Número de familiares com ocupação fixa na produção de uva	S10	3	3	3
Número de empregados com ocupação fixa na produção de uva	S11	0	0	1
Salário médio por pessoa (salários mínimos/mês)	S12	2	0	2

Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 1** - Indicadores Considerados na Avaliação dos Agricultores e Seus Respectivos *Baselines* (Valores Médios da Amostra, Obtidos Retroativamente) para os Territórios do Vale dos Vinhedos, Pinto Bandeira e Farroupilha, Estado do Rio Grande do Sul, 2001

Indicador	Código	(conclusão)		
		Vale dos Vinhedos	Pinto Bandeira	Farroupilha
Número de dias/homem/ano com ocupação temporária	S13	87	44	77
Valor (R\$) da diária	S14	20	20	18
Número de pessoas com ocupação fixa em atividades não agrícolas, exceto produção de vinho	S15	0	0	0
Salário médio por pessoa (salários mínimos/mês)	S16	3	0	1
Porcentagem (%) de mão de obra familiar em atividades não agrícolas, exceto produção de vinho	S17	9	0	1
Número de pessoas com nível técnico ou acima no quadro fixo de funcionários (empregados e família)	S18	3	1	0
Uso de serviços técnicos especializados (intensidade)	S19	2	2	2
Treínamento de pessoal (intensidade)	S20	2	2	3
Número de pessoas morando na propriedade	S21	5	5	6
Número de banheiros disponíveis	S22	2	2	2
Número de veículos de passeio	S23	1	1	1
Uso de <i>internet</i> (intensidade)	S24	0	0	0
Acesso à educação complementar (intensidade)	S25	1	0	0
Tradição familiar e manutenção do patrimônio (intensidade)	S26	4	4	4
Renda e benefícios de qualidade de vida (intensidade)	S27	4	4	4
Melhores condições de trabalho (intensidade)	S28	3	4	3
Prestígio e reputação (intensidade)	S29	3	4	4
Viabilização de outras oportunidades de negócios (intensidade)	S30	1	0	0

Fonte: Dados da pesquisa.

### 3.4.2 - Comparações pareadas (dentro do território)

Trata-se da comparação entre as médias obtidas para o estado final (2010) e o estado inicial (2001). Como são medidas feitas sobre a mesma amostra, há dependência e a comparação entre os valores é feita pelo teste t-Student para amostras pareadas.

O teste calcula a probabilidade  $P(T)$  de a hipótese nula ser verdadeira. O valor complementar  $1-P(T)$  equivale à probabilidade de a hipótese não nula ( $H1$ ) ser verdadeira. Este último foi o valor usado como indicador da confiança na diferença  $D$  obtida da amostra pareada. A diferença entre a linha de base (2001) e a situação corrente (2010) é expressa na tabela 2, seguida da probabilidade de esta diferença ser verdadeira.

### 3.4.3 - Comparações não pareadas (entre os territórios)

A comparação do desempenho de cada variável nos diferentes territórios é uma comparação não pareada porque as amostras são diferentes. O teste da diferença entre as médias, nesse caso, envolve a distribuição t-Student com o valor de  $t$  estimado por outra fórmula, que considera a variância de ambas as amostras.

O valor obtido para  $t$  corresponde à probabilidade  $P(T)$  de a hipótese nula ser verdadeira. O valor complementar  $1-P(T)$ <sup>17</sup> será equivalente à probabi-

<sup>17</sup>Os valores de  $P(T)$  foram obtidos de tabelas estatísticas ou diretamente no Excel.

**Tabela 2** - Diferenças Obtidas Entre 2010 e 2001 ( $\Delta 2010$ ) para os Territórios do Vale dos Vinhedos (Vv), Pinto Bandeira (PB) e Farroupilha (FAR) e Diferença entre as Diferenças ( $\Delta\Delta$ ) entre o Vale dos Vinhedos e os dois Demais Territórios, Estado do Rio Grande do Sul<sup>1</sup>

(continua)

Código	$\Delta$ Vv	Prob <sup>2</sup> (%)	$\Delta$ PB	Prob <sup>2</sup> (%)	$\Delta$ FAR	Prob <sup>2</sup> (%)	$\Delta\Delta$ (Vv-PB)	Prob <sup>3</sup> (%)	$\Delta\Delta$ (Vv-FAR)	Prob <sup>3</sup> (%)
ES1	3.414	87	8.439	100	6.277	99	(5.025)	80	(2.863)	54
ES2	(417)	19	1.811	85	(3.247)	90	(2.228)	11	2.829	12
E1	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
E2	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
E3	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
E4	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
E5	(1.423)	37	(1.542)	83	(2.447)	51	118	1	1.024	3
E6	(1.080)	36	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
E7	2.674	83	20	4	0	100	2.654	3	2.674	69
E8	(1)	1	(2)	52	(6)	90	2	0	5	1
E9	(3)	95	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
E10	8	98	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
E11	106.661	100	13.542	100	13.388	100	93.119	100	93.274	100
E12	0	3	(1)	12	2	64	1	0	(2)	1
E13	2	54	1	75	(1)	64	1	8	3	25
E14a	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
E14b	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
E15a	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
E15b	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
E16a	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
E16b	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
E17a	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
E17b	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
E19a	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
E19b	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
E21	0	58	(0)	61	(0)	86	1	27	1	45
E22	1	100	1	100	2	100	(0)	90	(1)	100
E23	1	100	1	100	2	100	0	89	1	100
E24	1	100	1	100	1	100	(1)	100	(1)	100
E25	1	100	1	100	1	100	(0)	47	(0)	81
E26	1	100	0	95	1	100	1	95	(0)	47
E28	0	99	0	68	0	0	0	39	0	0
E29	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
E31	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
A1	0	95	1	100	1	100	(1)	95	(1)	95
A2	(0)	69	1	100	0	94	(1)	69	(0)	62
A3	(1)	100	(0)	100	(1)	100	(1)	100	(0)	28
A4	1	100	1	98	1	100	0	26	(0)	59
A8	2	100	2	100	1	100	0	0	0	87
A9	1	100	1	100	1	100	(0)	36	(0)	74
S1	0	100	0	100	0	100	0	0	0	0
S2	0	100	0	100	0	100	0	0	0	0
S3	0	100	0	100	0	100	0	0	0	0
S4	0	100	0	100	0	100	0	0	0	0
S5	0	100	0	100	0	100	0	0	0	0
S6	0	100	0	100	0	100	0	0	0	0
S7	0	100	0	100	0	100	0	0	0	0
S9	0	97	0	68	0	9	0	44	0	58

<sup>1</sup>Cada valor corresponde à probabilidade de a diferença ser verdadeira. Ver códigos dos indicadores na tabela 1.

<sup>2</sup>Probabilidade calculada pelo teste t-Student para amostras pareadas.

<sup>3</sup>Probabilidade calculada pelo teste t-Student para amostras não pareadas. Nos casos muito próximos da não diferença (zero), o teste pode convergir a 100% ou a 0%, indicando confusão entre as hipóteses nula e não nula e a dificuldade de discernir entre ambas.

Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 2** - Diferenças Obtidas Entre 2010 e 2001 ( $\Delta 2010$ ) para os Territórios do Vale dos Vinhedos (Vv), Pinto Bandeira (PB) e Farroupilha (FAR) e Diferença entre as Diferenças ( $\Delta\Delta$ ) entre o Vale dos Vinhedos e os dois Demais Territórios, Estado do Rio Grande do Sul<sup>1</sup>

Código									(conclusão)	
	$\Delta$ Vv	Prob <sup>2</sup> (%)	$\Delta$ PB	Prob <sup>2</sup> (%)	$\Delta$ FAR	Prob <sup>2</sup> (%)	$\Delta\Delta$ (Vv-PB)	Prob <sup>3</sup> (%)	$\Delta\Delta$ (Vv-FAR)	Prob <sup>3</sup> (%)
S10	(1)	100	(0)	96	(0)	96	(0)	61	(0)	94
S11	0	96	0	100	(0)	91	(0)	66	0	85
S12	0	59	2	100	0	14	(2)	59	0	4
S13	20	82	44	100	36	96	(23)	64	(16)	40
S14	40	100	30	100	32	100	10	100	8	100
S15	0	98	0	68	0	0	0	65	0	0
S16	(0)	46	0	0	1	50	(0)	0	(1)	13
S17	3	74	0	0	1	86	3	0	2	30
S18	2	97	1	83	0	87	1	49	2	78
S19	1	100	0	97	1	100	0	62	(0)	69
S20	1	100	1	99	1	100	0	53	0	59
S21	(1)	96	(0)	86	0	13	(0)	19	(1)	11
S22	1	100	1	100	1	100	0	37	0	0
S23	1	100	1	100	1	100	0	71	0	74
S24	2	100	1	100	1	100	1	100	0	30
S25	1	100	1	100	1	100	0	79	0	77
S26	(0)	93	(0)	97	(0)	80	0	0	(0)	39
S27	0	28	(1)	100	(0)	59	1	28	0	8
S28	1	100	0	82	1	100	1	82	0	44
S29	0	98	0	50	0	48	0	45	0	46
S30	1	100	0	36	0	99	1	36	1	98
S33	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
S34	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
S35	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
S36	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-

<sup>1</sup>Cada valor corresponde à probabilidade de a diferença ser verdadeira. Ver códigos dos indicadores na tabela 1.

<sup>2</sup>Probabilidade calculada pelo teste t-Student para amostras pareadas.

<sup>3</sup>Probabilidade calculada pelo teste t-Student para amostras não pareadas. Nos casos muito próximos da não diferença (zero), o teste pode convergir a 100% ou a 0%, indicando confusão entre as hipóteses nula e não nula e a dificuldade de discernir entre ambas.

Fonte: Dados da pesquisa.

lidade de a hipótese não nula ( $H1$ ) ser verdadeira. Novamente, este foi o valor usado como indicador da confiança na diferença obtida entre as amostras. No caso das comparações não pareadas entre as diferenças obtidas de comparações pareadas dentro do território (diferença entre as diferenças), a probabilidade final depende da conjunção desta com as probabilidades das primeiras.

## 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação piloto da metodologia desenvolvida para a avaliação de impactos da Indicação de Procedência sobre o território do Vale dos Vinhedos,

mesmo com certas limitações, permitiu a mensuração conclusiva de alguns dos impactos ocorridos e a formulação de respostas fundamentadas a algumas questões que motivaram o trabalho.

Destacam-se a seguir os resultados da avaliação, organizados por unidade de análise (produtores de uva e produtores de vinho) e dimensões (Econômica, Ambiental e Social).

### 4.1 - Agricultores Produtores de Uva

O desenho metodológico e amostral para avaliação dos impactos nos produtores de uva foi concebido para evidenciar impactos de modo compara-

tivo, tanto em relação ao tempo, pela medida da variação dos indicadores entre 2001 (data de início da IP considerada neste estudo) e 2010, quanto em relação a regiões similares, não reconhecidas como IPs até então. Para que seja caracterizado um impacto, a variação de um indicador entre 2001 e 2010 no Vale dos Vinhedos deve ser significativamente diferente da variação do mesmo indicador nas duas regiões de controle. Desse modo, os efeitos causados por forças quaisquer que não sejam o advento da IP são neutralizados.

Ainda segundo as hipóteses assumidas no desenho metodológico, o controle duplo deve ser capaz de delimitar uma faixa de impacto. Havendo a ordenação esperada entre os efeitos (Vale dos Vinhedos - VV) > Entorno (Pinto Bandeira - PB) > Região Desconectada (Farroupilha - FAR), ou seja, VV > PB > FAR, a medida exata do impacto estaria em algum ponto (não determinável) entre VV menos PB e VV menos FAR. A diferença VV-PB seria subestimada (porque o entorno também absorve o impacto) e a diferença VV-FAR seria sobrestimada (porque não isola os efeitos sinérgicos locais, como o enoturismo). A figura 2 apresenta de forma gráfica a delimitação da faixa de impacto.

Os resultados destacados pelas dimensões de avaliação econômica, social e ambiental confirmam que, mesmo com a indeterminação do valor preciso do impacto, o contorno proposto é suficiente para os propósitos da avaliação.

## 4.2 - Dimensão Econômica

Na figura 3 e nas correspondentes às outras dimensões, cada eixo radial corresponde a um indicador. Os valores plotados são as diferenças  $\Delta VV$ ,  $\Delta PB$  e  $\Delta FAR$  correspondentes às variações observadas entre 2010 e o *baseline* (2001). Os valores foram normalizados em função do fundo de escala do indicador<sup>18</sup>.

<sup>18</sup>Nos casos de escalas ilimitadas, tomou-se como limite superior o maior valor obtido na soma dos territórios e nos casos

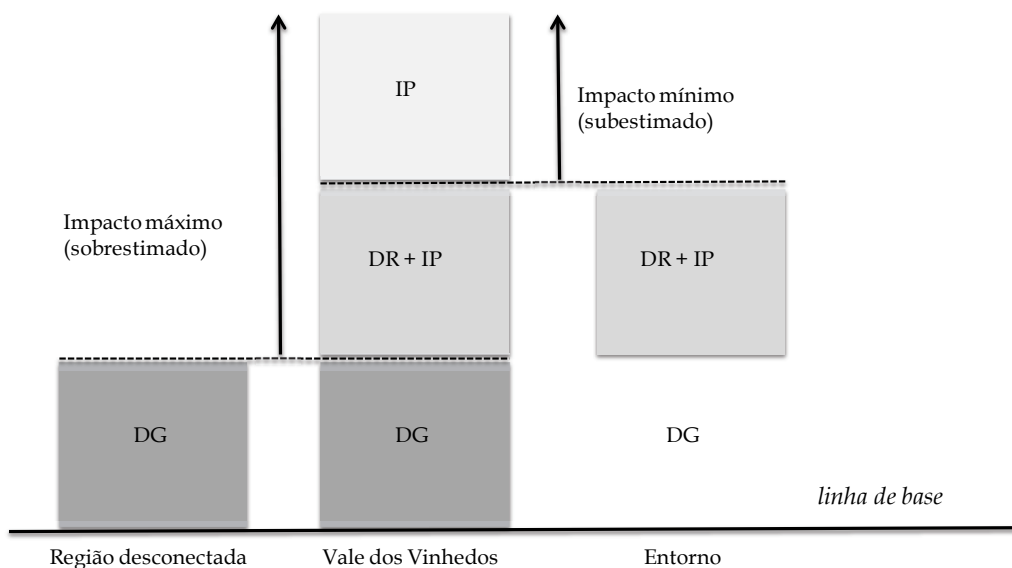
Os resultados da Dimensão Econômica (Figura 3) mostram que, dentre os 15 indicadores com dados suficientes para a avaliação de impacto, o Vale dos Vinhedos se diferenciou de fato em apenas cinco:

- a) E11, Valor de mercado da terra (R\$/ha). A IPVV definitivamente impactou no valor das terras dentro do território. O valor médio por hectare no VV cresceu muito mais que nos demais territórios e é hoje de três a quatro vezes maior comparativamente;
- b) E21, Emprego de instrumentos de crédito para financiamento das atividades da propriedade (intensidade). Apesar das diferenças entre os territórios não estarem bem definidas<sup>19</sup>, há um importante efeito de sentido positivo no VV para o aumento no uso de crédito, enquanto os demais territórios mostraram um sentido negativo, de redução no uso;
- c) E22, Custos totais de produção (intensidade). O VV mostrou um menor crescimento relativo nos custos totais de produção do que em 2001, o custos no VV eram maiores que os das demais regiões e em 2010 os custos nas regiões se tornaram similares;
- d) E23, Custos com insumos (intensidade). Situação similar à do indicador E22; e
- e) E24, Custos com mão de obra para manejo (intensidade). Neste indicador, o VV se destaca por ter custos mais baixos já em 2001. De lá para cá, o crescimento destes custos foi menor no VV que nos demais territórios.

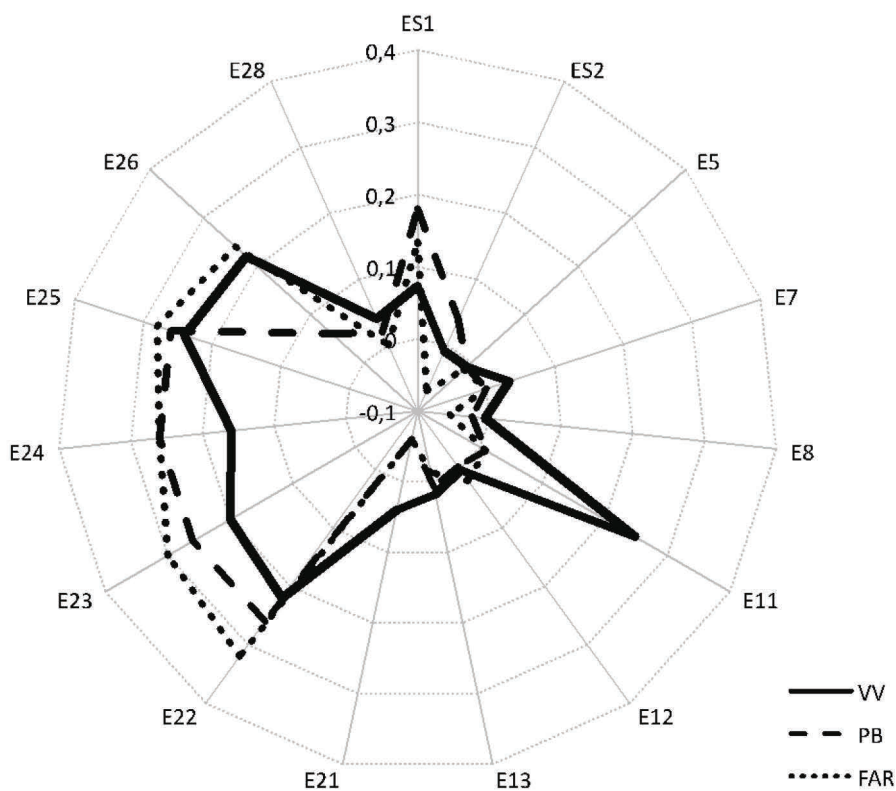
Nos demais indicadores, a diferença foi muito pequena. A ordenação dos valores obtidos foi sempre consistente (VV > PB > FAR ou VV < PB < FAR), exceto para E51, E12 e E26. Como os valores em percentual (%) de toda a renda da propriedade (incluindo atividades não agrícolas) proveniente da venda de uva (E12) são muito similares, esta incon-

de escalas limitadas, os limites inferiores e superiores assumidos foram os da própria escala.

<sup>19</sup>A variância dos dados foi grande em relação às diferenças obtidas; seria necessário uma amostra maior para reduzir a incerteza.



**Figura 2** - Diagrama Ilustrativo da Delimitação da Faixa de Impacto, Estado do Rio Grande do Sul, 2001 a 2010<sup>1</sup>.  
<sup>1</sup>DG = desenvolvimento geral; IP = efeito da Indicação de Procedência; DR = desenvolvimento da região próxima.  
 Fonte: Zackiewicz et al. (2012).



**Figura 3** - Dimensão Econômica dos Agricultores Produtores de Uva<sup>1</sup>, Estado do Rio Grande do Sul, 2001 a 2010.  
<sup>1</sup>Ver códigos dos indicadores na tabela 1.  
 Fonte: Zackiewicz et al. (2012).

sistência não chega a ser um problema. O caso do indicador E36 (custos com manutenção das infraestruturas) não é conclusivo e necessita investigação qualitativa para ser esclarecido. O menor desempenho no indicador E51 (área dos vinhedos) no VV é consistente com o indicador E11 (valor do preço da terra), mas não configura um impacto claro por não obedecer à hipótese  $VV < PB < FAR$ . A participação de uvas viníferas da IPVV (indicador E52) não se alterou no VV; em PB, as uvas incluídas na IPVV aumentaram em participação e em FAR diminuíram.

### 4.3 - Dimensão Ambiental

Na figura 4, pode-se observar que, dos seis indicadores com dados completos para a avaliação, há distinção de impacto da IPVV em apenas dois:

- a) A1, Uso de pesticidas (intensidade). Apesar de a intensidade no uso de pesticidas ter aumentado em todos os três territórios, ela cresceu menos no VV e é hoje menos intensa que em PB e FAR; e
- b) A2, Uso de água na aplicação de pesticidas (intensidade). A intensidade hoje no VV é menor que em PB e FAR e há um sentido de diminuição desse uso no VV, enquanto o sentido é de aumento nos demais.

Nos demais indicadores, há movimentos interessantes, como a diminuição de uso de fertilizantes orgânicos (A3) e o aumento dos fertilizantes químicos (A4) e o aumento da preocupação com o destino dos resíduos (A8) e com a beleza da propriedade (A9). Entretanto, nesses indicadores, essas tendências se mostram de modo uniforme entre os territórios e não podem ser, portanto, atribuídas à existência do mecanismo da IP. Elas são efeitos de causas externas, mais gerais.

### 4.4 - Dimensão Social

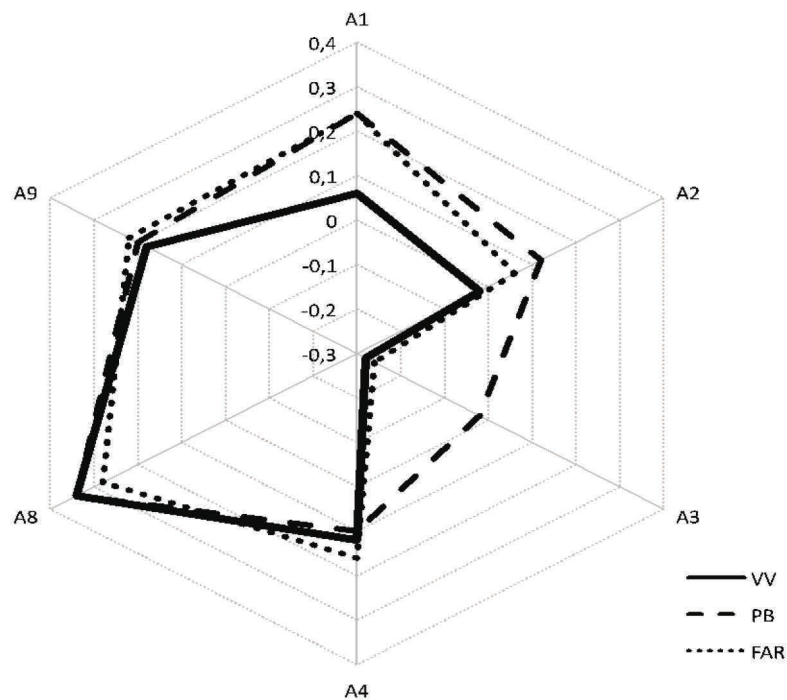
Na Dimensão Social, dentre os 30 indicadores com dados completos para a avaliação, há distinção

de impacto da IPVV em quatro indicadores (Figura 5):

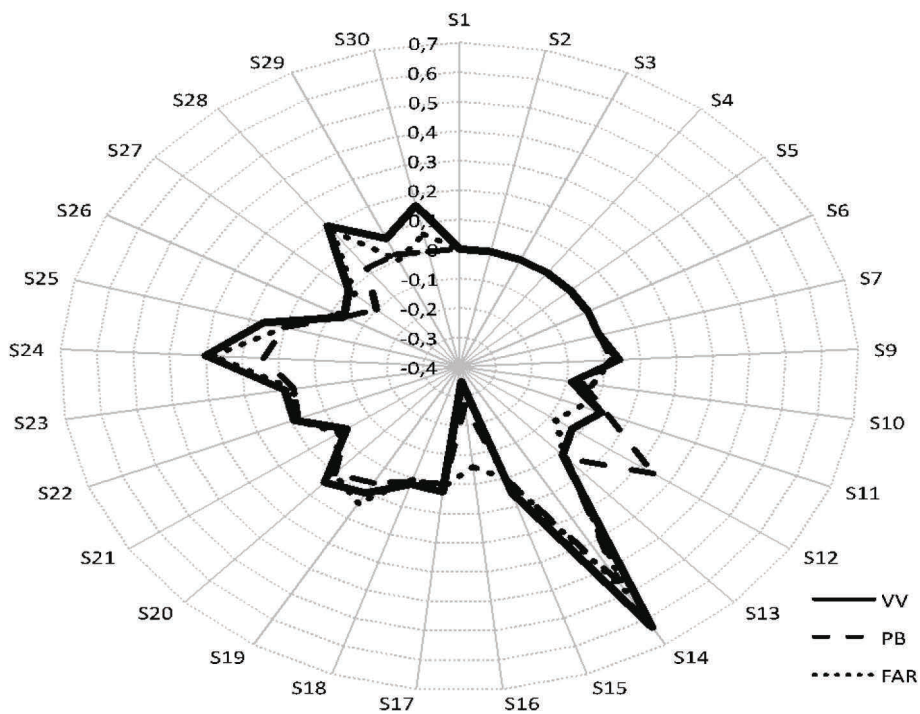
- a) S14, Valor da diária para ocupação temporária (R\$). Em 2010, no VV, os valores pagos aos diaristas eram maiores que nos demais territórios. No ano de 2001, eram similares;
- b) S25, Acesso à educação complementar (intensidade). Em 2001, o acesso à educação complementar era ligeiramente maior no VV. Esta diferença se intensificou depois da IP;
- c) S29, Prestígio e reputação (intensidade). Os produtores do VV sentem-se menos prestigiados e reputados que os produtores dos demais territórios, tanto em 2001 quanto em 2010. Entretanto, no VV este sentimento apresentou melhora após a criação da IP, enquanto nas demais regiões ele permaneceu estável durante o mesmo período; e
- d) S30, Viabilização de outras oportunidades de negócio (intensidade). No VV, este sentimento é mais intenso e cresceu mais no período avaliado.

Em todos os demais indicadores desta dimensão não é possível estabelecer a ocorrência de impacto da IP. Pode-se notar na figura 5 que há indicadores com métricas e dados problemáticos, tais como S12 (salário médio por pessoa) e S16 (salário médio das pessoas com ocupação fixa em atividades não agrícolas, exceto produção de vinho), que não permitem conclusões seguras. Os indicadores S24 (uso de *internet*), S27 (renda e benefícios de qualidade de vida) e S28 (melhores condições de trabalho) mostram resultados que são inconsistentes com o modelo de impactos subjacente (que pressupõe  $VV > PB > FAR$  ou  $VV < PB < FAR$ ).

Na Dimensão Social, assim como na Dimensão Ambiental, há diversos casos que remetem a mudanças sociais mais gerais, que não podem ser atribuídas à IP. Há também casos, como nos indicadores de S1 (multifuncionalidade no turismo) a S9 (multifuncionalidade: outras atividades), em que não foram verificadas ocorrências em número suficiente e os poucos respondentes positivos foram tratados como casos extremos, não representativos da situação no território.



**Figura 4** - Dimensão Ambiental dos Agricultores Produtores de Uva<sup>1</sup>, Estado do Rio Grande do Sul, 2001 a 2010.  
<sup>1</sup>Ver códigos dos indicadores na tabela 1.  
 Fonte: Zackiewicz et al. (2012).



**Figura 5** - Dimensão Social dos Agricultores Produtores de Uva<sup>1</sup>, Estado do Rio Grande do Sul, 2001 a 2010.  
<sup>1</sup>Ver códigos dos indicadores na tabela 1.  
 Fonte: Zackiewicz et al. (2012).



#### 4.5 - Empresas Produtoras de Vinho

Os dados obtidos com os produtores de vinho correspondem, praticamente, ao universo de ocorrências desse elo agroindustrial da cadeia produtiva nos respectivos territórios.

Em alguns casos, os produtores de vinho também cultivam vinhedos e foram incluídos na amostragem de produtores de uvas, juntamente com os demais produtores que não produzem vinho<sup>20</sup>. O conjunto de produtores considerado na avaliação incluiu: 17 vinícolas no VV (de um total de 21); 4 vinícolas de PB; e 12 vinícolas de FAR.

Em contraste com os produtores de uva, para os produtores de vinho a criação da IPVV proporcionou impactos claros. Como esses resultados correspondem ao universo de casos, não há necessidade de validação estatística, sendo as diferenças obtidas diretamente significativas.

Na Dimensão Econômica, os destaques foram:

a) E1, Entrada no negócio. A criação da IPVV levou ao estabelecimento de oito novos empreendimentos de produção de vinho no VV, enquanto apenas um se estabeleceu em FAR e nenhum em PB;

b) E2, Volume da produção de vinhos. A proporção de vinhos finos em relação ao total da produção de vinhos é muito maior no VV. Além disso, apesar de produzir menos vinhos que, por exemplo, FAR, a produção (e venda) de vinhos finos no VV supera a produção dos outros dois territórios somados;

c) E3, Destino da produção de vinho fino (perfil da demanda). O VV é o único dentre os três territórios que logrou exportar parte da produção de vinhos finos. Além disso, os canais de venda das vinícolas do VV são mais diversificados, com menor dependência de atacadistas e supermercados, revelando que atributos de qualidade conseguem se contrapor à lógica de volume e preço;

d) E5, Faturamento. No VV, em 2010, em média, 29% do faturamento com vinhos finos foi obtido com vinhos da IP. Essas vendas alcançaram preços com média de 22% de prêmio.

<sup>20</sup>Houve a ocorrência de casos excepcionais, com escalas de produção fora do padrão. Esses casos, por distorcerem fortemente as estatísticas, foram excluídos das análises realizadas.

Em muitos dos atributos avaliados na Dimensão Ambiental e na Dimensão Social, a percepção de melhoria foi mais clara no VV. As escalas qualitativas empregadas e a subjetividade na avaliação não permitiram conclusões definitivas, mas essa tendência é reforçada pelas manifestações dos entrevistados. No período avaliado, também houve melhorias ambientais e sociais em PB e FAR, mas essas são mais nítidas no VV.

Ainda na Dimensão Social, há mais destaques a favor do VV:

- a) O número de pessoas empregadas na produção de vinho cresceu mais;
- b) O salário médio na produção de vinho é maior;
- c) Há mão de obra familiar, mas não é a principal e nem cresceu tanto quanto a assalariada;
- d) Muitos empregos foram gerados com a venda direta ao consumidor, o enoturismo e atividades administrativas nas vinícolas;
- e) Houve aumento do número de empregados residentes, este número era baixo em 2001 (33%) e passou para 46% em 2010. Nos demais territórios, essa taxa é bem maior (~70% em 2010), embora encontre-se em declínio (era em torno de 80% em 2001); e
- f) Mais de 50% dos empregados têm formação superior, valor muito acima dos demais territórios, que hoje apresentam cifras em torno de 20%<sup>21</sup>.

## 5 - CONCLUSÕES

As conclusões apresentadas a seguir estão organizadas da seguinte maneira: considerações acerca do método desenvolvido, sobre os impactos para o setor vitivinícola e no território estudado.

### 5.1 - Quanto ao Método Desenvolvido de Avaliação de Impactos

O método desenvolvido é adequado para uma avaliação de impactos e pode ser considerado

<sup>21</sup>Valor que o VV possuía em 2001.

como uma referência para as próximas avaliações de Indicações Geográficas, inclusive para outros casos de estudo e para outros produtos.

Vale a observação de que a recuperação de informações no  $T_0$  com base na memória subjetiva dos entrevistados pode ser evitada a partir do monitoramento dos indicadores criados nesta pesquisa, permitindo, em avaliações futuras, a obtenção de uma boa linha de base.

Embora a metodologia tenha sido desenvolvida para sua aplicação em IP, também pode ser usada no caso de avaliações de DO, sendo necessário tomar em consideração as especificidades do objeto alvo da avaliação.

## 5.2 - Quanto aos impactos observados no Setor Vitivinícola

De maneira geral, foi identificado que a IPVV teve impacto, principalmente, na produção de vinhos finos e no desenvolvimento do elo industrial da cadeia produtiva. Contudo, esses processos não representam verdadeiras dinâmicas de desenvolvimento territorial, que ainda são incipientes na região do Vale dos Vinhedos.

Na organização da cadeia produtiva de vinhos, há uma assimetria marcante a favor dos produtores de vinho frente aos produtores de uva. Na região estudada, a produção de vinhos finos cresceu muito mais comparativamente a outras regiões. Muitas novas vinícolas foram criadas e os produtos passaram a ocupar mercados em que qualidade, e não somente preço, importa. Os canais de distribuição diversificados e a exportação são indicadores desse perfil de produto.

A análise ainda permitiu identificar que os impactos da IPVV não atingiram de fato todo o território. Eles se restringiram às propriedades integradas verticalmente dos produtores de vinho, sendo que grande parte deles é, ao mesmo tempo, total ou parcialmente produtora de suas próprias uvas para assegurar os padrões de qualidade exigidos para os produtos da IP. Os benefícios alcançados se difundiram

às demais propriedades do VV do mesmo modo que se difundiram para outras localidades do entorno, ou seja, indiretamente, por meio de infraestrutura de turismo e geração de empregos.

## 5.3 - Quanto ao Desenvolvimento Territorial

Os resultados obtidos na avaliação não confirmaram a hipótese de que, no caso do Vale dos Vinhedos, a IPVV tenha se constituído em um instrumento de desenvolvimento territorial. De fato, não há impactos substanciais ou objetivamente relevantes que justifiquem a relação de causalidade direta entre o desenvolvimento da IPVV e o desenvolvimento territorial. Portanto, não se pode dizer que a existência da IPVV, ao longo dos dez anos avaliados, ocasionou o desenvolvimento ali observado. A avaliação, por meio de um desenho metodológico rigoroso, quase experimental, mostrou que não houve diferenças significativas na maior parte dos indicadores selecionados entre o desenvolvimento ocorrido no Vv e aquele ocorrido em dois territórios de controle (Pinto Bandeira e Farroupilha).

Uma consequência evidente da IPVV foi o expressivo aumento do preço da terra em relação aos territórios de controle. Esse efeito tem freado a concentração fundiária, porém, coloca dúvida sobre a viabilidade do uso agrícola das propriedades no futuro.

Nos demais aspectos relativos ao desenvolvimento territorial, em que se pode isolar algum impacto da IP, os efeitos são bem mais modestos e não formam um todo coerente que sustente a defesa da IP como mecanismo importante para o desenvolvimento territorial.

Do ponto de vista da promoção de Indicações Geográficas como instrumentos de desenvolvimento territorial e regional, assumidos no bojo de uma política pública, a lição a ser aprendida com o Vale dos Vinhedos, importante pelo fato de essa ser a primeira IG aprovada e implantada no Brasil, é que lá a IP não foi suficiente para promover o desenvolvimento territorial e colaborou apenas indiretamente

para o desenvolvimento regional. A IP mostrou ter certa efetividade como estratégia competitiva de firmas industriais produtoras de vinhos finos, mas sem que os ganhos decorrentes fossem difundidos ao longo da cadeia produtiva ou para o território subjacente.

Por fim, aponta-se que, para os casos em que o desenvolvimento territorial for objetivo central de um processo de reconhecimento de Indicação Geográfica, é preciso prever medidas compensatórias e/ou de difusão dos riscos e ganhos para os demais elos da cadeia produtiva presentes no território. Tal previsão deve ocorrer em processos de elaboração de políticas que visem ao desenvolvimento territorial.

## LITERATURA CITADA

- ALONSO SANTOS, J. L. Redes y procesos de innovación en las comarcas vinícolas de Castilla y León: el ejemplo de la D.O. Bierzo. **Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles**, Madrid, n. 36, p. 43-60, 2003.
- AVILA, A. F. D.; VEDOVOTTO, G.; RODRIGUES, G. S. **Avaliação dos impactos das tecnologias geradas pela Embrapa: metodologia de referência**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 189 p.
- BARDAJÍ, I.; RAMOS, E.; RAMOS, F. **Los nuevos espacios rurales: papeles de economía Española**. Madrid: Fundación de Cajas de Ahorro, 2008.
- BARJOLLE, D. Indications géographiques et appellations d'origine contrôlée: un outil de propriété intellectuelle au service du développement rural? In: ACTES DU COLLOQUE INTERNATIONAL ALIMENTATION ET TERRITOIRES, 2006, Baeza. **Proceedings...** Baeza: ALTER, 2006.
- BRASIL. Lei n. 9.279, de 14 de maio de 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. **Diário Oficial da União**, Brasília, 15 maio 1996. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19279.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19279.htm)>. Acesso em: maio 2014.
- CLEVELAND, W. S. **Visualizing data**. New Jersey: Hobart Press, 1993.
- CLIMENT LÓPEZ, E. et al. La denominación de origen carriñena como sistema productivo local: redes de empresas, cultura y gobernanza. **Geographicalia**, Zaragoza, n. 52, p. 31-52, 2007.
- DIAS, J. F. D. V. R. **A construção institucional da qualidade em produtos tradicionais**. 2005. 145 p.
- Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Agricultura e Sociedade) - Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.
- DÍAZ YUBERO, I. Denominaciones de origen e indicaciones geográficas como garantía de calidad. **Distribución y consumo**, Barcelona, ano 21, n. 117, p. 5-22, 2011.
- DULLIUS, P. R. **Da solidariedade social ao individualismo: um estudo sobre o desenvolvimento do vale dos vinhedos na serra gaúcha**. 2009. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Indicações geográficas de vinhos finos do Brasil**. Brasília: EMBRAPA. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/tecnologias/ig/>>. Acesso em: 27 maio 2014.
- FLORES, M. X. **Da solidariedade social ao individualismo: um estudo sobre o desenvolvimento do vale dos vinhedos na serra gaúcha**. 2007. 311 p. Tese (Doutorado em Sociologia Política) - Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 2007.
- FRAYSSIGNES, J. **Les AOC dans le développement territorial**. Une analyse em termes d'ancrage appliquée au cas français des filières fromagères. 2005. Tese (Doutoral) - Institut National Polytechnique de Toulouse, Francia, 2005.
- FREITAS CAETANO, S.; RAMÍREZ GARCÍA, S.; DEL CANTO FRESNO, C. Red de relaciones, cohesión social y dinámica territorial: el caso de la denominación de origen de vinos de Uclés (Cuenca). In: RODRIGUEZ MARTINEZ, F. (Coord.). **Desarrollo local en tiempos de crisis: ¿el retorno a los recursos endógenos?** Granada: Universidad de Granada, 2013. p. 1-10.
- GOLLO, S. S. Delineamento e aplicação de framework para análise das inovações numa perspectiva de processo interativo: estudo de caso da indicação de procedência Vale dos Vinhedos - Serra Gaúcha/RS. **Teoria e Evidência Econômica**, Passo Fundo, v. 14, p. 247-277, 2006.
- IRIAS, L. J. M. et al. **Sistema de avaliação de impacto ambiental de inovações tecnológicas nos segmentos agropecuário, produção animal e agroindústria (SISTEMA AMBITEC)**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 8 p. (Embrapa Meio Ambiente. Circular técnica, 5).
- LAZAREV, G. Promouvoir le développement des territoires ruraux. In: HERVIEU, B.; THIBAUT, H. (Eds.). **Mediterra 2009: Repenser le développement rural en Méditerranée**. Paris: Presses de Sciences Po, 2009. p. 183-210.
- LEADER European Observatory. Economic competitiveness: creating a territorial development strategy in light of the LEADER experience. **Rural Innovation**, Brussels, Issue 6, Part 4, July 2000a.

LEADER European Observatory. Environmental competitiveness: creating a territorial development strategy in light of the LEADER experience. **Rural Innovation**, Brussels, Dossier Issue 6, Part 3, June 2000b.

\_\_\_\_\_. Global competitiveness of rural areas: creating a territorial development strategy in light of the LEADER experience. **Rural Innovation**, Brussels, Dossier, Issue 6, Part 5, 2001.

\_\_\_\_\_. Social competitiveness: creating a territorial development strategy in light of the LEADER experience. **Rural Innovation**, Brussels, Dossier, Issue 6, Part 2, 2000c.

\_\_\_\_\_. Territorial competitiveness: creating a territorial development strategy in light of the LEADER experience. **Rural Innovation**, Brussels, Dossier, Issue 6, Part 1, 1999.

LONDON ECONOMICS. **Evaluation of the CAP policy on protected designations of origin (PDO) and protected geographical indications (PGI)**. London, 2008. 275 p. (Final Report).

LÓPEZ BENÍTEZ, M. **Las denominaciones de origen**. Barcelona: Cedecs, 1996.

LORENTE BLASCO, M. Las denominaciones de origen y el desarrollo rural. Enfoque territorial de la producción. In: FRUTOS MEJÍAS, L. M.; RUIZ BUDRÍA, E. (Coord.). **Los productos con indicación geográfica en el sistema agroalimentario español: tradición y modernidad**. Zaragoza: Institución Fernando el Católico, 2012. p. 9-23.

MARQUES, C. B.; SANTOS, C. H. S. A economia na rota turística do Vale dos Vinhedos, RS. **Saber Acadêmico**, São Paulo, n. 9, p. 152-174, jun. 2010.

NIERDELE, P. A.; AGUIAR, M. Indicações geográficas, tipicidade e produtos localizados: os novos compromissos valorativos na vitivinicultura do Vale dos Vinhedos. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 59, n. 2, p. 21-56, 2012.

\_\_\_\_\_. Controvérsias sobre a noção de indicações geográficas enquanto instrumento de desenvolvimento territorial: a experiência do Vale dos Vinhedos em questão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SOBER, 2009. p. 1-22.

RAMÍREZ GARCÍA, S.; DEL CANTO FRESNO, C. Producciones agroalimentarias de calidad en el espacio rural madrileño. In: ACTAS DEL COLOQUIO IBÉRICO DE GEOGRAFÍA, 11., 2008, Alcalá de Henares. **Anales...** Alcalá de Henares: Obras Colectivas Humanidades, 2008. (Textos completos de las ponencias y comunicaciones).

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C.

Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: um sistema de avaliação para o contexto institucional de P&D. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 349-375, set./dez. 2002.

\_\_\_\_\_. et al. **Sistema de avaliação de impacto social da inovação tecnológica agropecuária (Ambitec-Social)**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2005. 31 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 35).

RUIZ PULPON, Á. R. Producción agroalimentaria de calidad y postproductivismo agrario: el caso de los vinos de Pago em Castilla-La Mancha. **Anales de Geografía**, Madrid, v. 33, n. 2, 2013.

SALLES FILHO, S.; BIN, A. Reflexões sobre o rumo da pesquisa agrícola. In: BUAINAIN, A. M. et al. (Eds.). **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. Brasília: Embrapa, 2014. cap. 13, p. 423-478.

\_\_\_\_\_. et al. Desenvolvimento e aplicação de metodologia de avaliação de programas de fomento a C,T&I: o método de decomposição. In: SEMINARIO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA, 12., 2007, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires: ALTEC, 2007. p. 1-17.

SANZ CAÑADA, J. Calificación de productos, externalidades territoriales y gobernanza territorial: las denominaciones de origen. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE LARED SIAL "ALIMENTACIÓN, AGRICULTURA FAMILIAR Y TERRITORIO", 4., 2008, Argentina. **Anais...** Argentina: ALFATER, 2008.

TONIETTO, J. Indicação geográfica Vale dos Vinhedos: sinal de qualidade inovador na produção de vinhos brasileiros. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 5., 2002, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: IESA/SBSP, 2002. p.1-16.

\_\_\_\_\_. Vale dos Vinhedos and the development of geographical indications in Brazil. In: WORLDWIDE SYMPOSIUM ON GEOGRAPHICAL INDICATIONS, 2011, Lima. **Anais...** Lima: WIPO, 2011. p. 156 -164.

TONINI, H. Políticas públicas e turismo: enoturismo no Vale dos Vinhedos/RS. **Revista de Turismo y Patrimônio Cultural**, Espanha, v. 6, n. 2, p. 213-229, abr. 2008.

ZACKIEWICZ, M. et al. **Avaliação de impactos da indicação de procedência vale dos vinhedos: relatório final**. Bento Gonçalves: Embrapa, 2012.

ZANINI, T. V.; ROCHA, J. M. da. O enoturismo no Brasil: um estudo comparativo entre as regiões vinícolas do Vale dos Vinhedos (RS) e do Vale do São Francisco (BA/PE). **Turismo em Análise**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 68-88, abr. 2010.

Recebido em 18/08/2014. Liberado para publicação em 16/12/2014.

# O SETOR SUCROENERGÉTICO BRASILEIRO: UMA ANÁLISE DAS CONDIÇÕES VARIETAIS E SEUS DESAFIOS TECNOLÓGICOS<sup>1</sup>

Silvia Angélica Domingues de Carvalho<sup>2</sup>  
André Tosi Furtado<sup>3</sup>

**RESUMO:** O crescimento da demanda por etanol expandiu significativamente a produção de cana-de-açúcar no Brasil. Na última década, mudanças afetaram a estrutura de produção do setor e, com isso, o rendimento da cana-de-açúcar sofreu flutuações importantes. Este artigo discute as condições varietais dos canaviais brasileiros e os desafios tecnológicos para elevar o rendimento da produção da cana-de-açúcar, resgatando os elementos que definiram a expansão do setor no período. O estudo está pautado em informações primárias obtidas por meio de entrevistas com os coordenadores dos programas de melhoramento genético de cana no país e participação em eventos técnicos com produtores, dados secundários obtidos em bases como União das Indústrias de Cana-de-açúcar, Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária e da Companhia Nacional de Abastecimento, além de revisão bibliográfica. Evidenciou-se que o aumento do rendimento produtivo no setor está atrelado a mudanças no padrão de produção de cana-de-açúcar no país pela superação de desafios tecnológicos como a desconcentração varietal da lavoura, a adequação das variedades às novas regiões de produção e a atualização tecnológica das plantações por meio da renovação com novas variedades, mais produtivas e adequadas ao uso de tecnologias, como a mecanização e a irrigação. Aliadas ao manejo rigoroso da cultura, tais medidas deverão promover o aumento do rendimento da cultura, no campo e na indústria.

**Palavras-chave:** cana-de-açúcar, tecnologia, melhoramento genético, inovação.

## BRAZIL'S SUGAR-ENERGY INDUSTRY: AN ANALYSIS OF VARIETAL CONDITIONS AND THEIR TECHNOLOGICAL CHALLENGES

**ABSTRACT:** The growth in demand for ethanol significantly expanded sugarcane production in Brazil. In the last decade, changes have affected the sector's production structure and, therefore, sugarcane yield has experienced considerable fluctuations. This article discusses the varietal conditions of Brazilian sugarcane fields and the technological challenges to increasing sugarcane production, rescuing the elements that defined the sector's expansion in the period. The study is guided by primary data obtained through interviews with the coordinators of the sugarcane breeding programs in the country, as well as participation in technical events with producers. Secondary data came from databases such as Brazil's Sugarcane Industry Union, Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply, and the National Supply Company, as well as a literature review. Our results evidenced that the increase in the sector's higher production yield is related to changes made to the sugarcane production pattern in order to overcome technological challenges - such as crop varietal deconcentration, suitability of varieties for new production regions, and plantation technological upgrading - by introducing more productive varieties, especially those responsive to mechanization and irrigation. Allied to strict crop management, these measures should promote increased crop yield on the field and in the industry.

**Key-words:** sugarcane, technology, breeding, innovation.

**JEL classification:** O33, Q16, Q21, Q41.

---

<sup>1</sup>Registrado no CCTC, REA-11/2014.

<sup>2</sup>Economista, Doutora, Instituto de Geociência da UNICAMP, Campinas, SP, Brasil (e-mail: silviadcarvalho@gmail.com).

<sup>3</sup>Economista, Doutor, Instituto de Geociência da UNICAMP, Campinas, SP, Brasil (e-mail: furtado@ige.unicamp.br).

## 1 - INTRODUÇÃO

Este trabalho é parte do projeto Pesquisa e Desenvolvimento para a Produção de Álcool e as mudanças Climáticas Globais<sup>4</sup> que integra o temático Geração de Cenários de Produção de Álcool como Apoio para a Formulação de Políticas Públicas Aplicadas à Adaptação do Setor Sucroalcooleiro Nacional às Mudanças Climáticas (ALCSCENS)<sup>5</sup>, financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) que promove o Programa de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais (PPMCG).

Um dos objetivos do projeto ALCSCENS é avaliar o impacto das políticas de inovação para o atendimento das demandas futuras do etanol e na adaptação da agricultura brasileira às mudanças climáticas. Entende-se que o dinamismo do sistema setorial de inovação, constituído em torno da agroindústria do açúcar e do etanol, será decisivo para garantir as metas de expansão da produção dentro de um contexto de adaptação às mudanças climáticas globais. Assim, entre os grandes desafios do ALCSCENS, está a expansão da cultura da cana para as regiões Central e Norte do país e, neste sentido, políticas deverão ser empreendidas para garantir os resultados almejados em termos de produtividade.

Considerando que o aumento de produtividade perpassa pela capacidade dos programas de melhoramento genético de cana-de-açúcar oferecer variedades adequadas ao setor, o projeto Pesquisa e Desenvolvimento para a Produção de Álcool e as Mudanças Climáticas Globais mapeou os principais programas de melhoramento de variedades de cana-de-açúcar no Brasil na busca por identificar as atuais necessidades tecnológicas da cultura nesta área. Este artigo surgiu em meio a tal investigação.

A retomada do crescimento da demanda por etanol, a partir de 2003, estimulou uma expansão significativa da produção de cana-de-açúcar no Bra-

sil. O setor, ainda sob o impacto da desregulamentação, expandiu para regiões com condições de solo e clima menos propícias e foi afetado por mudanças - como a mecanização da colheita - que impactaram a estrutura de produção. Com isso, a produção de cana-de-açúcar sofreu flutuações importantes no rendimento, as quais foram agravadas por condições climáticas desfavoráveis.

A partir desse quadro, o objetivo do artigo é discutir os desafios tecnológicos para a retomada do crescimento do rendimento na produção de cana-de-açúcar nacional, resgatando os elementos que definiram a expansão do setor sucroenergético nacional nos últimos anos, e também discutir as condições tecnológicas da sua expansão futura, tendo como foco as variedades nacionais de cana-de-açúcar.

Considera-se que o crescimento do setor sucroalcooleiro deverá passar por uma mudança tecnológica significativa, com a introdução de tecnologias de produção que contribuam para o aumento do rendimento produtivo da cana-de-açúcar no campo, em toneladas por hectare, e na indústria, em quilogramas de açúcar total recuperável (ATR) por tonelada. Assim, para que o rendimento da produção nacional de cana-de-açúcar volte a aumentar, será necessário acelerar a difusão tecnológica das novas variedades de cana-de-açúcar desenvolvidas pelos programas de melhoramento, mais adequadas às atuais condições setoriais.

O artigo foi organizado nas seguintes sessões: 2) a metodologia da pesquisa; 3) as condições atuais do setor sucroenergético brasileiro; 4) as alternativas tecnológicas para a produção de cana-de-açúcar; 5) as condições varietais das plantações de cana-de-açúcar no país; 6) as perspectivas tecnológicas para a produção de cana; e 7) considerações finais.

## 2 - METODOLOGIA

Este artigo está pautado em um estudo empírico e exploratório. As informações primárias, coletadas em visitas aos programas de melhoramento e entrevistas com perguntas abertas aos pesquisadores

<sup>4</sup>Processo FAPESP n. 2011/12583-5. Para maiores informações sobre O ALCSCENS, GRUPO DE PESQUISA EM MUDANÇAS CLIMÁTICAS DA UNICAMP - CPA. Banco de dados. Campinas: CPA. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/alcscens/>>. Acesso em: jul. 2014.

<sup>5</sup>Processo FAPESP n. 2008/58160-5.

responsáveis pelos programas, possibilitaram qualificar a situação tecnológica atual do melhoramento de cana-de-açúcar nacional e entender a estrutura tecnológica sobre a qual os programas desenvolvem suas variedades. O questionário foi aplicado *in loco* no Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), Centro de Cana do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), na Universidade Federal do Paraná (UFPR) e na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), universidades que compõem a Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético (RIDESA).

As informações secundárias pautaram as análises sobre o crescimento da produção nacional de cana-de-açúcar, evolução das áreas plantadas e colhidas, rendimento em toneladas por hectare e em quilogramas de ATR por hectare, e foram obtidas por meio de publicações de cooperativas e associações de produtores e consultorias, como a União dos Produtores de Bioenergia (UDOP), da União das Indústrias de Cana-de-açúcar (UNICA), o Grupo Idea e a Nova Cana, também das séries históricas das bases de dados do Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária (MAPA), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). As informações sobre as variedades de cana-de-açúcar plantadas e cultivadas têm como fonte os Censos Varietais da RIDESA e do CTC. Participações em eventos técnicos, como a reunião para apresentação de novas variedades do Centro de Tecnologia Canavieira, em dezembro de 2012, o Grande Encontro sobre Variedades de Cana-de-açúcar nos anos de 2012 e 2014 e o Irrigacana também ocorrido em 2014, foram importantes para o contato direto com os produtores.

A revisão bibliográfica envolveu a literatura da área agrônoma sobre solo, clima, fisiologia e melhoramento genético de cana e os estudos sobre o setor sucroenergético que deram suporte à caracterização e contextualização da pesquisa. Essa literatura foi importante na compreensão das etapas envolvidas no melhoramento genético das variedades e das tecnologias utilizadas e, aliada à revisão bibliográfica setorial, auxiliou a entender as necessidades de inovação na área, contribuindo então para a análise das

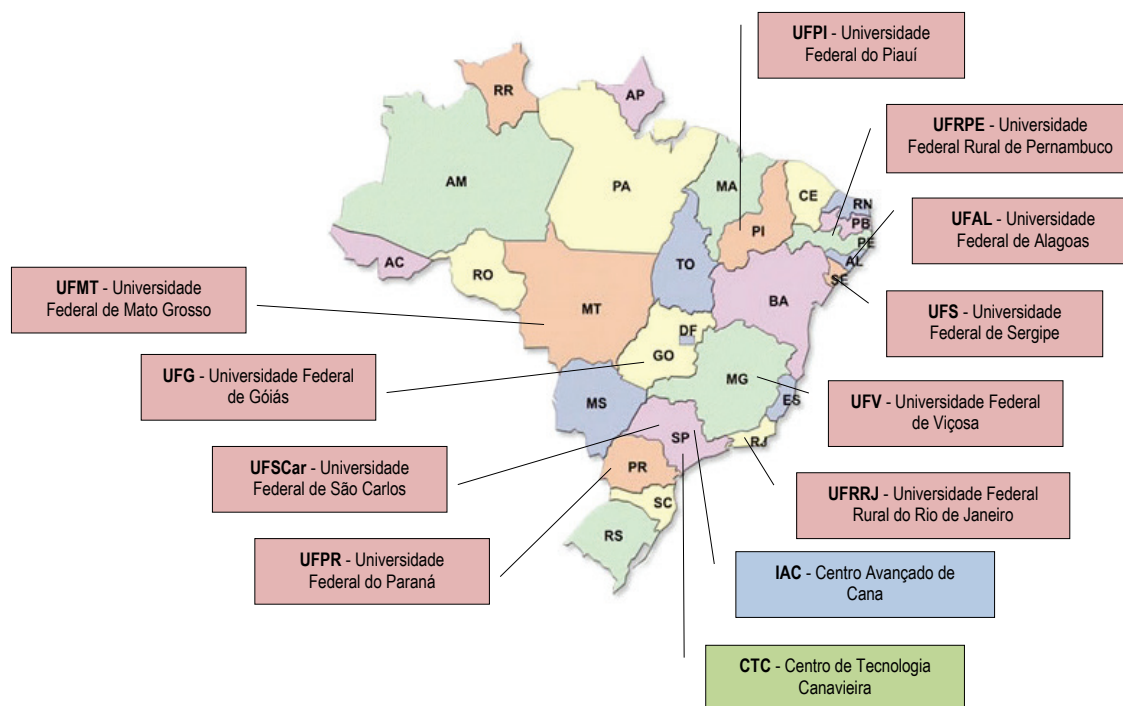
informações obtidas na pesquisa de campo.

Os três principais programas de melhoramento genético de cana-de-açúcar no Brasil foram estudados e estão brevemente descritos abaixo, tendo localização apontada na figura 1.

- A Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético (RIDESA), que herdou a estrutura da PLANALSUCARE, atualmente, é composta por dez universidades federais espalhadas pelo Brasil. Os entrevistados foram os coordenadores dos programas de quatro universidades federais que compõem a rede (UFPR e UFSCar, presencial; UFPI e UFV, por Skype).
- O Centro de Cana do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), que integra a Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio (APTA), é o mais antigo e tradicional programa de melhoramento de cana-de-açúcar brasileiro, suas atividades foram iniciadas na década de 1930. O entrevistado para a pesquisa foi o coordenador geral da área de melhoramento genético de cana.
- O Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) teve origem em 1969 por iniciativa da Cooperativa de Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo (COPERSUCAR), portanto, e também possui tradição no melhoramento de cana. Na primeira década de 2000, sofreu uma importante reestruturação de suas atividades e consagrou-se como o segundo maior programa brasileiro. Os entrevistados, neste caso, foram o gerente comercial de variedades e o gerente de biotecnologia<sup>6</sup>.

Atualmente, a RIDESA possui a maior participação de variedades em áreas de produção de cana-de-açúcar no Brasil, 62%. O CTC possui a segunda maior área (com as siglas CTC e SP, variedades da antiga COOPERSUCAR) com cerca de 33%, seguido do IAC com, aproximadamente, 1% de área plantada com suas variedades (Tabela 1). Estes programas representam 99% de toda a área cultivada com cana-de-açúcar no país.

<sup>6</sup>O gerente da área de melhoramento genético, por motivos de agenda, indicou os gerentes citados que atenderam adequadamente aos objetivos da pesquisa.



**Figura 1** - Localização dos Programas de Melhoramento de Cana-de-açúcar no Brasil (IAC, CTC e as Dez Universidades Federais que Compõem a RIDESA).

Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 1** - Variedades de Cana-de-Açúcar Mais Plantadas e Cultivadas no Brasil, Safra 2012

Variedade/sigla	Área (ha)	%
RB - RIDESA	3.970.657	62,0
SP - Coopersucar, hoje CTC	1.836.713	28,7
CTC	330.559	5,2
IAC	56.222	0,9
CV - CanaVialis (Monsanto)	778	0,0
PO - Cosan	23.283	0,4
Outras	187.931	2,9
<b>Total</b>	<b>6.406.143</b>	<b>100,0</b>
Área cultivada (ha)	8.485.000	-
Área amostrada (%)	75,5	-

Fonte: RIDESA (2013).

### 3 - O SETOR SUCROENERGÉTICO BRASILEIRO NA ÚLTIMA DÉCADA

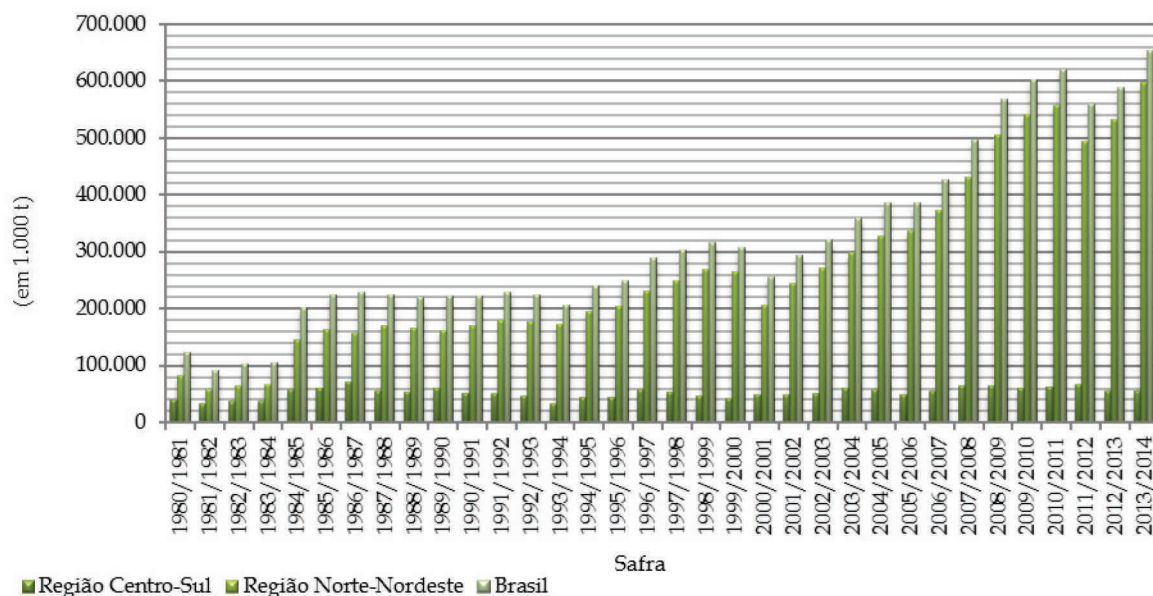
A área plantada com cana-de-açúcar no Brasil quintuplicou no período de 1975 a 2012 e o rendi-

mento da produção passou de 46,8 toneladas por hectare (t/ha) para 69,4 t/ha, respectivamente<sup>7</sup>.

A partir de 1975, os aumentos constantes de produção foram resultantes do esforço governamental para alavancar o setor por meio do Programa Nacional do Alcool (PROÁLCOOL), cujos benefícios estenderam-se pela década de 1980 (Figura 2). Nos anos 1990, instabilidades de demanda e incertezas arrefeceram o crescimento da produção. Mas, com a desregulamentação, novas expectativas foram criadas e os atores privados passaram a dispor de liberdade para traçar suas estratégias empresariais (FIGUEIRA; PEROSA; BELIK, 2013). Os produtores tiveram que se adaptar ao livre mercado sem os incentivos, subsídios e a coordenação do Estado (MEURER; SHIKIDA, 2014).

<sup>7</sup>Cálculos realizados a partir de informações do UNICA (2014).





**Figura 2** - Evolução da Produção de Cana-de-açúcar, Brasil, Safras 1980/81 a 2013/14.  
Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados da UNICA (2014).

A produção de cana-de-açúcar intensificou-se novamente a partir da safra de 2002/03, com o crescimento da demanda pelo etanol em função do desenvolvimento da tecnologia de automóveis *flexfuel*. Após 2005, a expansão da produção de cana-de-açúcar continuou sendo alimentada pela demanda crescente por tais automóveis, estimulada pelo aumento da renda nacional, isenção de impostos à indústria automobilística e concessão de crédito ao consumidor. Também as perspectivas de exportação de etanol estimularam a ampliação das áreas de produção de cana.

A partir de 2007, contudo, o crescimento da área plantada não é acompanhado pela área colhida, que apresenta queda e aponta o menor rendimento da cultura. A área de cana colhida só voltou a aumentar no início de 2011 (Figura 3). No triênio 2008-2010, a incerteza no mercado interno de combustíveis e os preços elevados do açúcar no mercado internacional direcionaram a cana colhida para a produção de açúcar. Variações climáticas inesperadas também afetaram a produção de cana no período (Tabela 2) e, com a demanda crescente, o Brasil teve que importar etanol, atingindo o volume de 1.150 mil m<sup>3</sup> em 2011 (UNICA, 2014).

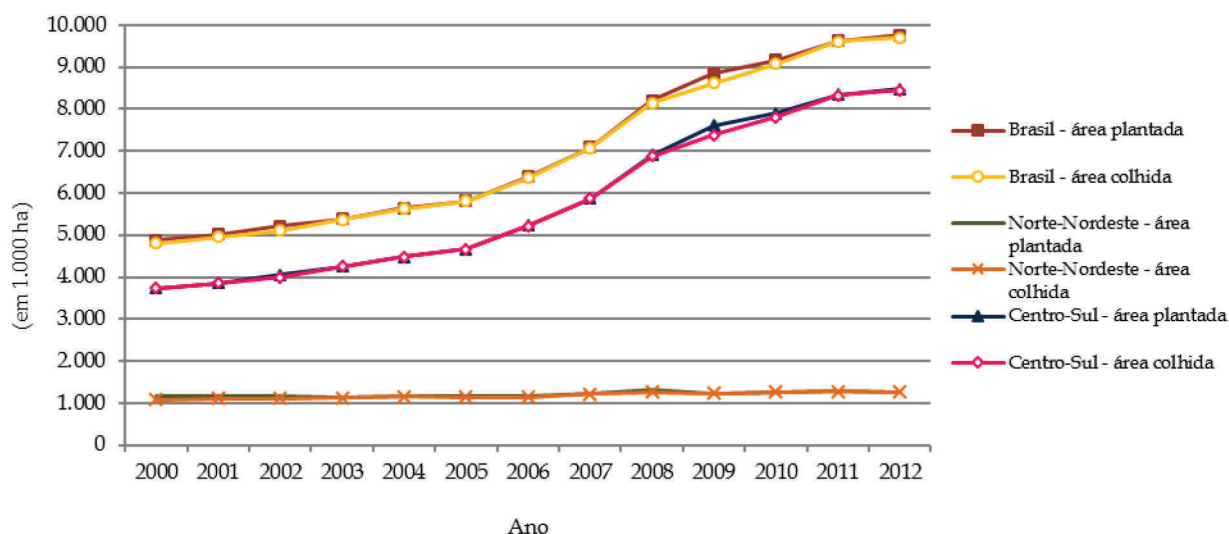
O rendimento da cana também foi influenciado

do pelo Protocolo Agroambiental do Setor Sucroalcooleiro Paulista, acordo firmado entre o Estado de São Paulo e as associações paulistas de produtores de cana-de-açúcar em 2007, que antecipou de 2017 para 2014 o prazo estipulado pela Lei Estadual n. 11.241/2002 para o fim da colheita de cana queimada. Aos poucos, o protocolo foi sendo adotado também pelos produtores do Centro-Oeste e Sul.

A mecanização acelerada aumentou as perdas no campo por diversos motivos: inadequação das variedades de cana cultivadas ao processo de colheita por máquinas; maior quantidade de impurezas que passaram a ser carregadas com a cana; falta de mão de obra qualificada ou insuficientemente treinada para operar a colhedora; aumento da compactação do solo; entre outros motivos<sup>8</sup>.

O incremento no rendimento (em toneladas por hectare) da cana-de-açúcar foi, em média, de 1,6% ao ano, entre 1975 e 2000, representando um crescimento de 44% em 25 anos. Nas condições atuais, o rendimento tem crescido em torno de 1% ao ano, considerando o período de 2001 a 2013. Já o cres-

<sup>8</sup>Estes argumentos foram colocados pelos produtores nos eventos técnicos "Grande Encontro sobre Variedades de Cana-de-açúcar", ocorrido em setembro de 2014, e "Irrigacana" ocorrido em outubro de 2014.



**Figura 3** - Evolução da Área Plantada e Área Colhida, Brasil, 2000 a 2012.  
Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados da UNICA (2014).

**Tabela 2** - Indicadores de Produção de Cana-de-açúcar, Brasil, Safras 2010/11 e 2011/12

Item	Safra 2010/11	Safra 2011/12	Var. %
Área plantada (mil ha)	8.056,0	8.981,5	11,49
Produtividade (t/ha)	77,45	68,29	-11,82
Produção (mil t)	623.905,3	571.471,0	-8,4%
Produção de açúcar (mil t)	38.168,4	36.882,0	-3,37
Produção de álcool (mil m <sup>3</sup> )	27.595,5	22.857,6	-17,17

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados do Brasil (2013) e UNICA (2014).

cimento médio na área plantada foi de 4% ao ano no período de 1975 a 2000, e de 7% ao ano entre 2001 e 2012, portanto, a queda do rendimento está sendo compensada pelo aumento de área plantada com cana<sup>9</sup>.

Correa e Belik (2013) calcularam o peso que o aumento da área plantada tem representado para a produção de cana-de-açúcar nacional. Segundo os autores, a contribuição da área para a expansão de cana-de-açúcar no Brasil, entre 1990 e 2009, foi de 66% e a contribuição de rendimento de 34%. Já na região Centro-Oeste, principal área de expansão da

<sup>9</sup>Estes indicadores foram calculados a partir de dados da UNICA, UDOP e MAPA.

cultura, a contribuição de área foi de, aproximadamente, 77%, e a de rendimento foi de 23%. Assim, afirmam que o perfil de produção da cana-de-açúcar no Centro-Oeste é marcado pelo sistema extensivo, provavelmente por serem terras de pastagens degradadas, com baixa qualidade e com baixo preço. Portanto, uma produção apoiada em expansão de área e não de rendimento.

Com a falta de políticas específicas para o setor sucroenergético e o subsídio governamental à gasolina com vistas à diminuir a pressão sobre a inflação, o governo federal acentuou os impasses relativos ao etanol.

Dessa forma, o padrão de produção agrícola de cana-de-açúcar nacional deverá ser modificado com enfoque no rendimento e na redução na demanda por áreas, como será visto a seguir.

#### 4 - ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS NA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR

A agricultura é um setor totalmente suscetível às alterações climáticas, intempéries, pragas e doenças. De acordo com Smithers e Blay-Palmer (2001), inovações tecnológicas surgiram para melhor aco-

modar os produtores às variações espaciais destes atributos do clima. Simplificadamente, tais inovações podem ser subdivididas em dois tipos básicos: tecnologias mecânicas e tecnologias biológicas.

As mecânicas são mais limitadas e estão relacionadas às tecnologias de irrigação, como os sistemas de gotejamento, que têm facilitado a agricultura intensiva e um amplo conjunto de atividades que as condições locais antes não permitiam, e às tecnologias voltadas ao plantio direto, que possuem benefícios relacionados à manutenção da umidade do solo, associando tecnologias de plantio e colheita, e que facilitaram o amplo uso de sistemas diretos reduzidos. Também o desenvolvimento de sistemas integrados de drenagem capacitaram os produtores a lidar com o excesso de umidade nos períodos de crescimento da cultura e, especialmente, no período de colheita (SMITHERS; BLAY-PALMER, 2001).

As tecnologias mecânicas, associadas aos avanços na área de agroquímicos, ajudam a anular ou a minimizar as variações no rendimento, oferecendo suporte ao produtor frente aos eventos climáticos, pragas e doenças, diminuindo as perdas. Também podem ser adicionadas a este grupo as tecnologias de gestão, diretamente relacionadas às tecnologias da informação, envolvendo *softwares* e instrumentos de agricultura de precisão, sistemas de previsão e monitoramento climático.

O setor sucroenergético brasileiro vem sofrendo mudanças importantes provocadas pela introdução de tecnologias mecânicas no campo. O plantio e a colheita por máquinas, equipamentos de fertirrigação e de agricultura de precisão, dependendo da capacidade financeira do produtor e das condições climáticas da região onde a propriedade se localiza, estão cada vez mais presentes no campo. Até mesmo a irrigação com água em determinadas regiões do Estado de São Paulo está sendo analisada por grandes grupos produtores, pois há estudos apontando que a irrigação promove um aumento de 30% no rendimento da cultura, em toneladas por hectare.

No segundo grupo de tecnologias definidas por Smithers e Blay-Palmer (2001) está a contribui-

ção da pesquisa no campo das ciências biológicas, que alteram as exigências climáticas das plantas cultivadas, promovem a adaptação dos sistemas de cultivo para uma ampla gama de regiões climáticas e de condições adequadas para o período de crescimento. Entre essas tecnologias encontra-se o melhoramento genético de variedades, no modelo convencional ou na biotecnologia.

Na linha argumentativa dos autores, é essencial que a produção de cana-de-açúcar brasileira tenha, no campo, as variedades que sejam adequadas ao solo e ao clima e também à mecanização e à irrigação, tecnologias que estão sendo crescentemente utilizadas no setor. A interação entre as tecnologias mecânicas e biológicas, por meio de um manejo rigoroso do canavial, deve ocorrer de forma a promover o aumento no rendimento da produção nacional de cana-de-açúcar.

Também para Braunbeck e Magalhães (2010), o aumento da produção de etanol deveria passar por dois processos: o agrícola e o industrial, de modo a viabilizar o aproveitamento integral da cana-de-açúcar. Segundo eles, o modelo atual de produção precisa ser reformulado para que o rendimento cresça de forma sustentável do ponto de vista econômico, social e ambiental, sendo necessário definir estratégias de manejo para um melhor aproveitamento dos recursos.

Há uma margem significativa para o aumento do rendimento da produção de cana-de-açúcar no Brasil, tornando desejável a reformulação no padrão de produção. Estudos científicos indicam que o potencial biológico de produção da cana é de aproximadamente 350 t/ha (LANDELL; BRESSIANI, 2010). Atualmente, o rendimento da cultura no país equivale a, aproximadamente, 25% desse potencial biológico da cultura. A média do Estado de São Paulo, região mais produtiva do país, esteve próxima de 82 t/ha na safra 2013/14.

Desta forma, afinar a relação entre as variedades de cana-de-açúcar e as tecnologias mecânicas presentes nas plantações será cada vez mais essencial para o aumento do rendimento produtivo.

## 5 - CONDIÇÕES VARIETAIS DA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL<sup>10</sup>

A análise das variedades de cana-de-açúcar cultivadas na última década aponta a grande necessidade de acelerar a difusão dessas tecnologias, pois há elevada concentração da produção em determinadas variedades e baixo índice de renovação dos canaviais, com conseqüente diminuição da sanidade e envelhecimento das plantações (com relatos de casos específicos que chegaram ao décimo corte).

O Brasil apresenta mais de 40% da área plantada com cana-de-açúcar concentrada em três variedades (Tabela 3), contribuindo para manter o rendimento médio da produção estável. Estas variedades são as mais cultivadas e plantadas no país há oito anos, segundo informações do censo varietal do CTC (CTC, 2014). O percentual de concentração já foi maior, três variedades já atingiram 70% da área plantada na década de 1980, diminuiu para menos de 35% em 2006, mas, desde 2007, a concentração voltou a aumentar (CTC, 2014).

Em 2012, 26,4% da área cultivada com cana correspondia à variedade RB867515. A tendência desta concentração é permanecer ao menos por cinco anos (ciclo de cinco cortes da cultura), pois as duas variedades mais cultivadas continuam sendo as mais plantadas.

Segundo os especialistas na área, a elevada concentração varietal da produção de cana-de-açúcar aumenta a suscetibilidade do canavial às variações do clima e às pragas e doenças, impedindo o incremento no rendimento da produção. Outro aspecto relevante é que as variedades que configuram a concentração estão ultrapassadas tecnologicamente, ou seja, são plantas selecionadas na década de 1980<sup>11</sup> quando as necessidades do setor eram

outras e, conseqüentemente, quando as características procuradas pelos programas de melhoramento nas variedades eram distintas das atuais. Assim, mais da metade da produção atual de cana-de-açúcar brasileira baseia-se em variedades defasadas, ou seja, tecnologias superadas por outras mais produtivas.

A falta de rigor na alocação de variedades adequadas ao ambiente edafoclimático em questão é outra característica dos canaviais brasileiros. As novas áreas de produção de cana-de-açúcar, no oeste paulista e no Centro-Oeste do Brasil, receberam as mesmas variedades utilizadas nas tradicionais áreas de produção do Estado de São Paulo e Paraná, ou seja, as mesmas variedades foram plantadas em condições de solo e clima bem diferentes.

Na figura 4, observa-se que as variedades mais cultivadas nos Estados de São Paulo e Paraná são as mesmas mais cultivadas nos Estados de Mato Grosso do Sul e Goiás. Segundo um dos melhoristas entrevistados, quando houve o *boom* da produção de cana-de-açúcar, em meados dos anos 2000, houve falta de mudas de algumas variedades de cana e os produtores plantaram as disponíveis. Desta forma, não houve aumento do rendimento médio nacional por hectare com a ampliação da área de produção para tais regiões.

De acordo com Landell e Bressiani (2010), as cultivares são desenvolvidas a partir de seleções regionais e devem atender às condições edafoclimáticas da região, promovendo ganhos significativos para nichos específicos de produção, uma vez que o objetivo principal dos programas de melhoramento da cana-de-açúcar é prover novas cultivares que ampliem a produtividade de energia (açúcar, álcool e fibra).

Segundo estes autores, no Brasil, algumas regiões cultivadas com a cana-de-açúcar apresentam deficiências hídricas anuais próximas de 250 mm, associadas à temperaturas médias acima de 24° C. É o caso da região de Goianésia no nordeste de Goiás. Condições similares ocorrem no sul do Tocantins e do Maranhão, regiões de expansão da canavicultura. As

<sup>10</sup>Nesta seção, a discussão estará pautada em resultados primários, baseados na pesquisa de campo, e em dados secundários das fontes indicadas.

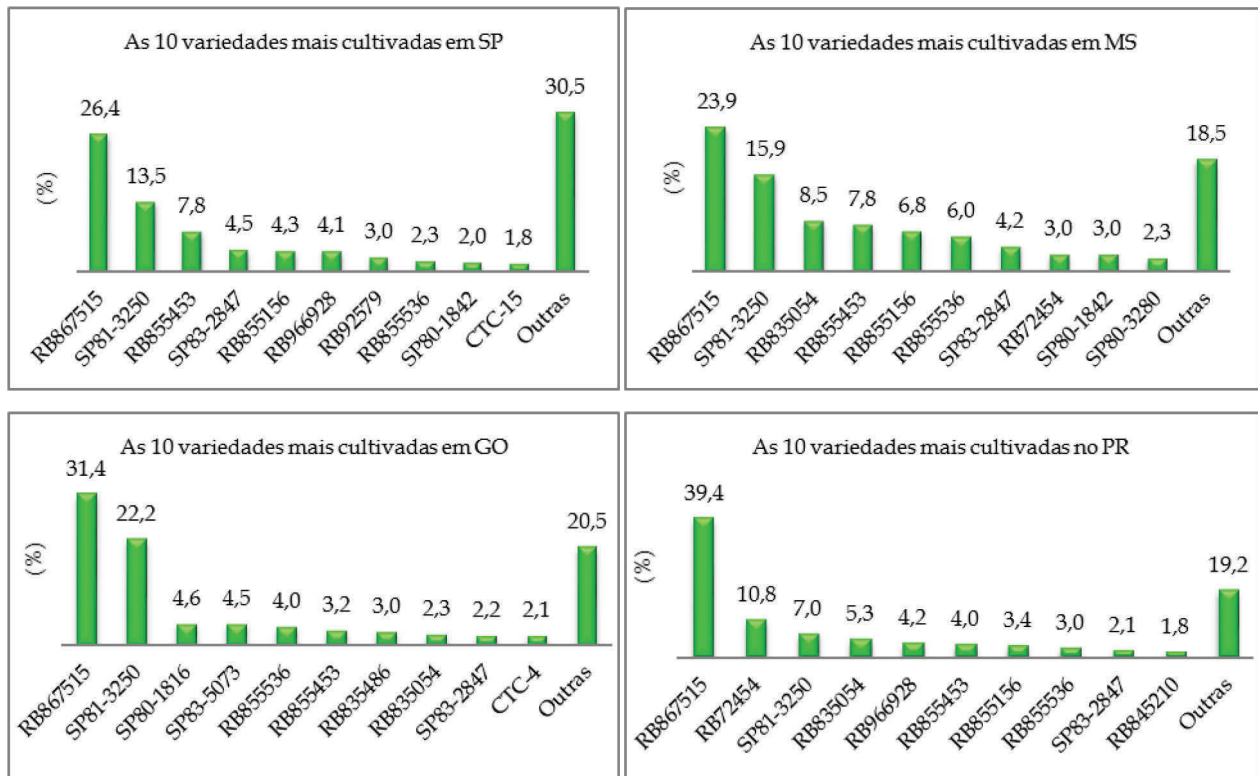
<sup>11</sup>Os primeiros dois dígitos da sigla da variedade referem-se ao ano em que iniciou-se o seu desenvolvimento. Por exemplo, a seleção da variedade SP81-3250 foi iniciada em 1981. Em geral, a variedade estará habilitada para a comercialização entre 12 e 15 anos após o início do processo e, segundo os melhoristas, o

ideal é que ela permaneça em campo por no máximo mais 15 anos.

**Tabela 3 - Censo Varietal da Cana-de-açúcar no Brasil, Safra 2012/13**

Variedade	Plantio		Variedade	Cultivo	
	Área (ha)	%		Área (ha)	%
1 RB867515	283.668	28,9	1 RB867515	1.690.951	26,4
2 SP81-3250	110.078	11,2	2 SP81-3250	823.776	12,9
3 RB92579	75.909	7,7	3 RB855453	357.563	5,6
4 RB966928	70.389	7,2	4 RB92579	322.549	5,0
5 RB855453	51.460	5,3	5 RB855536	240.578	3,8
6 RB855156	38.835	4,0	6 RB855156	210.832	3,3
7 CTC-15	23.108	2,4	7 SP83-2847	210.403	3,3
8 SP83-2847	21.694	2,2	8 RB966928	163.870	2,6
9 CTC-9	19.062	1,9	9 RB72454	163.377	2,6
10 RB835054	17.681	1,8	10 RB835054	138.503	2,2
Outras	268.138	27,4	Outras	2.083.741	32,5
Total	980.022	100,0	Total	6.406.143	100,0

Fonte: RIDESA (2013).

**Figura 4 - Variedades de Cana-de-açúcar mais Cultivadas, Estados do Brasil Selecionados, Safra 2012/13.**

Fonte: RIDESA (2013).

cultivares a serem utilizadas nessas regiões caracterizam-se pela grande capacidade de suportar este período crítico, sem perda exacerbada de perfilhos e pela elevada capacidade de acumular biomassa no período que compreende o final da primavera e do verão.

É essencial, portanto, que a variedade plantada esteja adequada às características regionais e que a renovação do canavial seja feita de forma equilibrada, não promovendo a concentração varietal e com a menor defasagem tecnológica possível, ou seja, utilizando as novas tecnologias em variedades disponíveis no mercado.

Paralelamente ao baixo rendimento da produção de cana-de-açúcar em toneladas por hectare, a concentração do ATR, medido em quilogramas por tonelada de cana (kg/t), também tem oscilado muito nos últimos anos (Figura 5).

Para a produção de sacarose, a planta precisa encontrar condições de temperatura do ar e umidade no solo que permitam o desenvolvimento suficiente durante a fase vegetativa seguido de um período com restrição hídrica e/ou térmica para induzir o repouso vegetativo e o enriquecimento em sacarose na época de corte (BRUNINI, 2010). Desta forma, a cana precisa de um tempo seco antes da colheita para que o acúmulo de sacarose seja elevado, quando chove no período próximo à colheita, como ocorreu em 2009 e 2010, a planta absorve água e acumula menos sacarose, impactando a produtividade industrial de açúcar e etanol.

A expansão da área de produção tem ampliado a distância entre a usina e a plantação. Essa especificidade locacional, segundo Figueira, Perosa e Belik (2013), é agravada por uma especificidade temporal, dado que, após a colheita, a cana-de-açúcar deve ser processada o mais rapidamente possível (no máximo em 48 horas), sob o risco de comprometer seriamente seu rendimento industrial na produção de açúcar e álcool. Em outras palavras, por não poder ser armazenada, deve haver grande sincronismo temporal entre a colheita e o processamento industrial da cana-de-açúcar. O comprometimento da produção industrial de açúcar e álcool a que os autores se referiram corresponde ao processo

conhecido como inversão de sacarose<sup>12</sup> que diminui a concentração de ATR na cana colhida.

Segundo os especialistas, a mecanização da colheita também afetou o rendimento industrial, pois aumenta a área de exposição da cana ao ambiente, uma vez que a máquina colhedora corta a cana em uma quantidade maior de pedaços, acelerando a inversão de sacarose e exigindo uma coordenação ainda maior entre colheita e industrialização.

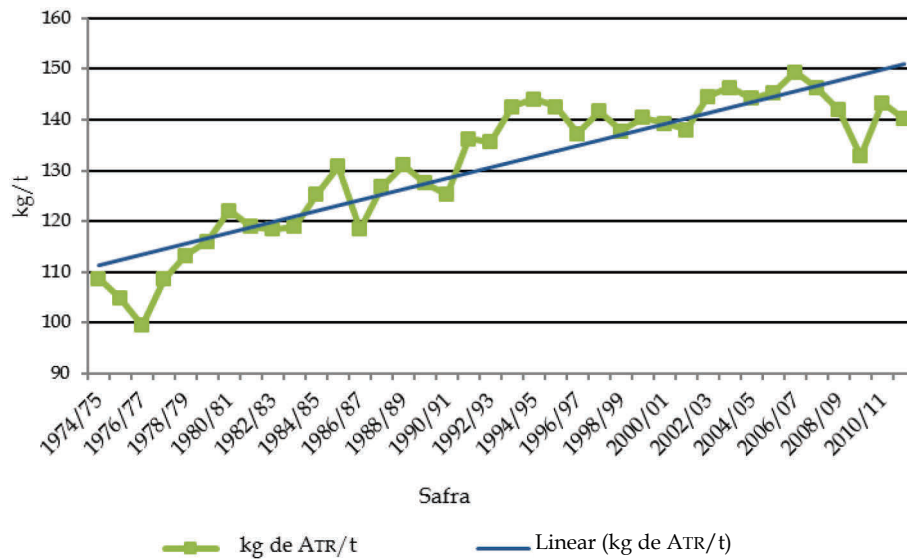
A interferência científica nesse processo de inversão da sacarose, bem como o aumento da concentração de ATR nas variedades de cana-de-açúcar, tem encontrado barreiras na complexidade genética da planta (GAZAFFI et al., 2010). Dessa forma, há limitações ao aumento de produtividade da cana que são inerentes ao processo de melhoramento: a) por se tratar de uma variedade híbrida, a identificação das marcas genéticas de interesse é muito laboriosa e demorada; b) dificuldades para obtenção e liberação de variedades produtivas e adaptadas a ambientes brasileiros diversos; e c) barreiras biológicas: a reprodução sexuada, no caso das plantas, a floração e o equilíbrio celular que garantem a sinalização correta entre as partes do organismo e seu funcionamento como um todo (SOUZA; SLUYS, 2010).

Assim, os esforços tecnológicos que os programas de melhoramento realizam no desenvolvimento de variedades que atendam às necessidades atuais do setor e as perspectivas tecnológicas colocadas para o setor nos próximos anos deverão ser coordenadas para levar ao aumento do rendimento da produção nacional de cana-de-açúcar, ou seja, deve-se promover a difusão das novas variedades e a interação entre as diversas tecnologias envolvidas no processo produtivo da cana-de-açúcar.

## 6 - PERSPECTIVAS TECNOLÓGICAS PARA A CANA-DE-AÇÚCAR

O transbordamento da produção de cana-de-açúcar para regiões com condições edafoclimáticas

<sup>12</sup>Para maiores detalhes, ver Brunini (2010).



**Figura 5** - Rendimento de ATR, Brasil, Safra 1974/75 a 2010/11.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados da UDOP (2014) e da UNICA (2014).

diferentes das regiões tradicionais e os baixos rendimentos de produção estão exigindo variedades mais adaptadas às especificidades regionais. Observou-se que os programas de melhoramento genético de cana estão intensificando as pesquisas e o desenvolvimento de variedades nesta direção, deixando evidente que o conceito de variedade eclética, que é cultivada de norte a sul do país, está cada vez mais enfraquecido.

O Centro de Cana APTA-IAC, desde 1995, possui experimentos regionalizados. Em Goiás, possui parcerias com produtores e usinas locais para o desenvolvimento de variedades adequadas às condições edafoclimáticas da região Centro-Oeste. Esses experimentos foram intensificados desde 2001 e a orientação e o acompanhamento do Instituto têm levado, recentemente, algumas usinas à uma produção média superior a 120 toneladas de cana por hectare.

O CTC criou o Programa de Melhoramento Acelerado, uma proposta de desenvolvimento varietal que visa colocar novas variedades no mercado num período de 8 anos (convencionalmente esse tempo gira em torno de 15 anos). Como consequência, o custo de desenvolvimento de uma variedade deverá ser reduzido em 50%. Atrelado à esta propos-

ta, está o processo de regionalização no desenvolvimento das variedades de cana-de-açúcar, que as condiciona, desde a fase inicial (*seedlings*), ao ambiente edafoclimático da região em foco. Em dezembro de 2012, o CTC lançou o primeiro conjunto de variedades desenvolvidas especificamente para as condições do Cerrado, a série 9.000, com três variedades que prometem suprir parte da carência de cultivares para solo e clima naturalmente pouco propícios à cultura.

Outras tecnologias surgiram para acelerar o oferecimento, aos produtores, de mudas para a renovação de canaviais e a expansão das áreas de produção. O sistema de mudas pré-brotadas (MPB) do IAC é uma tecnologia de multiplicação que visa a produção rápida de mudas e o aumento do padrão de fitossanidade das mesmas. No lugar dos colmos entram as MPBs produzidas a partir de cortes de cana chamados minirrebolos, onde estão as gemas. Segundo Gomes (2013), o MPB restaura a técnica de formação de viveiros, que foi esquecida na rápida expansão do setor.

A biofábrica do CTC atua na mesma linha do MPB, visando oferecer mudas saudáveis em grandes quantidades. O centro também anunciou investi-

mentos em laboratórios de “sementes artificiais” de cana, mais uma tecnologia que visa quebrar o paradigma de plantio com “toletes”, reduzindo custos e aumentando a produtividade (BATISTA, 2014)

O Plene da Syngenta, uma tecnologia de mudas de até três centímetros de altura, também se aproxima do conceito de “semente” de cana. A partir de novas variedades promissoras do IAC, CTC e da RIDESA, as mudas são tratadas e vão direto dos viveiros para o plantio, feito por um maquinário leve, desenvolvido especialmente para o plantio do Plene (UDOP, 2014). As novas versões desta tecnologia, o Plene PB e o Plene Evolve que deverão ser comercializadas na safra de 2015, são direcionadas para a formação de viveiros e prometem um ganho de rendimento de 15% a 20% sobre os canaviais em cultivo.

Dos programas estudados, o CTC é o que mais tem investido na área de biotecnologia. Anunciou a ampliação e modernização de laboratórios, a contratação de novos pesquisadores e planeja lançar a primeira variedade transgênica de cana-de-açúcar, com resistência a praga, em 2018. E em 2023, está previsto o lançamento de uma variedade transgênica resistente ao estresse hídrico.

Outras tecnologias, como os marcadores moleculares, representam novo suporte ao melhoramento genético da cana e deverão acelerar o desenvolvimento das variedades. Também iniciativas como os Projetos Genoma-Cana (SUCEST-FAPESP) e o Bioen (FAPESP), com diversas linhas de pesquisas relacionadas à produção de cana-de-açúcar, biotecnologia e tecnologias para etanol de primeira e de segunda gerações, vêm atuando como uma fonte importante de informações ao setor.

A chamada “cana-energia”, com maior composição de biomassa e produtividade estimada acima de 200 t/ha, configura uma planta “mais rústica” e apta para condições de solo e clima desfavoráveis. Espera-se que estas variedades possam ocupar locais com temperaturas mais elevadas, maior estresse hídrico e solos onde as variedades atuais não conseguem ser produtivas. Os programas do IAC, CTC e RIDESA, e empresas como a Ceres e GranBio, tem anunciado experimentos com variedades desse tipo.

Neste caso, o foco está diretamente associado à produção de etanol de segunda geração.

Vale salientar, contudo, que a transferência e a difusão destas tecnologias representam um aspecto chave na mudança do padrão de produção de cana-de-açúcar no Brasil. A tomada de decisão ao nível da propriedade agrícola, o processo de adoção da inovação, o papel do conhecimento do agricultor em absorver e “adaptar” tecnologias às condições locais, e a necessidade de *feedback* como insumo para o planejamento e aprimoramento da inovação são elementos críticos e representam um grande desafio (SMITHERS; BLAY-PALMER, 2001).

## 7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A expansão da produção de cana-de-açúcar no Brasil, principalmente a partir de 2003, foi estimulada pelo aumento da demanda por etanol e ocorreu em direção à regiões onde as condições de produção são menos propícias à cultura. Paralelamente, mudanças estruturais importantes (como a mecanização da colheita) e alterações climáticas inesperadas impactaram o rendimento produtivo da cultura.

A queda no rendimento e a necessidade de planejamento futuro da produção chamaram a atenção para as condições varietais das plantações, cuja análise apontou a necessidade de superação de desafios tecnológicos importantes. Adequar as variedades de cana aos novos ambientes de produção, diminuir a concentração varietal das lavouras, promovendo a substituição de antigas variedades, e acelerar a difusão das novas tecnologias desenvolvidas pelos programas de melhoramento estão entre as medidas consideradas mais urgentes. Nas condições atuais, os canaviais brasileiros estão mais vulneráveis a eventos climáticos, pragas e doenças. Além disso, para um aumento significativo no rendimento produtivo, as novas variedades também devem estar adequadas ao uso de tecnologias como mecanização e à irrigação.

Os programas de melhoramento genético de cana vêm empreendendo esforços tecnológicos sig-



nificativos, reforçando a capacitação firmada nesta área desde o PROÁLCOOL. Contudo, estes esforços deverão ser intensificados por meio de políticas específicas (principalmente nos casos dos programas de melhoramento que são predominantemente públicos - RIDESA e Centro de Cana-IAC) que, além de ampliar os investimentos em pesquisa e desenvolvimento de novas variedades de cana, deverão propiciar meios para acelerar a absorção e difusão destas tecnologias pelos produtores.

Assim, para um crescimento produtivo sustentável, o setor sucroalcooleiro deverá passar por uma mudança tecnológica significativa, com a introdução de tecnologias de produção que contribuam para o aumento do rendimento da cana-de-açúcar no campo, em toneladas por hectare, e na indústria, em quilogramas de ATR por tonelada. Neste âmbito, será primordial promover: a) a difusão tecnológica das novas variedades de cana-de-açúcar desenvolvidas pelos programas de melhoramento, mais adequadas às necessidades atuais do setor; e b) a interação das tecnologias mecânicas (colheita, plantio e irrigação) e biológicas, de forma a mudar o padrão tecnológico da produção de cana no Brasil.

As perspectivas tecnológicas para essa mudança na produção de cana-de-açúcar brasileira são promissoras; contudo, é uma tarefa conjunta com a intensificação dos esforços de inovação pelos programas de melhoramento, a implementação de políticas setoriais específicas pelo governo, estimulando e promovendo a difusão tecnológica, e o compromisso de investimento dos produtores no manejo profissional e rigoroso das lavouras.

## LITERATURA CITADA

- BATISTA, F. CTC investe R\$40 milhões em laboratórios. **Jornal Valor Econômico**, São Paulo, 24 fev. 2014. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/agro/3440616/ctc-investe-r-40-milhoes-em-laboratorios>>. Acesso em: 7 ago. 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Anuário estatístico de agroenergia 2012**: statistical yearbook of agrienergy. Brasília: MAPA/ACS, 2013. 284 p. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Desenvolvimento\\_Sustentavel/Agroener-gia/anuario\\_agroenergia\\_web\\_2012.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroener-gia/anuario_agroenergia_web_2012.pdf)>. Acesso em: 30 abr. 2014.
- BRAUNBECK, O. A.; MAGALHÃES, P. S. G. Avaliação tecnológica da mecanização da cana-de-açúcar. In: CORTEZ, L. A. B. (Coord.). **Bioetanol de cana-de-açúcar**: P&D para produtividade e sustentabilidade. São Paulo: Blucher, 2010. cap. 12, p. 451-464.
- BRUNINI, O. Ambientes climáticos e exploração agrícola da cana-de-açúcar. In: DINARDO-MIRANDA, L.; MACHADO DE VASCONCELOS, A. C.; LANDELL, M. G. A. (Eds.). **Cana-de-açúcar**. 1. ed. Campinas: Instituto Agronômico, 2010. cap. 8, 882 p.
- CORREA, V. H. C.; BELIK, W. A expansão recente e a ocupação de novas áreas pelas produções de soja, cana-de-açúcar e pecuária bovina no centro-oeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 51., 2013, Belém. **Anais eletrônicos...** Belém: SOBER, 2013. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/congresso2013/>>. Acesso em: 7 jul. 2014.
- CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA - CTC. **Censo varietal e de produtividade em 2012**. São Paulo: CTC. Disponível em: <<http://www.ctcanavieira.com.br/downloads/Censo2012.pdf>>. Acesso em: 3 fev. 2014.
- CHAPOLA, R. G. et al. (Orgs.). **Censo varietal 2012**. Araras: RIDESA/CCA-UFSCAR, 2013. 55 p.
- FIGUEIRA, S. R. F.; PEROSA, B. B.; BELIK, W. Expansão do setor sucroalcooleiro no estado de São Paulo: evidências sobre a escala de moagem das usinas na década de 2000. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 51., 2013, Belém. **Anais eletrônicos...** Belém: SOBER, 2013. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/congresso2013/>>. Acesso em: 7 jul. 2014.
- GAZAFFI, R. et al. Melhoramento Genético e mapeamento da cana-de-açúcar. In: CORTEZ, L. A. B. (Coord.). **Bioetanol de cana-de-açúcar**: P&D para produtividade e sustentabilidade. São Paulo: Blucher, 2010. cap. 3, p. 333-344.
- GOMES, C. Sistema muda conceito de plantio. **A Lavoura**, Rio de Janeiro, n. 696, p. 38-39, 2013.
- LANDELL, M. G. A.; BRESSIANI, J. A. Melhoramento genético, caracterização e manejo varietal. In: DINARDO-MIRANDA, L.; MACHADO DE VASCONCELOS, A. C.; LANDELL, M. G. A. (Eds.). **Cana-de-açúcar**. 1. ed. Campinas: Instituto Agronômico, 2010. cap 8, 882 p.
- MEURER, A. P. S.; SHIKIDA, P. F. A. **Análise da Agroindústria canavieira nos estados do Centro-Oeste do Brasil a partir da matriz de capacidades tecnológicas**. Curitiba: LedZe, 2014. 104 p.
- REDE INTERUNIVERSITÁRIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO SETOR SUCROENERGÉTICO - RIDESA. **Censo varietal**. Goiás:

RIDESA, 2013. Disponível em: <<https://ridesa.agro.ufg.br/n/44741-confira-o-censo-varietal-brasil-2012>>. Acesso em: 2 dez. 2013.

SMITHERS, J.; BLAY-PALMER, A. Technology innovation as a strategy for climate adaptation in agriculture. **Applied Geography**, Amsterdam, Vol. 21, Issue 2, pp. 175-197, 2001.

SOUZA, G. M.; SLUYS, M. V. Genômica e biotecnologia da cana-de-açúcar: estado da arte, desafios e ações. In CORTEZ, L. A. B. (Coord.). **Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade**. São Paulo: Blucher,

2010. cap. 2, p. 325-332.

UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA - UDOP. **Syngenta lança plene evolve e plene PB em parceria com IAC, CTC e RIDESA**. Araçatuba: UDOP. Disponível em: <[http://www.udop.com.br/tv/index.php?nome\\_flv=24\\_2724\\_mt&codigo=2764](http://www.udop.com.br/tv/index.php?nome_flv=24_2724_mt&codigo=2764)>. Acesso em: 7 ago. 2014.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR - UNICA. **Banco de dados**. São Paulo: UNICA. Disponível em: <<http://www.unicadata.com.br/index.php?idioma=1>>. Acesso em: 23 jun. 2014.

---

Recebido em 12/08/2014. Liberado para publicação em 03/03/2015.

# SISTEMAS DE INOVAÇÃO: A GERAÇÃO DE BIOELETRICIDADE NA AGROINDÚSTRIA BRASILEIRA DA CANA-DE-AÇÚCAR<sup>1</sup>

Renata Martins Sampaio<sup>2</sup>  
Alceu de Arruda Veiga Filho<sup>3</sup>  
Maria Beatriz Machado Bonacelli<sup>4</sup>

**RESUMO:** Este estudo discute a geração de bioeletricidade pela agroindústria brasileira da cana-de-açúcar. O esforço encontra motivação no potencial de uso dos resíduos resultantes da produção de açúcar e etanol, o bagaço e a vinhaça, para a geração de bioeletricidade, assim como na trajetória virtuosa construída pelo sistema nacional de inovação da cana-de-açúcar. Para tanto, procura apoio na proposta teórica sobre sistemas de inovação para o tratamento de aspectos tecnológicos, econômicos e institucionais relacionados à geração de bioeletricidade da cana-de-açúcar. Os resultados apontam um novo ambiente institucional e econômico e, condições tecnológicas distintas para o uso do bagaço e da vinhaça, assim como o aproveitamento limitado desses resíduos frente ao potencial estimado. Nesse retrato pontuam-se desafios regulatórios, econômicos e tecnológicos ao sistema brasileiro inovação da cana-de-açúcar e suas interações com a dinâmica de produção e inovação de outros segmentos industriais.

**Palavras-chave:** energia elétrica, sucroenergético, bioenergia, políticas públicas, bagaço, vinhaça

## INNOVATION SYSTEMS: BIOELECTRICITY GENERATION IN THE BRAZILIAN SUGARCANE AGRIBUSINESS

**ABSTRACT:** This study discusses the generation of bioelectricity for the Brazilian sugarcane agribusiness. This effort is motivated by the potential use of waste from the production of sugar and ethanol - bagasse and vinasse - for bioelectricity generation, as well as by the virtuous path built by the national sugarcane innovation system. To that end, it seeks support from the theoretical proposal on innovation systems for addressing the technological, economic and institutional aspects concerning the generation of sugarcane bioelectricity. The results show a new institutional and economic environment and distinct technological conditions for the use of bagasse and vinasse, as well as their limited use considering their estimated potential. This scenario portrays economic, regulatory and technological challenges to the Brazilian sugarcane innovation system and its interactions with the production and innovation dynamics of other industries.

**Key-words:** electric energy, bioenergy, public policy, bagasse, vinasse.

**JEL Classification:** O32, Q42, Q48.

---

<sup>1</sup>Registrado no CCTC, REA-12/2014.

<sup>2</sup>Administradora, Mestre, Pesquisadora Científica do Instituto de Economia Agrícola, São Paulo, SP, Brasil (e-mail: renata@iea.sp.gov.br).

<sup>3</sup>Economista, Mestre, Pesquisador Científico do Instituto de Economia Agrícola, São Paulo, SP, Brasil (e-mail: alceu@iea.sp.gov.br).

<sup>4</sup>Economista, Doutora, Departamento de Política Científica e Tecnológica (DPCT), Instituto de Geociências (IG), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP, Brasil (e-mail: bia@ige.unicamp.br).

## 1 - INTRODUÇÃO

O Brasil, um dos líderes mundiais na produção e consumo de biocombustíveis, tem na produção de açúcar a origem de um complexo agroindustrial que, ao longo dos últimos 40 anos, consolidou-se, também, no fornecimento de etanol. Da biomassa, cana-de-açúcar, o aproveitamento de energia inicia-se em sua moagem, fermentação e destilação ou refinamento que resulta na produção de etanol e açúcar e de resíduos capazes de contribuir para a geração de energia elétrica, a bioeletricidade<sup>5</sup>.

Dentre esses resíduos, o bagaço da cana-de-açúcar quando queimado gera vapor (energia térmica) o qual é convertido em eletricidade destinada ao funcionamento do próprio sistema e com possibilidade de comercialização do excedente gerado. Além do bagaço, outra biomassa residual gerada na fermentação do caldo da cana, a vinhaça, é aproveitada no processo de fertilização dos canaviais, mas seu uso também pode ser direcionado à produção de eletricidade, por meio de tecnologias de conversão como, por exemplo, a biodigestão.

A integração desses processos de conversão representa a estrutura de geração de bioeletricidade a partir da cadeia agroindustrial da cana-de-açúcar. Porém, apenas o bagaço vem sendo utilizado e segundo Souza (2011), em 2010, foram aproveitados em torno de 30% do seu potencial de geração de energia elétrica, que, de acordo com Castro, Brandão e Dantas (2010), seria de 15.000 MW, ou seja, correspondente a 15% da demanda nacional. Dessa forma, Souza (2011) aponta como obstáculo a demanda por tecnologias e ações que permitam o melhor aproveitamento do potencial oferecido para geração de energia elétrica.

O histórico dessa agroindústria é marcado pelo desenvolvimento tecnológico, desde a produção agrícola até o processamento de seus resíduos industriais, bem como por instituições regulatórias e de pesquisa, desenvolvimento e inovação, e pela dinâmica econômica e socioambiental que impõe desafios e oferece oportunidades mesmo a um sistema de inovação consolidado (FURTADO; SCANDIFFIO; CORTEZ, 2011).

Esses aspectos são apontados por Kemp e Soete (1992) como recorrentes em outras estruturas voltadas à geração e uso de energia renovável. Dessa forma, quais seriam as condições de geração de bioeletricidade pela agroindústria da cana-de-açúcar? Que elementos tecnológicos, institucionais e econômicos podem ser observados?

O sucesso da produção e uso de etanol no Brasil, assim como o do açúcar, é resultado de esforços formadores de uma trajetória positiva de aprendizagem tecnológica e da construção de um sistema de inovação capaz de evoluir e desenvolver competências na solução de problemas relacionados ao mercado desses dois produtos e que oferecem oportunidades para a bioeletricidade. Assim, este estudo tem por objetivo discutir a geração de bioeletricidade pela agroindústria brasileira da cana-de-açúcar.

As contribuições teóricas sobre os sistemas de inovação, construídas por Freeman (1987), Lundvall (1988), Nelson e Winter (2005), Dosi e Nelson (2009) e outros autores, oferecem os elementos da discussão que agrupa a caracterização do sistema brasileiro de inovação da cana-de-açúcar e a inserção da geração de bioeletricidade, tomando como referência estudos recentes e informações secundárias disponibilizadas por órgãos públicos oficiais. Dessa forma, este artigo está organizado em cinco seções incluindo esta introdutória, seguida da apresentação teórica e metodológica, da identificação do sistema brasileiro de inovação da cana-de-açúcar e da quarta seção que trata da bioeletricidade e das condições de utilização do bagaço e da vinhaça. Na quinta e última seção são trabalhadas as considerações finais e conclusões.

<sup>5</sup>A bioeletricidade é uma energia limpa e renovável, feita a partir da biomassa: resíduos da cana-de-açúcar (bagaço e palha), restos de madeira, carvão vegetal, casca de arroz, capim-elefante e outras. No Brasil, 80% da bioeletricidade corresponde aos resíduos da cana-de-açúcar (BIOELETRICIDADE, 2014).

## 2 - SISTEMAS DE INOVAÇÃO: a estrutura de análise

A preocupação com os processos de inovação tecnológica encontra argumentos na ruptura com a fundamentação de que os mecanismos concorrenciais vinculam-se apenas ao equilíbrio entre oferta e demanda representado pelos preços, condicionando as atividades das empresas à eficiência econômica na alocação dos recursos de produção para conferir o menor preço ao seu produto. Para Schumpeter (1961) a concorrência está na capacidade das empresas de inovar em produtos e processos, métodos e mercados, ocupando novos espaços e destruindo modelos estabelecidos, impulsionando a economia.

As contribuições dos trabalhos de Schumpeter a partir da inovação acomodam esforços em diferentes frentes na busca pela compreensão da dinâmica inovativa e de seus impactos no desenvolvimento das empresas, de setores econômicos e do desenvolvimento de regiões e países. Esses esforços originaram abordagens e modelos teóricos vinculados à escola evolucionária, como em Nelson e Winter (2005) que trazem a preocupação com o comportamento das empresas a partir das rotinas organizacionais e de produção construídas por meio de escolhas internas e da seleção externa. Tais argumentos permitem que os autores, dentre outros evolucionistas, tratem do crescimento econômico e suas relações com o avanço técnico e as instituições do capitalismo, dando um sentido de coevolução, ou seja, da interdependência das evoluções e mudanças.

Dosi (2006) segue o mesmo caminho e atrela a realidade fundamentada na interação entre progresso científico, mudança técnica e desenvolvimento econômico, abrindo espaço para a ruptura com a visão linear do processo de inovação vinculada às teorias de oferta e demanda que, por algum tempo, foi base para o entendimento do processo de inovação. Da mesma forma, a ênfase na análise do processo de inovação como resultado de um conjunto de atividades interligadas que envolvem aprendizado, uso e difusão condicionados por aspectos técnicos,

sociais, econômicos e políticos pode ser encontrada em Rosenberg (2006).

Para Freeman (1987) o processo de inovação é interpretado como uma construção coletiva que vincula vários elementos portadores de especificidades inerentes a determinados recortes que guardam a dificuldade de replicação em outras condições e que têm caráter sistêmico. Suas conclusões foram construídas ao estudar o sistema de inovação do Japão a partir da integração entre formas institucionais distintas e do processo de inovação inserido na compreensão em nível nacional de aspectos sociais, políticos e institucionais envolvendo as empresas, as organizações de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e os sistemas de educação e financiamento da ciência e tecnologia (C&T). A forma sistêmica está no tratamento do desempenho e das políticas de C&T dos países (NELSON; ROSENBERG, 1993) e nas formas de interação e aprendizado entre usuários e fornecedores (LUNDVALL, 1988).

O processo de aprendizado também é tratado por Dosi e Nelson (2009) que destacam sua importância para a acumulação de conhecimento tecnológico, relacional, econômico e institucional das organizações e dos sistemas que formam. Essa acumulação de conhecimento pautado no aprendizado torna-se essencial para inovações encadeadas a partir do sucesso de mudanças e condições anteriores. Os autores apontam, ainda, que a interação entre conhecimentos impulsionados pela pesquisa e os mecanismos de incentivo econômico vinculam-se a conhecimentos específicos para determinadas tecnologias e oferecem oportunidades condicionadas pelo mercado para a alocação de esforços na busca por diferentes tecnologias e produtos. A exploração dessas oportunidades envolve mudanças nas regras do ambiente econômico, de mercado e de seleção de técnicas e produtos; e, assim, a coevolução entre a estrutura de incentivos e a capacidade de aprendizagem do sistema de inovação.

A visão sistêmica acomoda vários estudos com desdobramentos e propostas que apontam para abordagens supranacionais, setoriais, regionais, locais, por produto, por função, dentre outras formalizações,

discussões e questionamentos. Carlsson et al. (2002) ressaltam várias possibilidades metodológicas para observação de um sistema de inovação, tomando como base uma determinada tecnologia, um produto, uma indústria, bem como por patentes. Da mesma forma, são caracterizados pela evolução de produtos, processos e tecnologias integradas e decorrentes do próprio sistema e outros contidos em outros sistemas. Assim, os contornos que imprimem uma nova dinâmica devem ser trabalhados na busca por agregar um novo conjunto de atores e de formas de interação, com mudanças na formação das redes, no ambiente institucional e nas condições socioeconômicas.

Nesse sentido, para discutir a geração de bioeletricidade pela agroindústria brasileira da cana-de-açúcar foram trabalhadas condições tecnológicas, econômicas e institucionais presentes tanto na produção de açúcar e etanol quanto no aproveitamento do bagaço e da vinhaça visando geração de energia elétrica. Para isso, foram organizados e discutidos resultados obtidos por estudos recentes complementados por informações e dados disponibilizados por órgãos públicos oficiais.

Esse caminho procurou explorar aspectos do sistema nacional de inovação da cana-de-açúcar, delimitando-o a partir da produção do açúcar e o etanol para mapear os atores envolvidos na pesquisa, produção e na formulação e execução de políticas, assim como a interação entre esses atores e a dinâmica do sistema ao longo do tempo. Essa etapa ofereceu a compreensão de elementos que caracterizam a geração de bioeletricidade a partir das biomassas residuais, bagaço e vinhaça, bem como os elementos para a discussão das condições tecnológicas e instituições formatadas para a comercialização e incentivar esse tipo de energia.

### 3 - SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR

Esta seção apresenta os resultados alcançados no tratamento dos aspectos do sistema nacional de inovação da cana-de-açúcar, que tomou como

referência estudos que detalham com maior profundidade o sistema construído a partir dos produtos açúcar e etanol.

Os resultados da agroindústria brasileira da cana-de-açúcar estão relacionados, dentre outros elementos, com uma trajetória de inovação e difusão que proporcionou o aumento da produtividade e redução dos custos de produção em todas as etapas de produção, colocando o Brasil como principal produtor mundial de cana-de-açúcar e de açúcar e segundo na produção de etanol. A cultura da cana-de-açúcar acompanha o Brasil desde o período colonial quando também era o principal exportador mundial de açúcar.

No estudo de Silva (2013), ao descrever em detalhes a criação do mercado de etanol no Brasil, é possível observar que o interesse pelo etanol no país data do início do século XX quando já realizava experimentos e fazia uso da sua mistura com gasolina; porém, só na década de 1930 sua produção começa a ser desenhada com a criação do Instituto de Açúcar e Alcool (IAA). O instituto tinha como atribuição o controle do mercado de açúcar e etanol e, na década de 1970, por meio de políticas de incentivo é que foi intensificada a produção de etanol como combustível. Essa ação pode ser evidenciada com a implantação do Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar (Planalsucar) e do Programa Nacional do Alcool (PROÁLCOOL). Ainda em Silva (2013) é trabalhado o contexto dos anos 1990 quando foi extinto o IAA e a dinâmica econômica e política condiciona a retração da produção de etanol, bem como a maior atenção ao crescente mercado de açúcar. E na sequência, os anos 2000 quando é retomada a produção de etanol, que recebe incentivo pela adoção da inovação de dispositivo que permite o uso, nos motores de ciclo Otto, de etanol ou gasolina em qualquer proporção, os veículos *flex fuel*.

O caminho percorrido pela agroindústria sucroalcooleira e agora sucroenergética tem como característica a concentração dos atores que compõem o sistema de inovação no Estado de São Paulo. Esses atores podem ser distribuídos de acordo com atividades desenvolvidas. Assim, na pesquisa agro-

nômica pública paulista está a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), que desenvolve atividades de pesquisa e formação de recursos humanos, e o Instituto Agrônomo (IAC), vinculado à Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), que desenvolve o programa de pesquisa Procana, por meio da descentralização das atividades em várias estações experimentais e em parcerias com o objetivo de obter novas variedades e novos métodos de produção, conforme pode ser observado no estudo de Hasegawa (2005).

Ainda na pesquisa pública, porém em âmbito federal, está a Rede Interuniversitária para Desenvolvimento do Setor Sucroenergético (Ridesa), formada pelas universidades federais que absorveram competências técnicas e material genético do então Planalsucar e que atualmente desenvolvem pesquisas em melhoramento para novas variedades e formação de recursos humanos<sup>6</sup>. Na esfera federal, vinculado ao Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), está o Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE), voltado ao desenvolvimento de tecnologias sustentáveis para os processos de hidrólise, plantio e colheita mecanizada e biorrefinarias (FURTADO; SCANDIFFIO; CORTEZ, 2011).

A iniciativa privada paulista também participa do sistema de inovação Furtado, Scandiffio e Cortez (2011) destacam o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) no desenvolvimento de novas variedades, de equipamentos agrícolas e nas tecnologias de extração e de processamento industrial; e ainda outras duas empresas voltadas à biotecnologia em variedades de cana: a Canavialis que atua com duas estações experimentais e contratos com usinas e a Allelyx que busca obter variedades de cana geneti-

camente modificadas<sup>7</sup>. Na mesma condição está a Dedini SA, principal fornecedora de bens de capital para as usinas e destilarias, fundada na década de 1920, e que também atua em pesquisa e desenvolvimento (P&D). Nos últimos 30 anos, a empresa depositou 64 patentes dentre elas, conforme Silva (2013), a relacionada ao processo de hidrólise (DHR) na busca pelo etanol de segunda geração.

O financiamento às atividades de pesquisa pode contar com várias iniciativas e fontes de financiamento tanto no âmbito federal como no estadual por meio das Fundações de Apoio à Pesquisa (FAPS) como a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). De toda forma, conforme Pereira (2013), uma iniciativa recente é o Plano de Apoio à Inovação dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico (PAISS), criado em 2011, por meio de ação conjunta entre a Financiadora de Estados e Projetos (FINEP) e o Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES), que tem por objetivo a seleção de planos de negócio e fomento a projetos que contemplem o desenvolvimento, a produção e a comercialização de novas tecnologias industriais destinadas ao processamento da biomassa oriunda da cana-de-açúcar e organizadas em três linhas temáticas: bioetanol de segunda geração; novos produtos de cana-de-açúcar e gaseificação, tecnologias, equipamentos, processos e catalisadores.

Na dinâmica do Sistema Nacional de Inovação da Cana-de-açúcar, Furtado, Scandiffio e Cortez (2011) destacam a intensa interação entre os vários atores que se revela na reorganização dos centros de pesquisa frente a diferentes ambientes de regulação, mantendo a capacidade de resolução dos problemas assim como a manutenção de sua *expertise* técnico-científica e habilidade de transferir tecnologia. Além disso, os autores apontam outra particularidade, a presença da iniciativa privada tanto em P&D quanto no seu financiamento, ocupando importante função

<sup>6</sup>A Ridesa possui 21 estações experimentais localizadas nos principais estados produtores do Brasil com 141 pesquisadores e 82 técnicos. Seu programa de pesquisa envolve 10 universidades federais (Paraná, São Carlos-SP, Viçosa-MG, Rio de Janeiro, Sergipe, Alagoas, Goiás, Piauí e Mato Grosso). Conforme Salles-Filho et al. (2011), a Rede produz 2 milhões de plântulas por ano, que são a origem das variedades comerciais de cana-de-açúcar.

<sup>7</sup>Empresas vinculadas aos investimentos do Grupo Votorantim, em 2009, foram adquiridas pela Monsanto, causando certo desconforto entre os agentes da cadeia de produção, assim como entre os pesquisadores. Há também acusações de uso de material genético desenvolvido pela Ridesa (FURTADO; SCANDIFFIO; CORTEZ, 2011).

de interação e articulação do sistema, uma realidade diferenciada quando se observa a pesquisa agropecuária. Dessa forma, o sistema se destaca não só pelos resultados alcançados e construção de sua trajetória virtuosa, mas, também, pela capacidade de adaptação e evolução na busca por soluções que expõem competências capazes de superar novos desafios, como a geração de bioeletricidade a partir dos seus resíduos, bagaço e vinhaça, trabalhada na próxima seção.

#### 4 - A BIOELETRICIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR

Esta seção aborda, inicialmente, a geração de energia elétrica no Brasil e a inserção da bioeletricidade com ênfase na utilização da biomassa de cana-de-açúcar e em especial do bagaço. Em seguida são tratados os resultados vinculados aos aspectos institucionais, econômicos e tecnológicos, agrupados para o bagaço, por ser o resíduo que efetivamente vem sendo utilizado na geração de bioeletricidade; para então, explorar as condições e possibilidades da utilização da vinhaça para esse fim.

No cenário nacional de geração de energia, considerando o ano de 2013, as fontes renováveis responderam por 41% da energia gerada; uma situação distante da encontrada em outros países, uma vez que a média mundial é de 13,0% de participação das fontes renováveis na matriz energética. Nesse contexto e ainda em 2013, as principais fontes renováveis utilizadas foram a cana-de-açúcar, com 16,1% de participação, e a hidráulica com 12,5%; o restante distribuído entre lenha e carvão vegetal (8,3%) e lixívia e outras com 4,2%. Dentre estas, a hidráulica destina-se exclusivamente à geração de energia elétrica e a cana-de-açúcar também contribui para segmento de transportes, com a produção de etanol que, em 2013, respondeu por 14,3%<sup>8</sup> do total consu-

mido por esse segmento (MME, 2014).

A geração de energia elétrica, também no ano de 2013, teve em torno de 70,6% de origem hidráulica, enquanto a biomassa, incluindo lenha, bagaço de cana-de-açúcar, lixívia e outras recuperações, respondeu por 7,6% do total gerado, com o restante correspondendo à soma das participações das fontes não renováveis: gás natural (11,3%), derivados de petróleo (4,4%), nuclear (2,4%), carvão e derivados (2,6%), e eólica (1,1%) (MME, 2014).

A energia elétrica gerada a partir do bagaço tem origem nos sistemas de cogeração adotados para alimentar os processos de produção dos dois principais produtos da cadeia de produção da cana-de-açúcar: açúcar e etanol. A cogeração tinha por objetivo utilizar o máximo de resíduo possível visando evitar o acúmulo de um excedente de comercialização restrita e de difícil estocagem; assim a eficiência na cogeração de energia não se mostrava como uma prioridade. Na década de 1990 e início dos anos 2000, as novas regras do sistema elétrico brasileiro e a expansão da produção de cana-de-açúcar, bem como dos mercados de etanol e de açúcar, ofereceram condições para novos investimentos e busca de maior eficiência na cogeração com a possibilidade de ofertar eletricidade, ou exportar o excedente gerado. Essa dinâmica constrói condições que apontam novos indicadores de eficiência na geração elétrica, passando de 40 kWh para 96 kWh por tonelada de cana-de-açúcar processada, sendo que, em média, 80 kWh podem ser exportados (CASTRO; BRANDÃO; DANTAS, 2010).

Parte desse excedente vem sendo comercializada principalmente junto às distribuidoras de energia elétrica. Segundo Bioeletricidade (2014), sua participação atingiu, em 2010, 2% do consumo nacional de eletricidade e 5% no Estado de São Paulo, principal estado brasileiro na produção de cana-de-açúcar. Os resultados apresentados são considerados pequenos frente ao potencial energético oferecido pelo segmento agroindustrial que, de acordo com Castro, Brandão e Dantas (2010), no final desta dé-

<sup>8</sup>Cabe ainda destacar que, em 2013, o segmento dos combustíveis líquidos voltados aos transportes consumiram 32% da energia gerada no Brasil, sendo 14,3% desse total representados pelo consumo de etanol, 46,4% óleo diesel, 29,4% gasolina e o restante

distribuído entre óleo combustível, querosene, biodiesel e outros (MME, 2014).



cada seriam 15.000 MW ou 15% da demanda nacional. Em Souza (2011), essa discussão é colocada a partir do aumento do fornecimento de energia elétrica de 1.103 GWh em 2005 para 8.744 GWh em 2010, condicionado ao aproveitamento de 30% do potencial total. Souza (2011) ainda ressalta que em 2010, no Estado de São Paulo, responsável por 57,7% do total da bioeletricidade de bagaço de cana-de-açúcar, em torno de 54,0% foram exportados para a rede e o restante ficou para consumo próprio das usinas.

Nyko et al. (2011) também enfatizam a diferença entre o aproveitamento efetivo e o potencial energético oferecido, destacando a possibilidade de produção de eletricidade de cana-de-açúcar de forma distribuída, próxima aos centros consumidores e como fonte complementar ao parque hidrelétrico brasileiro ao conferir maior capacidade de geração de energia justamente no período de menor oferta hídrica, especialmente na Região Centro-Sul, onde estão localizados 70% da capacidade dos reservatórios brasileiros, em razão de a colheita de cana-de-açúcar ocorrer no período seco. Além disso, as usinas térmicas movidas com biomassa têm vantagem em relação às movidas à óleo diesel ou gás natural, por serem de fonte renovável, apresentam baixa utilização tanto de insumos fósseis quanto de emissão de gases de efeito estufa.

A indicação do restrito aproveitamento do potencial de energia, a partir do bagaço da cana-de-açúcar, assim como o levantamento de dados e informações têm motivado vários estudos. Um exemplo desse esforço está em CONAB (2011), que coletou informações sobre as usinas de cana-de-açúcar em funcionamento no Brasil na safra 2009/10, num total de 393 unidades de produção (usinas e destilarias) distribuídas nas regiões produtoras. Os resultados apontaram a produção em torno de 167 milhões de toneladas de bagaço e desse total em média 23% foi destinado à geração de bioeletricidade comercializada, o restante do bagaço foi utilizado para o atendimento das necessidades das próprias unidades e uma pequena parcela para outros usos.

Para a mesma safra 2009/10, Nyko et al. (2011) também procuraram reunir informações de

438 unidades produtoras por meio de questionários. Desse total, 207 unidades participaram do estudo, das quais 92, responsáveis por 60% do processamento da cana-de-açúcar da amostra, exportaram o excedente de bioeletricidade gerado e 115 unidades não realizaram essa operação e foram responsáveis pelo processamento de 40% do total de cana-de-açúcar produzido pela amostra<sup>9</sup>. No Estado de São Paulo, responsável por 67% da moagem de cana-de-açúcar da amostra, 50% das unidades exportaram a bioeletricidade gerada e, em Minas Gerais, foram 15 unidades dentre as 29 que participaram do estudo.

A busca por compreender a realidade na produção paulista também está no trabalho de Torquato e Ramos (2013), que consolidaram informações coletadas em 163 usinas localizadas no Estado de São Paulo e signatárias do Protocolo Agroambiental<sup>10</sup>; os resultados apontam que 41,7% das unidades relacionadas exportam bioeletricidade, com destaque para as unidades localizadas na região de Orlandia no interior paulista.

O bagaço de cana-de-açúcar constitui uma realidade de aproveitamento dos resíduos da produção de açúcar e etanol voltado à geração de bioeletricidade. Esse cenário de oportunidades inclui ainda o potencial energético da vinhaça.

O destino da vinhaça percorreu um caminho diferente do bagaço, a cogeração, pois sua utilização foi vinculada ao desenvolvimento dos processos de fertirrigação dos canaviais. Sendo assim, o conhecimento técnico sobre a sua utilização na geração de

---

<sup>9</sup>Segundo Nyko et al. (2011), esse resultado relaciona-se ao fato de que as unidades maiores são originárias de recentes projetos *greenfield* (novas usinas) e de projetos de expansão, os quais apresentam maior rentabilidade dos investimentos em cogeração quando comparados a projetos de *retrofit* (atualização ou modernização de usinas em operação).

<sup>10</sup>Firmado em 2007, entre o Governo do Estado de São Paulo por meio das Secretarias do Meio Ambiente e de Agricultura e Abastecimento e a União da Indústria Sucroalcooleira (ÚNICA) e a Organização de Plantadores de Cana-de-açúcar da Região Centro-Sul do Brasil (ORPLANA). O Protocolo antecipa os prazos legais paulistas para a eliminação da prática da queima, de 2021 para 2014 nas áreas onde já é possível a colheita mecanizada e de 2031 para 2017 nas áreas em que não existe tecnologia adequada para a mecanização. Trata-se de um acordo voluntário, que conta com a adesão das usinas de cana-de-açúcar e de associações de fornecedores.

bioeletricidade ainda é limitado quando comparado ao bagaço. Porém, conforme apontam Cortez et al. (2010), o potencial da vinhaça como fonte de biogás na geração de bioeletricidade tem atraído esforços de pesquisa e investimentos experimentais.

Nesse sentido, a seguir são abordadas variáveis institucionais e econômicas da geração de bioeletricidade, especialmente, relacionados aos leilões de compra e o Programa de Incentivos às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa)<sup>11</sup>; bem como o tratamento de aspectos vinculados ao uso de tecnologias, às atividades de pesquisa e aos atores envolvidos. Da mesma forma, a discussão adiante se estenderá ao tratamento dessas condições relacionadas à utilização da vinhaça.

A eletricidade gerada a partir do bagaço da cana tem na experiência adquirida nos processos de cogeração um importante elemento de construção de competências para atuar em uma nova realidade, como a reservada pelo mercado de energia elétrica. Essa condição pode encontrar analogia com a implantação do Proálcool, que no início partiu da experiência alcançada na produção de açúcar. Seguindo esse raciocínio, assim como na década de 1970 e o Proálcool, o ambiente em que se insere a produção de bioeletricidade conta com um aparato regulatório marcado pela realização de leilões<sup>12</sup> de compra de energia e por programas de incentivo à produção.

Nesse contexto, em 2005, foi realizado o primeiro leilão da chamada energia nova<sup>13</sup> com a participação de sete Unidades Termelétricas (UTE) gera-

doras de eletricidade a partir do bagaço da cana, com entrega prevista para os anos de 2008 e 2009. Da mesma forma, em 2006, foram realizados o segundo e o terceiro leilões de energia nova, que se repetiram nos anos de 2009 e 2011, assim como os leilões de fontes alternativas e os leilões de energia de reversa<sup>14</sup>. Todos esses leilões foram conduzidos no Ambiente de Contratação Regulado (ACR), nos quais os preços máximos são estipulados pelo órgão de governo regulador e os empreendedores ofertam lances até que se iguale à demanda. Além do ACR, a eletricidade pode ser comercializada no Ambiente de Contratação Livre (ACL) em que há a contratação bilateral entre o fornecedor de energia e o comprador, desde que ambos tenham registros junto à Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

O ambiente de contratação vincula o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia (PROINFA), que tem por objetivo aumentar a participação da eletricidade produzida por empreendimentos concebidos a partir de energia eólica, biomassa e de pequenas centrais hidrelétricas (PCH). Esse programa vincula a contratação da energia gerada e linhas de financiamento junto ao BNDES por meio do Programa de Apoio Financeiro a Investimentos em Fontes Alternativas de Energia Elétrica no âmbito do PROINFA, com recursos de até R\$5,5 milhões. Além desse programa, o BNDES dispõe de linhas de financiamento direcionadas às energias renováveis, com apoio à bioeletricidade, biodiesel, bioetanol, energia eólica, energia solar, pequenas centrais hidrelétricas (PCH) dentre outras iniciativas que contemplem investimentos mínimos de R\$10 milhões. Nessa linha de financiamento foram apro-

<sup>11</sup>Conforme Decreto n. 5025 de 2004, Lei n. 11943 de 2010, Lei n. 10438 de 2002 e Lei n. 10762 de 2003. Estabelece ainda a garantia de contratação da energia por 20 anos pelas Centrais Elétricas Brasileiras (Eletrobrás).

<sup>12</sup>Os Leilões de Compra de Energia Elétrica de Novos Empreendimentos de Geração estão previstos na Lei nº 10.848, de 15/03/2004, que foi regulamentada pelo Decreto nº 5.163, de 30/07/2004. Esses leilões têm o objetivo de contratar 100% de energia elétrica para as concessionárias, permissionárias e as autorizadas de serviço público de distribuição de energia elétrica, integrantes do Sistema Interligado Nacional.

<sup>13</sup>O leilão de energia nova tem como finalidade atender ao aumento de carga das distribuidoras. Neste caso são vendidas e contratadas energia de usinas que ainda serão construídas. Este leilão pode ser de dois tipos: A -5 (usinas que entram em operação comercial em até cinco anos) e A -3 (em até três anos).

<sup>14</sup>O leilão de fontes alternativas foi instituído com o objetivo de atender ao crescimento do mercado no ambiente regulado e aumentar a participação de fontes renováveis (eólica, biomassa e energia proveniente de Pequenas Centrais Hidrelétricas) na matriz energética brasileira. A contratação da energia de reserva foi criada para elevar a segurança no fornecimento de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN), com energia proveniente de usinas especialmente contratadas para esta finalidade, seja de novos empreendimentos de geração ou de empreendimentos existentes; sua contratação é viabilizada por meio dos leilões de energia de reserva, conforme §3º do art. 3º e no art. 3º-A da Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, os quais foram regulados pelo Decreto n. 6.353/2008.

vados projetos de cogeração de energia a partir da biomassa de cana-de-açúcar (bagaço, palha e ponta da cana) da ordem de R\$120 a R\$152 milhões para disponibilizar entre 45 e 52 MW.

Conforme Nyko et al. (2011), os desembolsos do BNDES relacionados à bioeletricidade sucroenergética apresentam aumento significativo: em 2005 foram R\$450 milhões, em 2008 R\$1,87 bilhão e em 2010 R\$1,48 bilhão. Assim, no período de 2004 a 2010, o volume de recursos acumulado representou 25% do total destinado ao segmento. Esses desembolsos foram aplicados em 112 centrais de cogeração de biomassa de cana-de-açúcar, as quais têm potencial para adicionar 3.088 MW ao sistema elétrico brasileiro. Cabe ainda destacar que há prioridade para financiamento de empreendimento de cogeração de alta eficiência, portanto, destaca-se a relação direta com a tecnologia adotada que corresponde a caldeiras com pressão acima de 60 bar.

A decisão com ênfase na eficiência, segundo Leal (2010), relaciona-se com a vida útil das caldeiras, em torno de 30 anos, e com o alto valor do investimento envolvido, condicionando então o potencial de geração trabalhado em dois sistemas: o de turbo-geradores de contrapressão e o de turbogeradores de condensação/extração ou contrapressão/condensação. Assim, a atuação de fornecedores, que também estão vinculados a outras indústrias que também utilizam processos termoelétricos, ampliou as relações e o número de atores nesse elo da cadeia de produção da cana-de-açúcar<sup>15</sup>, inclusive com a participação e atuação de grupos de representação como: Associação da Indústria de Cogeração de Energia (COGEN), Associação Brasileira de Geradoras Termelétricas (ABRAGET), Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), dentre outros colegiados.

O entrelaçamento das tecnologias, que envolvem os processos de geração de calor, e seus ajustes e adaptações incrementais destinados aos vários segmentos industriais também são percebidos quando consultados os grupos de pesquisa junto ao

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Num universo de 40 grupos de pesquisa que tratam da cogeração, prevalece a área de pesquisa em engenharia mecânica e linhas voltadas para termodinâmica, termelétrica e aproveitamento de fontes renováveis de energia. Os destaques são o Centro de Pesquisa em Energia Elétrica (CEPEL), Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e as universidades federais, estaduais e particulares localizadas no Sudeste brasileiro. Ou seja, uma ampla gama de possibilidades de P&D em que a biomassa da cana-de-açúcar aparece como mais uma fonte de matéria-prima dentre outras.

Essa condição pode ser observada quando são reunidas informações sobre autorizações concedidas pela ANEEL para empreendimentos termelétricos ou as Unidades Termelétricas (UTE), num total de mais de 650 unidades, sendo em torno de 22% a óleo diesel, 15% gás natural, 5% óleo combustível, 40% bagaço da cana e 6% outras biomassas, como casca de arroz e resíduos de madeira<sup>16</sup>. Do total de UTE autorizadas para bagaço de cana, 68% estão na modalidade de exploração Produção Independente de Energia (PIE) e o restante como Autoprodutor (AP)<sup>17</sup>. A aposta na produção independente, os leilões de reserva exclusivo para biomassa e a possibilidade de atuar no ambiente de contratação livre imprimiram uma nova dinâmica para a bioeletricidade (ANEEL, 2013).

As usinas têm comercializado energia elétrica tanto no ambiente regulado ou ACR quanto no ambiente livre ou ACL, mas cabe destacar os leilões,

<sup>16</sup> Os 12% restantes utilizam gás de alto forno, gás de processo e biogás.

<sup>17</sup> Conforme a Lei n. 9074 de 1995, considera-se produtor independente de energia elétrica a pessoa jurídica ou empresas reunidas em consórcio que recebam concessão ou autorização do poder concedente para produzir energia elétrica destinada ao comércio de toda ou parte da energia produzida, por sua conta e risco. O Produtor Independente de Energia elétrica estará sujeito às regras de comercialização regulada ou livre, atendido ao disposto na Lei, na legislação em vigor e no contrato de concessão ou no ato de autorização, sendo-lhe assegurado o direito de acesso à rede das concessionárias e permissionárias do serviço público de distribuição e das concessionárias do serviço público de transmissão. Ao autoprodutor é reservada a implantação de usinas termelétricas, de potência superior a 5.000 kW, destinada ao seu próprio uso.

<sup>15</sup> Além da Dedini S/A, tradicional fornecedora de bens de capital para o segmento sucroenergético, pode-se apontar a DSJ Engenharia, Equipalcoo Sistemas, Zanini, Thamil, dentre outras.

como os Leilões de Energia de Reserva (LER) de 2008, exclusivo para usinas de biomassa, e os de 2010 e 2011, que também incluíram as usinas eólicas e as pequenas centrais hidrelétricas, totalizando, em 2016, 735 MW médios (Tabela 1). Soma-se a isso, a contratação de 215 MW médios no âmbito do Proinfa e as demais modalidades, totalizando, no ACR, a contratação em torno de 1,4 GW médios, em 2016. Além dessas, Brasil (MME, 2012) aponta a existência de excedente disponível para comercialização no Acl superior a 800 MW médios em 2016.

As projeções contidas em BRASIL (MME, 2012) apontam ainda o aumento da oferta de biomassa de cana-de-açúcar, considerando a palha e ponta da cana<sup>18</sup>, condicionado por estimativas de produção do Centro Sul do Brasil para atender às projeções de consumo de etanol e de açúcar, prevendo potencial técnico de exportação de energia elétrica, entre 9,2 GW médio e 14,5 GW médio em 2021<sup>19</sup> (MME, 2012). De acordo com Walter (2010), esse potencial, em certa medida contido apenas em projeções, encontra restrições ao considerar os desafios técnicos no transporte e utilização da palha e da ponta da cana<sup>20</sup> e das possibilidades de gaseificação.

Os desafios também se relacionam a aspectos institucionais e seus condicionantes econômicos e financeiros envolvendo os valores praticados nos leilões de compra de energia, os custos e responsabilidade de transporte e conexão na rede de transmissão, criando dificuldades que podem explicar o predomínio da estratégia de autossuficiência das usinas em detrimento da ampliação da venda da bioeletrici-

dade (SOUZA; AZEVEDO, 2006). Além desses, Nyko et al. (2011) indicam o custo dos investimentos nas plantas e as condições de financiamento com juros altos e prazos curtos, além da carga elevada de tributos e encargos setoriais sobre o investimento e a operação.

Para a vinhaça as possibilidades encontram-se latentes. Esse resíduo das etapas de industrialização da cana-de-açúcar é utilizado como insumo na produção agrícola. Enquanto resíduo, a vinhaça, também chamada de vinhoto, restilo ou garapão, é resultado da destilação do vinho, produto da fermentação alcoólica do caldo de cana, do melaço ou da mistura de caldo e melaço para obtenção do álcool. Nesse processo, para cada litro de álcool produzido são gerados entre 10 e 15 litros de vinhaça, que se caracteriza pela alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO) por ser uma mistura rica em potássio, enxofre, fósforo, nitrogênio, cálcio, magnésio, além de micronutrientes. Por conta da alta demanda de oxigênio e do grande volume produzido, em 2009 foram cerca de 350 bilhões de litros, seu descarte é regulado por uma ampla legislação voltada à segurança ambiental que estabelece normas e procedimentos para a destinação de resíduos de processos industriais e agrícolas (MUTTON; ROSSETTO; MUTTON, 2010).

Nesse cenário, a busca por alternativas abriu caminho para o uso da vinhaça na fertirrigação do solo. Inicialmente distribuída em altos volumes prejudiciais à qualidade do solo, encontrou nos esforços de pesquisa e seus resultados a indicação de volumes mais baixos e suficientes para suprir a necessidade de nutrientes. Da mesma forma, ao longo dos últimos 40 anos, as técnicas de aplicação também foram sendo desenvolvidas e modificadas e contaram com estudos conduzidos pelos atores que atuam no sistema de inovação caracterizado na seção anterior.

Apesar dos avanços e diante dos desafios frente ao grande volume de produção da vinhaça, vários caminhos vêm sendo explorados, tanto para sua utilização como fertilizante quanto para outras aplicações como o chamado solo-vinhaça para fabricação de tijolos e secagem para alimentação animal. Além disso, conforme apontam Cortez et al. (2010), cabe destacar os esforços no sentido de reduzir a

<sup>18</sup>No Estado de São Paulo, Lei 11.241/2002, que dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da cana para colheita manual, nas áreas mecanizáveis até 2021 e nas áreas não mecanizáveis, ou com declividade superior a 12%, até 2031. Cabe destacar o Protocolo Agroambiental, firmado em 2007, que antecipa para 2014 as áreas mecanizáveis e para 2017 as não mecanizáveis.

<sup>19</sup>O potencial técnico do aproveitamento da palha e ponta foi calculado utilizando-se dois fatores de exportação de energia distintos: 500 kWh/tonelada de palha e ponta e 787,5 kWh/tonelada de palha e ponta (MME, 2012).

<sup>20</sup>O estudo de Nyko et al. (2011), relacionado à safra 2009/10 e uma amostra de unidades de produção, aponta que apenas 2,5% da palha de cana-de-açúcar foi utilizada na geração de bioeletricidade, com destaque para o Estado de São Paulo, onde esse percentual atinge 6%.

**Tabela 1 - Energia Contratada e Comercializável por Usinas Sucroenergéticas Nacionais, 2011 a 2016**  
(em MW médios)

Ano	Leilões energia nova	Proinfra	Leilões fonte alternativa	Leilões energia de reserva	Contratação livre	Total
2011	166	215	137	469	776	1.763
2012	176	215	137	642	706	1.876
2013	211	215	137	681	676	1.920
2014	258	215	137	731	805	2.146
2015	269	215	137	735	791	2.147
2016	290	215	137	735	813	2.190

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados do MME (2012).

produção de vinhaça por meio de processos de fermentação como o chamado Biostil, o uso da refrigeração para reduzir a temperatura na fermentação e osistema com extração contínua através de vácuo. Há também iniciativas de concentração da vinhaça por meio da retirada da água utilizadas em usinas paulistas e desenvolvidas pela Dedini S/A e de evaporação da água contida na vinhaça, assim como experimentos e estudos para a geração de energia elétrica a partir de processos térmicos.

As opções que se colocam para a geração de bioeletricidade a partir da vinhaça envolvem a produção de biogás, por meio da biodigestão e, também, da combustão direta. Para este último processo, as iniciativas e experiências são limitadas e de pouco sucesso. A biodigestão<sup>21</sup> da vinhaça encontra espaço em ambiente que dispõe de vários exemplos de produção e aplicação do biogás em vários segmentos industriais. Salomon e Lora (2006) destacam o biogás proveniente da digestão anaeróbia de resíduos sólidos ou líquidos como uma fonte promissora de energia e uma forma de reduzir o impacto ambiental de resíduos de alto DBO como resíduos sólidos urbanos, esgotos domésticos, resíduos animais e a vinhaça. Os autores apontam, ainda, as vantagens da produção de energia elétrica a partir de biogás: gera-

ção descentralizada e próxima aos pontos de carga, a partir de uma fonte renovável tratada como resíduo; possibilidade de receita proveniente da venda; redução da compra de eletricidade vinculada à cogeração; redução da emissão de gases; créditos de carbono dentre outras. E também, os desafios: falta de tecnologia nacional de geração; limpeza do biogás; viabilidade econômica; falta de fiscalização; possíveis penalidades e cuidados nos processos de geração e uso, pois o biogás é um gás corrosivo pela presença de ácido sulfídrico que, no Brasil, é parte da política de padrão de emissões.

O biogás, a partir dos processos de biodigestão anaeróbia da vinhaça, tem nos biodigestores com reator Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor (UASB) as principais experiências descontinuadas, com resultados limitados, e localizadas nos Estados de Alagoas, São Paulo e, recentemente, em Pernambuco, que contaram como apoio do BNDES, da Dedini S/A, do IPT e de outros centros de pesquisa e empresas. Investimentos recentes no desenvolvimento de tecnologias podem ser observados, como o Reator Anaeróbio de Circulação Interna (IC) (CORTEZ et al., 2010). Tais iniciativas encontram motivação no valor energético do biogás e na possibilidade que é apresentada pelo uso da vinhaça que, de acordo com Salomon e Lora (2006), corresponde a 14,23 m<sup>3</sup> de metano para cada m<sup>3</sup> de vinhaça<sup>22</sup>.

<sup>21</sup>Nos processos anaeróbios ou nos sistemas de biodigestão anaeróbia, a degradação da matéria orgânica envolve a atuação de microrganismos anaeróbios, cujas espécies pertencem ao grupo de bactérias hidrolíticas fermentativas, acetogênicas produtoras de hidrogênio e metanogênicas. A bioconversão da matéria orgânica poluente com produção de metano requer a cooperação entre diferentes culturas bacterianas (SALOMON; LORA, 2006).

<sup>22</sup>A biodigestão anaeróbia da vinhaça resulta na formação de dois produtos: a vinhaça biodigerida e o biogás. Com relação ao biogás, devido à elevada concentração de metano aí presente, as principais aplicações referem-se à geração de energia (pelo seu potencial combustível). O poder calorífico do biogás se situa em

Segundo Cortez et al. (2007), a biodigestão anaeróbia da vinhaça, quando comparada a outros sistemas aeróbicos, pode apresentar como benefícios: menor consumo de energia; menor produção de lodo em virtude da menor produção de biomassa; possibilidade de aproveitamento do biogás gerado; e redução da carga orgânica da vinhaça para sua aplicação no solo. As desvantagens estariam no maior tempo de detenção e na produção de gases com odor desagradável e corrosivos.

Esse potencial de certa forma está presente nos grupos de pesquisa registrados no CNPq no ano de 2013, onde se observa para biodigestão 12 grupos que contemplam pesquisas em engenharia mecânica, agrícola e química além de zootecnia. Para a palavra vinhaça foram relacionados oito grupos de pesquisa concentrados em agronomia, que reforçam o caminho inicial de destinação da vinhaça, a fertilização do solo.

A geração de bioeletricidade a partir da vinhaça apresenta-se por meio de iniciativas pontuais, porém portadoras de possibilidades que demandam investimentos em pesquisa num ambiente marcado por outras fontes de biogás. Assim, embora ocupando um espaço diferente da bioeletricidade do bagaço da cana-de-açúcar e dos processos de cogeração e oferta do excedente, apresenta-se convergente quando consideradas as condições institucionais de comercialização e distintas em relação às econômicas e de desenvolvimento tecnológico.

Essa dinâmica mostra-se permeada por atores e fluxos que se entrelaçam com outros segmentos industriais e recortes que podem remeter à ampliação da caracterização do sistema brasileiro de inovação da cana-de-açúcar, tanto do ponto de vista da expansão de mais um produto, a bioeletricidade ao açúcar e etanol, quanto da formação de um subsistema de inovação voltado ao aproveitamento da biomassa residual, bagaço e vinhaça, dos processos de produção do açúcar e do etanol e, portanto, do potencial energético oferecido pela cana-de-açúcar.

---

torno de 5.000 a 7.000 kcal/m<sup>3</sup>; entretanto, este potencial pode atingir 12.000 kcal/m<sup>3</sup>, caso o CO<sub>2</sub> seja retirado da mistura (CORTEZ et al., 2007).

## 5 - CONCLUSÕES

Os resultados alcançados pela agroindústria brasileira da cana-de-açúcar na produção de açúcar e etanol foram construídos a partir da formação de um sistema de inovação capaz de se adaptar e reunir competências na solução de problemas desde o século XX. Essa trajetória virtuosa coloca novos desafios e oportunidades a esse sistema, dentre eles estão os que envolvem a geração e a comercialização da bioeletricidade do bagaço e da vinhaça e, assim, o aproveitamento do considerável potencial energético dessas duas biomassas residuais.

Nesse sentido, este estudo procurou discutir a geração de bioeletricidade pela agroindústria brasileira da cana-de-açúcar. Para tanto, buscou apoio na análise dos sistemas de inovação e suas abordagens que articulam o tratamento das condições institucionais, econômicas e tecnológicas, assim como os processos de aprendizado e a contextualização histórica. Essas condições foram trabalhadas por meio da reunião e análise de resultados de estudos recentes complementados por dados e informações disponibilizadas por órgãos públicos oficiais para, num primeiro momento, caracterizar o sistema brasileiro de inovação da cana-de-açúcar a partir da produção de açúcar e etanol e, em seguida, apresentar os contornos da bioeletricidade gerada pelo bagaço e vinhaça.

Os resultados mostram a consolidação e amadurecimento do sistema brasileiro de inovação da cana-de-açúcar que imprimiu um processo de aprendizado tecnológico distinto para as biomassas residuais aqui tratadas.

O aprendizado acumulado com a cogeração somado à expansão da produção de cana-de-açúcar, açúcar e etanol, assim como à institucionalização de novas regras para o sistema elétrico brasileiro, em especial os leilões que contemplam a biomassa e o Proinfra, ofereceram ambiente institucionalizado para a ampliação da geração e comercialização da bioeletricidade. Porém, observa-se que o aproveitamento energético do bagaço de cana ainda encontra-se abaixo do potencial que pode ser explorado, resul-

tando no apontamento de obstáculos regulatórios, econômicos e tecnológicos que se entrelaçam com outros sistemas de inovação industriais envolvidos em processos termelétricos e biomassas residuais.

A vinhaça tem na fertirrigação seu principal processo de aprendizagem e sua utilização na geração de bioeletricidade passa, ainda, por iniciativas experimentais que trilham, principalmente, a biodigestão para obtenção de biogás. O amplo volume de vinhaça assim como o bagaço alimentam discussões sobre o seu potencial latente, que também pode ser observado em relação a outros resíduos de alto DBO como os sólidos urbanos.

A interação entre aspectos institucionais, econômicos, tecnológicos e seus processos de aprendizado que envolve o aproveitamento do bagaço e da vinhaça para a bioeletricidade expõem desafios acomodados em uma dinâmica que acrescenta variáveis diferentes das encontradas na produção de açúcar e etanol. O novo contorno é permeado por elementos que podem ser vinculados a outros sistemas de inovação, em especial os que buscam soluções para processos termelétricos e de biodigestão, nos quais o bagaço e a vinhaça dividem espaço com outras fontes para geração de energia.

A discussão aqui colocada e os resultados alcançados oferecem alicerce para novos estudos que podem ser trabalhados em pelo menos duas frentes. A primeira voltada à análise dos desdobramentos das políticas públicas regulatórias e de incentivos à bioeletricidade para o segmento sucroenergético. A outra pautada nas construções teóricas sobre os sistemas de inovação e no tratamento dos seus contornos e critérios para definir recortes considerando elos e interações com outras atividades econômicas, assim como a ideia de subsistemas que formam sistemas de inovação complexos como pode ser considerado o de cana-de-açúcar no Brasil.

## LITERATURA CITADA

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Boletim de acompanhamento de autorização**. Brasília: ANEEL. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/autorizacoes/default\\_aplicacao\\_acompanhamento.cfm?IDACOMPANHAMENTOTIPO=1](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/autorizacoes/default_aplicacao_acompanhamento.cfm?IDACOMPANHAMENTOTIPO=1)>. Acesso em: nov. 2013.
- BIOELETRICIDADE. A energia verde e inteligente do Brasil. Disponível em: <[http://www.bioeletricidade.com/cartilha\\_bioeletricidade.pdf](http://www.bioeletricidade.com/cartilha_bioeletricidade.pdf)>. Acesso em: maio 2014.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **A geração termoelétrica com a queima do bagaço de cana-de-açúcar no Brasil: análise do desempenho da safra 2009/2010**. Brasília: CONAB, mar. 2011. 143 p.
- CARLSSON, B. et al. Innovation systems: analytical and methodological issues. **Research Policy**, Amsterdam, Vol. 31, Issue 2, pp. 233-245, 2002.
- CASTRO, N. J.; BRANDÃO, R.; DANTAS, G. A. A bioeletricidade sucroenergética na matriz elétrica. In: SOUZA, E. L. L.; MACEDO, I. C. (Coords.). **Etanol e bioeletricidade: a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética**. São Paulo: Luc Projetos de Comunicação, 2010. p. 137-153.
- CORTEZ, L. A. B. et al. Biodigestão de efluentes. In: \_\_\_\_\_; LORA, E. S. (Coords.). **Biomassa para energia**. Campinas: UNICAMP, 2007. cap. 15, p. 493-529.
- \_\_\_\_\_. et al. Necessidades de P&D na área industrial em vinhaça. In: \_\_\_\_\_. (Org.). **Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para a produtividade e sustentabilidade**. São Paulo: FAPESP, 2010. p. 619-636.
- DOSI, G. **Mudança técnica e transformação industrial: a teoria e uma aplicação à indústria dos semicondutores**. 1. ed. Campinas: Unicamp, 2006. 460 p.
- \_\_\_\_\_.; NELSON, R. R. Technical change and industrial dynamics as evolutionary processes. **LEM Working Paper Series**, Italy, 2009, 89 p. (Laboratory of Economics and Management, Sant'Anna School of Advanced Studies).
- FREEMAN, C. **Technology policy and economic performance: lessons from Japan**. Londres: Frances Press, 1987.
- FURTADO, A. T.; SCANDIFFIO, M. I. G.; CORTEZ, L. A. B. The brazilian sugarcane innovation system. **Energy Policy**, Amsterdam, Vol. 39, Issue 1, pp. 156-166, 2011.
- HASEGAWA, M. **Avaliação das capacitações e dos spinoffs gerados por programas de P&D: o programa cana do IAC**. 2005. 202 p. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnologia) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- KEMP, R.; SOETE, L. The greening of technological progress: an evolutionary perspective. **Futures**, pp. 437-457, June 1992.
- LEAL, M. R. L. V. Evolução tecnológica do processamento da cana-de-açúcar para etanol e energia elétrica. In: CORTEZ, L. A. B. (Org.). **Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para a produtividade e sustentabilidade**. São Paulo: FAPESP, 2010. p. 561-576.

- LUNDEVALL, B. Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national innovation system. In: DOSI, C. (Ed.). **Technological change and economic theory**. London: Printer Publishers, 1988.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME. **Balço energético nacional 2014**: ano base 2013. Rio de Janeiro: MME, 2014. Disponível em: <[https://ben.epe.gov.br/downloads/Síntese%20do%20Relatório%20Final\\_2014\\_Web.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Síntese%20do%20Relatório%20Final_2014_Web.pdf)>. Acesso em: jul. 2014.
- \_\_\_\_\_. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2021**. Rio de Janeiro: MME, 2012. 386 p.
- MUTTON, M. A.; ROSSETTO, R.; MUTTON, M. J. R. Utilização agrícola da vinhaça. In: CORTEZ, L. A. B. (Org.). **Bioetanol de cana-de-açúcar**: P&D para a produtividade e sustentabilidade. São Paulo: FAPESP, 2010. p. 423-440.
- NELSON, R.; ROSENBERG, N. Technical innovation and national systems. In: NELSON, R. (Org.). **National innovation systems**: a comparative analysis. Nova York: Oxford University Press, 1993.
- \_\_\_\_\_; WINTER, S. **Uma teoria evolucionária da mudança econômica**. 1. ed. São Paulo: Unicamp, 2005. 631 p.
- NYKO, D. et al. Determinantes do baixo aproveitamento do potencial elétrico do setor sucroenergético: uma pesquisa de campo. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, v. 33, p. 421-476, 2011.
- PEREIRA, F. S. **Comparação internacional de programas de subvenção a atividades de PD&I em biocombustíveis**. 2013. 181 p. Dissertação (Mestrado em Gestão Tecnológica) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- ROSENBERG, N. **Por dentro da caixa preta**: tecnologia e economia. 1. ed. Campinas: Unicamp, 2006. 430 p.
- SALLES-FILHO, S. et al. C&T no setor agrícola no Estado de São Paulo. In: BRENTANI, R. R.; BRITO, C. H. (Coord.). **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo 2010**. São Paulo: FAPESP, 2011. p. 10-63.
- SALOMON, K. R.; LORA, E. E. S. Estimativas do potencial de geração de energia elétrica para diferentes fontes de biogás no Brasil. **Biomassa e Energia**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 57-67, 2006.
- SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, socialismo e democracia**. 1. ed. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961. 487 p.
- SILVA, G. **Aprendizado do etanol celulósico no Brasil**: o caso do projeto dedini de hidrólise rápida (DHR). 2013, 91 p. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnologia) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.
- SOUZA, Z. J.; AZEVEDO, P. F. Geração de energia elétrica excedente no setor sucroalcooleiro: um estudo a partir das usinas paulistas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 2, p. 179-199, 2006.
- \_\_\_\_\_. Bioeletricidade sucroenergética tem grande potencial para expansão. **Anuário de Energias Renováveis**, Paraná, p. 297-299, 2011.
- TORQUATO, S. A.; RAMOS, R. C. Biomassa da cana-de-açúcar e a geração de bioeletricidade no Estado de São Paulo: usinas signatárias ao protocolo agroambiental paulista. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 43, n. 5, p. 59-68, set./out. 2013.
- WALTER, A. Workshop potencial de geração de eletricidade a partir da biomassa residual da cana: oportunidades, desafios e ações necessários. In: CORTEZ, L. A. B. (Org.). **Bioetanol de cana-de-açúcar**: P&D para a produtividade e sustentabilidade, São Paulo, FAPESP, 2010. p. 577-582.

---

Recebido em 12/08/2014. Liberado para publicação em 11/03/2015.



# TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA CAFEIIRA NO BRASIL, 1924 A 2012<sup>1</sup>

Patrícia Helena Nogueira Turco<sup>2</sup>  
Thomaz Fronzaglia<sup>3</sup>  
Celso Luis Rodrigues Vegro<sup>4</sup>  
Ricardo Firetti<sup>5</sup>  
Sergio Gomes Tôsto<sup>6</sup>  
Flavia Maria de Mello Bliska<sup>7</sup>

**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

---

<sup>1</sup>Registrado no CCTC, REA-14/2014.

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

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

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

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

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

<sup>7</sup>Engenheira 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 cafeeiras<sup>8</sup>.

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 Agronômica 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 Agronômico (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-

<sup>8</sup>Ver 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 paradigma<sup>9</sup> 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)<sup>10</sup>.

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

<sup>9</sup>Expressão 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.

<sup>10</sup>Ver 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 agrícolas<sup>11</sup>.

A partir dessa formulação primordial, que se convencionou denominar *demandpull*<sup>12</sup>, 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

<sup>11</sup>A 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.

<sup>12</sup>Nessa 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*<sup>13</sup>.

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.

<sup>13</sup>Por 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 permitem 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 susten-

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 instituto<sup>14</sup>.

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

<sup>14</sup>No 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 calagem<sup>15</sup> 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%.

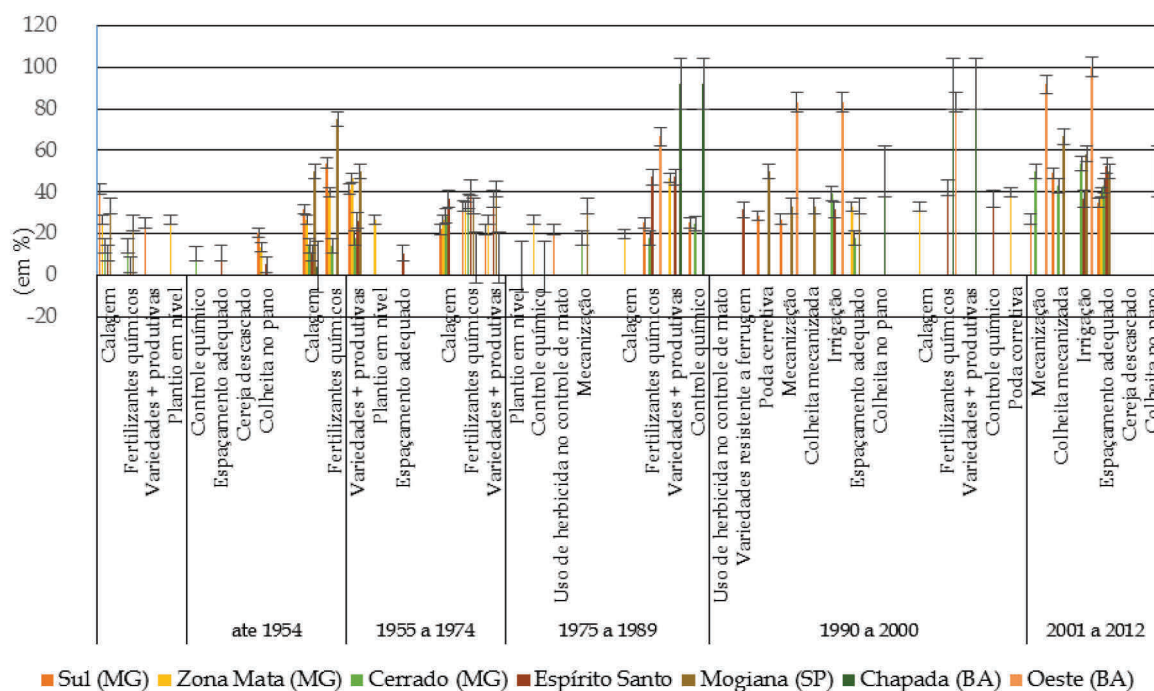
De 1990 a 2000, nesse período, foi apontado maior número de tecnologias, explicitando os modos de exploração agrícola de cada região, principalmente para duas regiões do Estado da Bahia e Cerrado e Sul de Minas Gerais. As tecnologias mais indicadas pelos especialistas foram: adubação química, variedades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

<sup>15</sup>Processo 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, Brasil<sup>1</sup>, 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. 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, 4 e 5).

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 regiões<sup>16</sup>.

#### 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

<sup>16</sup>Mecanização 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.

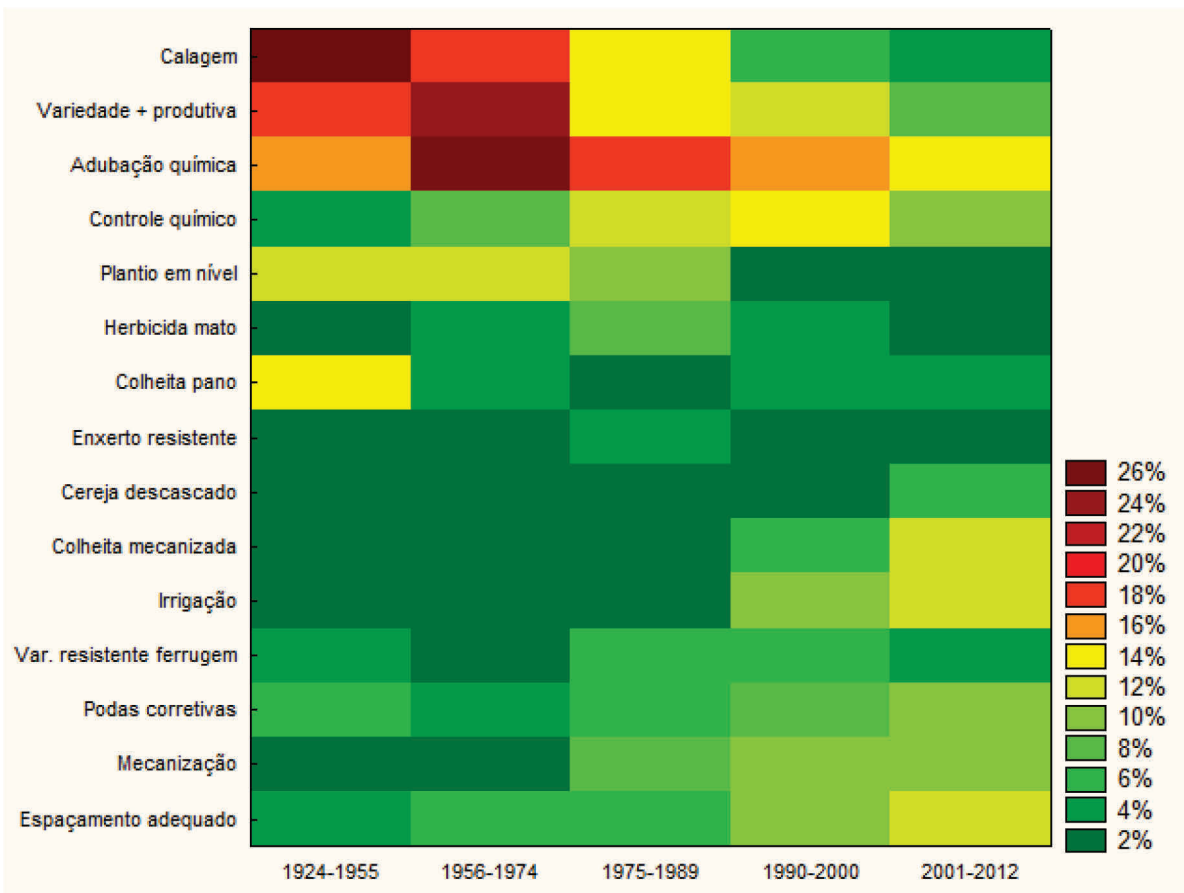


Figura 2 - Trajetória Tecnológica Utilizando a Análise de *Two-way-joining* no Setor Cafeeiro, Brasil, 1924 a 2012. Fonte: Dados da pesquisa.

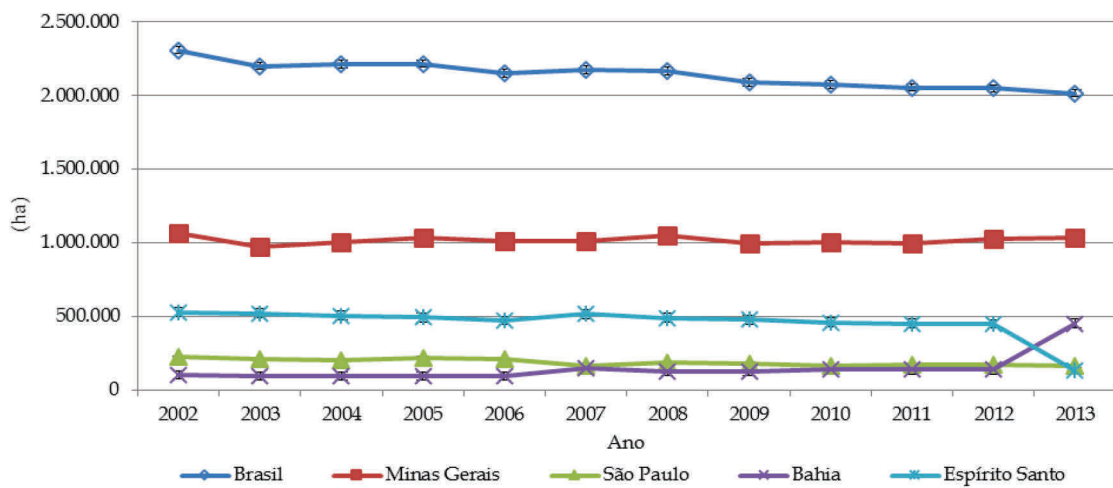
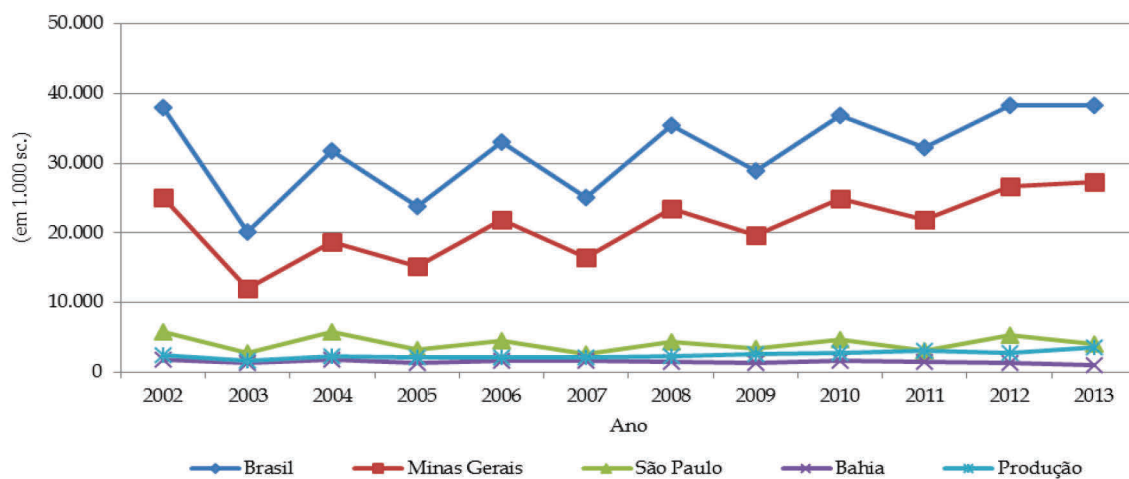
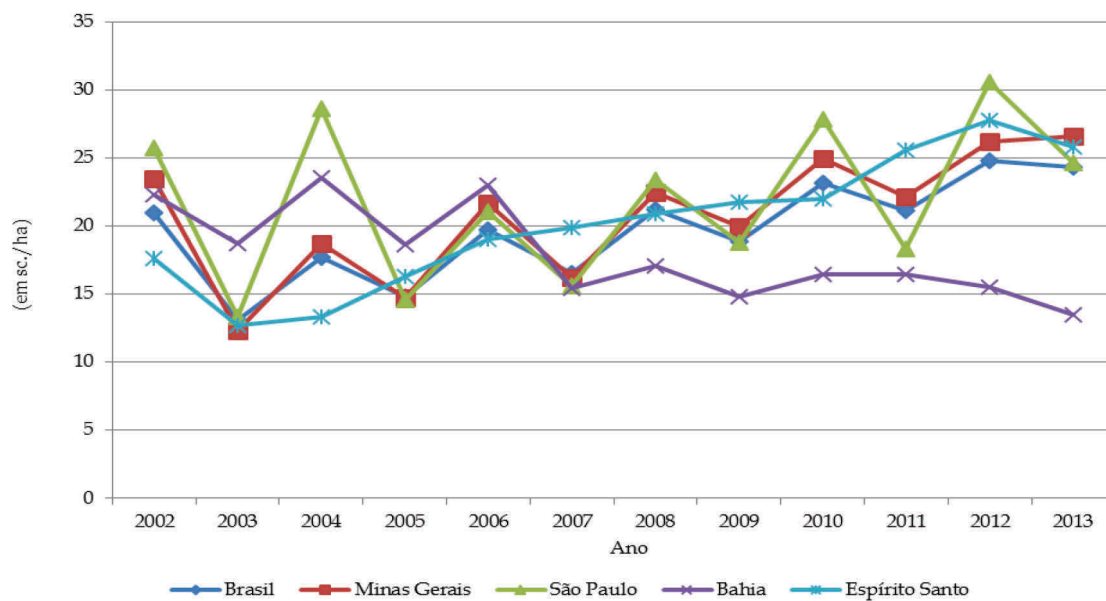


Figura 3 - Indicadores de Área de Produção de Café, Brasil e Estados Selecionados, 2002 a 2013. Fonte: MAPA (2014).



**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).

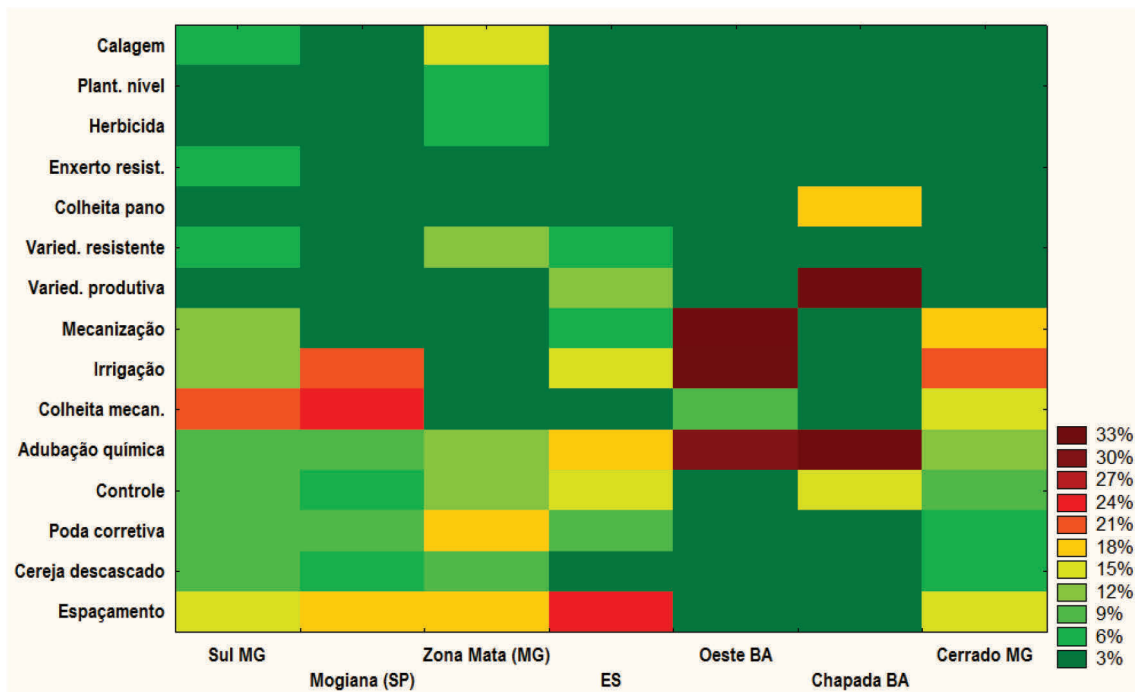


Figura 6 - Trajetória Tecnológica Utilizando a Análise *Two-way-joining* no Setor Cafeeiro, Principais Regiões Cafeeiras do Brasil, 2001 a 2012.

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 agrônoma 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.





**Revisores**  
**Volume 60**

Adacyr da Silva Ilha  
Alceu de Arruda Veiga Filho  
Ana Maria Pereira Amaral  
André Tosi Furtado  
Antonio Ambrosio Amaro  
Cecilia Gianoni  
Francisco Alberto Pino  
Geni Satiko Sato  
João Donato Scorvo Filho  
José Roberto da Silva  
Lilian Cristina Anefalos  
Luiza Maria Capanema  
Luz Selene Buller  
Maria Auxiliadora de Carvalho  
Maximiliano Miura  
Renata Martins Sampaio  
Sérgio Schneider  
Silene Maria de Freitas  
Terezinha Joice Fernandades Franca  
Thomaz Fronzaglia  
Vagner Azarias Martins  
Valquíria da Silva

## Índice de Autores Volume 60

- AMBROSIO, Luis A.  
n. 2, p. 23-39
- ARCADO JUNIOR, Irineu  
n. 2, p. 23-39
- ASTOLPHI, José L. de L.  
n. 1, p. 17-30
- BLISKA, Flávia M. de M.  
n. 2, p. 105-119
- BONACELLI, Maria B. M.  
n. 2, p. 41-55  
n. 2, p. 91-104
- CAETANO, Sílvia F.  
n. 2, p. 57-76
- CAPANEMA, Luiza M.  
n. 2, p. 57-76
- CARVALHO, Sílvia A. D. de  
n. 2, p. 77-90
- CASONATO, Lucas  
n. 1, p. 31-39
- DALAZONA, Francisca M.  
de L.  
n. 1, p. 5-15
- DORNELES, Thatiana M.  
n. 1, p. 5-15
- FIRETTI, Ricardo  
n. 1, p. 17-30  
n. 2, p. 41-55  
n. 2, p. 105-119
- FRONZAGLIA, Thomaz  
n. 2, p. 105-119
- FURTADO, Tosi  
n. 2, p. 77-90
- GARCIA, Sheila M.  
n. 1, p. 17-30
- GIANONI, Cecilia  
n. 2, p. 57-76
- GONZÁLEZ, Germán H.  
n. 1, p. 41-51
- JARA, Cristian  
n. 1, p. 53-66
- MEIRELLES, Franklin de S.  
n. 1, p. 67-79
- MELLO, Loiva M. R. de  
n. 2, p. 57-76
- MENDES, Edmar E. B.  
n. 2, p. 23-39
- PICARDI, Marta S.  
n. 1, p. 41-51
- ROCHA, Thelma  
n. 1, p. 67-79
- SABIO, Renata P.  
n. 1, p. 67-79
- SAMPAIO, Renata M.  
n. 2, p. 9-22  
n. 2, p. 91-104
- SHLINDWEIN, Madalena M.  
n. 1, p. 5-15
- SPERAT, Ramiro R.  
n. 1, p. 53-66
- SPERS, Eduardo E.  
n. 1, p. 67-79
- TONIETTO, Jorge  
n. 2, p. 57-76
- TÔSTO, Sérgio G.  
n. 2, p. 105-119
- TURCO, Patrícia H. N.  
n. 2, p. 105-119
- VALLS, Letícia B.  
n. 1, p. 41-51
- VEGRO, Celso L. R.  
n. 2, p. 105-119
- VEIGA FILHO, Alceu de A.  
n. 2, p. 91-104
- VICENTE, José R.  
n. 2, p. 9-22
- ZACKIEWICZ, Mauro  
n. 2, p. 57-76

## NOTA AOS COLABORADORES DA REVISTA DE ECONOMIA AGRÍCOLA

### 1 - NATUREZA DAS COLABORAÇÕES

A Revista de Economia Agrícola, editada semestralmente pelo Instituto de Economia Agrícola da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, publica artigos, comunicações, resenhas de livros e teses, notas e comentários, inéditos, em português, inglês ou espanhol, no campo geral da Economia Agrícola.

### 2 - NORMAS PARA APRESENTAÇÃO DE ORIGINAIS

- a) Os originais de artigos não devem exceder 30 laudas, incluindo notas de rodapé, figuras, tabelas, anexos e referências bibliográficas. As colaborações devem ser digitadas no processador de texto Word for Windows, com espaço duplo, em papel A4, com margens direita e esquerda, superior e inferior de 3cm, páginas numeradas e fonte Times New Roman 12. As resenhas, comunicações, notas e comentários devem ter entre 5 e 10 páginas.
- b) Para garantir a isenção no exame das contribuições, os originais não devem conter dados sobre os autores. Em arquivo separado incluir título completo do trabalho (em nota de rodapé, informações sobre a origem ou versão anterior do trabalho, ou quaisquer outros esclarecimentos que os autores julgarem pertinentes), nomes completos dos autores, formação e título acadêmico mais alto, filiação institucional e endereços residencial e profissional completos para correspondência, telefone, fax e e-mail. O Comitê Editorial da revista tomará as providências necessárias para que não haja conflito de interesses.
- c) Na organização dos artigos, além do argumento central, que ocupa o núcleo do trabalho, devem ser contemplados os seguintes itens: (i) Título completo; (ii) Resumo e Abstract (não ultrapassando 150 palavras); (iii) de três a cinco palavras-chave; (iv) indicação de até três subáreas conforme o Classification System for Journal Articles do Journal of Economic Literature (JEL); (v) Referências bibliográficas e, sempre que possível, (vi) Introdução e (vii) Considerações finais ou Conclusões.
- d) O resumo deve ser informativo, expondo finalidades, metodologia, resultados e conclusões do trabalho. As referências bibliográficas devem ser apresentadas em ordem alfabética no final do texto, de acordo com as normas vigentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT. Devem ser incluídas apenas as referências citadas no artigo.

- e) As notas de rodapé devem ser preferencialmente de natureza explicativa, ou seja, que prestem esclarecimentos ou tenham considerações que não devam ser incluídas no texto para não interromper a seqüência lógica do argumento. Deve-se evitar as notas de rodapé bibliográficas.
- f) As resenhas devem apresentar na primeira página todos os detalhes bibliográficos do trabalho que está sendo resenhado. No caso de resenha de tese ou dissertação, deve-se indicar o nome do autor, a universidade, o nome do orientador e a data da defesa.

### 3 - REMESSA DOS ORIGINAIS E PUBLICAÇÃO

- a) O envio das colaborações deve ser feito por meio eletrônico. Os autores podem acessar o endereço [http://www.iea.sp.gov.br/out/publicar/enviar\\_rea.php](http://www.iea.sp.gov.br/out/publicar/enviar_rea.php), preencher o formulário on-line disponível na página e anexar os seguintes arquivos:
  - a) Título do trabalho e resumo em Word, com identificação dos autores;
  - b) Trabalho na íntegra em Word, sem identificação dos autores; e
  - c) Tabelas, gráficos e figuras em Excel, se houver.
- b) Só serão submetidas aos pareceristas as contribuições que se enquadrem na política editorial da Revista de Economia Agrícola, e que atendam os requisitos acima.
- c) Os originais recebidos serão apreciados por pelo menos dois pareceristas no sistema double blind review em que o anonimato dos autores e dos pareceristas é preservado durante todo o processo de avaliação.
- d) Os autores dos trabalhos selecionados para publicação receberão as provas para correção.
- e) Os autores dos trabalhos publicados receberão gratuitamente um exemplar do número da Revista de Economia Agrícola que contenha seu trabalho.

## INFORMATION AND GUIDELINES FOR CONTRIBUTORS

### 1 - PURPOSE AND SCOPE

Revista de Economia Agrícola - Journal of Agricultural Economics - the scientific journal of agricultural economics, printed semesterly by the Instituto de Economia Agrícola (Agricultural Economics Institute), São Paulo, Brazil, publishes original articles, communications and books and thesis reviews in Portuguese, English or Spanish.

### 2 - SUBMISSION GUIDELINES

- a) The original manuscripts must not exceed 30 pages, double-spaced standard size paper (A4 - 21cmx 29,7cm), numbered pages, including footnotes, tables, figures and references. Materials must be typed in Microsoft Word for Windows, in Times New Roman 12 font size, and all margins must have 3cm. Reviews, communications and research notes must have between 5 and 10 pages.
- b) To ensure blind review, author(s) should not be identified in the originals. In a separate file they must include the complete title (in the footnotes, information about the origin or an earlier version of the article, or any other clarifications belong), author's complete name, appropriate biographical information, institutional affiliations, personal and professional addresses, telephone and fax numbers and e-mail address. The Editorial Committee shall take the necessary measures to prevent a conflict of interests.
- c) As for the organization of the manuscript, besides the central argument of the article, the following items must be included: i) Complete title; (ii) Abstract (maximum 150 words); (iii) Three to five keywords; (iv) A maximum of three classification codes (two digits) according to the Classification System for Journal Articles as used by the Journal of Economic Literature (JEL); (v) References, and, whenever possible, (vi) Introduction and (vii) Final considerations or Conclusions.
- d) The Abstract must have informative data and state specific aims, methodology and conclusions of the article. bibliographic references must be in alphabetical order at the end of the text, according to the norms of the ABNT (Brazilian Association for Technical Norms). Only the references mentioned in the text must be listed.
- e) Footnotes must be explanatory, i.e., contain clarifications or considerations that should not be included in the text so as not to interrupt the logical

flow of the argument. Bibliographic footnotes should be avoided.

- f) Reviews must present in the first page all the bibliographic references of the work being reviewed. Thesis or dissertation reviews must include author's name, university, advisor's name and defense date.

### 3 - SUBMISSION OF ORIGINAL MATERIAL FOR PUBLICATION

- a) All correspondence is through electronic means. Authors are invited to submit research contributions by visiting the website [http://www.iea.sp.gov.br/out/publicar/Enviar\\_rea.php](http://www.iea.sp.gov.br/out/publicar/Enviar_rea.php) and completing the submission form available on-line. The following items should be uploaded at the time of submission:
  - a. The title of the work and abstract in Microsoft word, with the identification of the author (s);
  - b. Completed paper in Word, without the identification for the author (s); and
  - c. Tables, graphs and figures if any) in Excel format.
- c) Only the contributions complying with the editorial policy of Revista de Economia Agrícola and the requirements above will be submitted to reviewers.
- d) Originals received will be appreciated by at least two reviewers in double blind review procedure: anonymity of authors and reviewers is preserved throughout the evaluation process.
- e) Authors of papers chosen for publication will receive proofs for correction.
- f) Authors will receive a free issue of Revista de Economia Agrícola containing their published work.

## PREÇO DAS PUBLICAÇÕES DO IEA

Publicação	Brasil (R\$ por exemplar)	Exterior (US\$ por exemplar)	Assinatura Brasil (R\$)	Assinatura Exterior (US\$)
Revista de Economia Agrícola (semestral)	35,00	35,00	65,00	65,00
Informações Econômicas (mensal)	35,00	35,00	200,00	200,00

### ASSINATURA E/OU AQUISIÇÃO AVULSA<sup>1</sup>

Revista de Economia Agrícola (ano: \_\_\_\_\_ n. \_\_\_\_\_)

Informações Econômicas (ano: \_\_\_\_\_ n. \_\_\_\_\_)

Informações Econômicas (assinatura anual)

### FICHA DE CADASTRAMENTO

Nome \_\_\_\_\_

CNPJ ou CPF \_\_\_\_\_

Profissão \_\_\_\_\_

Empresa \_\_\_\_\_

Endereço \_\_\_\_\_

CEP \_\_\_\_\_

Cx. Postal n. \_\_\_\_\_

Cidade \_\_\_\_\_

Estado \_\_\_\_\_

Telefone: ( ) \_\_\_\_\_

Fax: ( ) \_\_\_\_\_

e-mail \_\_\_\_\_

Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_

<sup>1</sup>A aquisição das publicações poderá ser feita mediante:

- Depósito efetuado no Banco do Brasil S/A - Banco 001, Agência 1897-X, c/c 139.550-5, nominal ao Fundo Especial de Despesas do IEA. Enviar através de fax o comprovante de depósito e a ficha acima devidamente preenchida.

- Envio de cheque nominal ao Fundo Especial de Despesas do IEA, juntamente com a ficha acima devidamente preenchida.

**INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - CENTRO DE COMUNICAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DO CONHECIMENTO**

**CAIXA POSTAL 68.029 - CEP 04047-970 - SÃO PAULO - SP**

CNPJ 46.384.400/0033-26 - Inscrição Estadual - Isento - Telefone: (11) 5067-0526

Fax: (11) 5073-4062 - Site: <http://www.iea.sp.gov.br> - e-mail: [cct@iea.sp.gov.br](mailto:cct@iea.sp.gov.br)

