

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

HAIHANI SILVA PASSOS

**IMPACTOS DA EXPANSÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR: PERCEPÇÃO E
PRÁTICA CIENTÍFICA**

GOIÂNIA-GO
2015

HAIHANI SILVA PASSOS

**IMPACTOS DA EXPANSÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR: PERCEPÇÃO E
PRÁTICA CIENTÍFICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais, sob a orientação do Prof. Dr. Fausto Miziara e coorientação do Prof. Dr. Alcido Elenor Wander.

GOIÂNIA-GO
2015

HAIHANI SILVA PASSOS

**IMPACTOS DA EXPANSÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR: PERCEPÇÃO E
PRÁTICA CIENTÍFICA**

*À minha família, por compreenderem que o tempo de uma tese tem
uma escala de medida diferente de qualquer outro período de nossa
vivência.*

Agradecimentos especiais.

Ao meu orientador, Dr. Fausto Miziara, por me ensinar que uma tese é
10% inspiração e 90% transpiração.

"[...] mas aqueles que esperam no Senhor renovam as suas forças.
Voam bem alto como águias; correm e não ficam exaustos, andam e
não se cansam".
Isaías 40:31.

AGRADECIMENTOS

Este é o resultado mais visível de um longo processo de crescimento: foram vários anos para realizar esta Tese, não os mais difíceis, mas sem dúvida alguma os mais intensos e inquietos de toda a minha vida; bem como os mais pródigos, inebriantes e envolventes.

Vivenciar esse momento me permitiu compreender o quanto uma tese é resultado de um trabalho em conjunto, no qual coexistem os esforços pessoais de pesquisa, reflexão, redação, bem como o carinho, o amor, a atenção, o desprendimento, o desapego e o companheirismo daqueles que estão à nossa volta e que contribuem decisivamente para que o resultado final seja proveitoso.

Diante de tantas razões, rumo ao final desta história, gostaria de agradecer a todas as pessoas que de diversas maneiras me auxiliaram durante este período, seja com seus ensinamentos – acadêmicos ou não – seja pela benevolência, pelas orações e pelos exemplos que marcaram minha vida. Procuro aqui rememorar algumas delas, de forma a externar meu reconhecimento. Desafio tão grande quanto escrever esta tese é utilizar apenas algumas páginas para agradecer às pessoas que fizeram parte desta trajetória.

Início agradecendo a Deus, por me conceder coragem e força para seguir adiante, por me permitir a sua presença e por me dar a certeza de que eu nunca estive e nunca estarei sozinha. "A cada vitória o reconhecimento devido ao meu Deus, pois só Ele é digno de toda honra, glória e louvor".

Agradeço pela oportunidade de colocar em meu caminho o Dr. Fausto Miziara, professor e orientador e, acima de tudo, um grande amigo, pela disponibilidade constante para orientar este trabalho, pela exigência de método e rigor, orientação científica, pela revisão crítica do texto, pelos oportunos conselhos, pela acessibilidade, cordialidade e simpatia demonstradas, pela confiança que sempre me concedeu e pelo permanente estímulo que, por vezes, se tornaram decisivos em alguns momentos da elaboração desta tese e, principalmente, por transformar minhas limitações em potencialidades. Muitíssimo obrigada pela confiança depositada em nossas parcerias acadêmicas.

Ao professor Dr. Alcido Elenor Wander, agradeço pela enorme contribuição de um profissional que admiro por sua capacidade intelectual e pelo profissionalismo, pelas muitas horas de leitura que dedicou ao texto desta tese, pela confiança depositada em meu trabalho, pelo apoio e orientação disponibilizados, os conselhos e as sugestões, além das palavras de ânimo que imprimia sempre que achava necessário.

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), pelo suporte no financiamento desta tese, incentivando a minha capacitação e ampliando minhas perspectivas de pesquisa.

À banca de avaliação, agradeço por sua disposição em agregar contribuições a este trabalho.

Agradeço os pesquisadores da RIDESA e EMBRAPA, por nos permitir conhecer suas formas de pensarem a construção da ciência.

Sou eternamente grata a minha mãe, por sua tolerância, esforços, renúncias, exemplo de vida e amor irrestrito e incondicional, que me presenteia sempre com seu sorriso, o colo sempre pronto, a palavra certa na hora certa, a paciência, a dedicação, por não me deixar desistir, por acreditar em mim nas tantas vezes em que eu mesma duvidei que seria capaz e, principalmente, por ser minha inspiração de coragem e determinação.

Ao meu pai, por me apresentar o mundo acadêmico quando eu ainda criança o via compondo seus trabalhos científicos em uma máquina de escrever e rodeado por livros, pelas companhias nas idas e vindas das viagens, que, por muitas vezes, era tudo que eu precisava.

Ao meu filho, que mesmo não entendendo todos os “porquês” foi crescendo e suportando minha ausência em tantas fases de estudo e trabalho, pela paciência, compreensão, por me apoiar e tornar minha vida mais leve, mais simples, mais real, mais feliz. Que seu caminho seja mais sereno e que meus esforços hoje permitam paz e tranquilidade para seu futuro. Minha fonte de força e dedicação, você é sem dúvida o maior dos meus títulos.

Ao meu presente Jhonata, que tomou essa causa como sua e me fez sentir a paz de estar com alguém que faz a diferença em nossas vidas. Traz para mim sua alegria, a maturidade e a serenidade que eu sempre precisei, me equilibra quando perco o rumo, me proporciona descanso e leveza. Em você eu me encontro. Obrigada por sua presença sempre desejada e imprescindível, por seu carinho, por sua sabedoria e companheirismo, pelo simples fato de existir e por condensar tudo aquilo que acho de belo e admirável em um ser humano. Estar com você e nossa família não são apenas dádivas, mas também a forma mais presente e direta que Deus encontrou de se manifestar a mim: por meio de seus olhos e corações.

Agradeço imensamente meu irmão Hathani, pelas incansáveis idas e vindas, por perceber meus sonhos como se fossem seus, pelas palavras firmes nos momentos de fraqueza, mas, especialmente, por me acolher em seus braços para que saiba que tenho um porto seguro.

Ao meu irmão Halahni, pelos momentos de alegria e descontração, pela torcida constante e motivadora e por incondicionalmente desejar o sucesso desta fase.

A minha irmã Haihandra, pelo apoio e carinho: mesmo sem saber, as menores e mais simples coisas que fazia por mim se tornavam gigantes.

Agradeço minha sempre “cunha-irmã” Patrícia, por fazer parte dessa caminhada, por me ceder um cantinho do seu coração para acolher o meu filho como se fosse dela, por, junto com todos em sua casa, minimizar minha ausência para que ele se sinta sempre em casa. Não há “obrigada” que baste para tanto cuidado, amor e compreensão.

A minha cunhada Carol, pelo carinho, pelas palavras de incentivo, mas, acima de tudo, pelo cuidado e afeto que tem comigo.

Aos meus queridos sobrinhos e sobrinhas, pela beleza e pelo frescor da juventude, que alegram meus dias.

Agradeço imensamente à família Nascimento Barbalho, meus compadres, primos, irmãos, que me motivaram, acolheram e acreditaram, abrindo seus corações para proporcionar a sensação de estar em casa sempre, com cuidado, carinho, conforto, proteção e muito amor. Meus queridos Gildson, Cida, Aliucha, Vitor, Caio e Geisa, vocês iluminaram esta caminhada. A vocês, minha eterna gratidão.

Agradeço a minha amiga-irmã Cris, que me ensinou que para estar juntas não precisa estar perto. A distância mais presente!

A minha querida amiga Rúbia, pela presença, pela descontração, pela alegria de partilhar momentos simples e únicos, pelo carinho e cuidado, pelas palavras de otimismo e conforto e por estar comigo nesta missão, sua amizade faz toda a diferença em minha vida.

Minha querida aluna e amiga Jeicy, pela disponibilidade constante.

Aos meus amigos Liliane e Silas, vocês foram mais do que colegas de doutorado, com vocês percorri esta jornada maravilhosa. Obrigada pelas risadas gostosas em sala de aula, pelos tantos e tantos motivos que encontrávamos para sorrir, pelo bate-papo informal na cantina da faculdade, pelas viagens juntos, pelas torcidas nas avaliações e trabalhos, por compartilharem as alegrias e angústias que só um doutorando conhece. Nem tudo foram flores, mas hoje vejo que tudo foi lindo.

Aos meus mestres, muito obrigada pelo conhecimento, pelo apoio, e pela amizade. Vocês são os profissionais que me inspiram.

Gostaria de agradecer agora a todos aqueles que me cercaram de atenções, carinho, amizade e, muitas vezes, suportaram com resignação meu distanciamento físico ou mental para que eu pudesse concluir este trabalho a contento.

Aos amigos do Instituto Federal Goiano, aos colegas do CIAMB e a toda minha família.

Para conseguir finalizar o trabalho, foi necessário, não poucas vezes, que eu me mantivesse à margem dos que estavam à minha volta. Ainda que por vezes eu tenha me mantido fria e distante, vocês são pessoas que amo sinceramente, e nada disso teria o menor sentido se eu não pudesse contar com todos vocês ao meu lado.

Obrigada!

“O que verdadeiramente somos é aquilo que o impossível cria em nós.”

Clarice Lispector

RESUMO

O Brasil observou uma significativa expansão da produção de cana-de-açúcar a partir da segunda metade da década de 2000, com a incorporação de novas áreas de cultivo. Para tanto, foi necessária a existência de uma estrutura de pesquisa apta a desenvolver novos cultivares adaptados às condições edafoclimáticas locais. A literatura sobre esse processo de expansão aponta impactos econômicos, sociais e ambientais. Assim, o objetivo principal desta pesquisa é identificar de que forma os pesquisadores produtores de inovações tecnológicas percebem os impactos de suas inovações e incorporam essa percepção na própria produção dessas tecnologias. Assim, podemos formular o problema de pesquisa da seguinte forma: de que maneira os desenvolvedores de inovação tecnológica do setor sucroenergético se antecipam aos possíveis impactos socioeconômicos e ambientais? A percepção que o cientista tem dos possíveis impactos influencia na produção de conhecimento? Para responder a essas questões foram analisados grupos de pesquisadores de duas instituições: a Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro (RIDESA) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Para o desenvolvimento desta pesquisa, as técnicas de coleta de dados empregadas foram pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo, optando-se por entrevistas abertas e não dirigidas. Para realizar a análise de dados qualitativa foi adotada a técnica de Análise de Conteúdo. A conclusão geral a que chegamos nesta pesquisa é que, nos dois casos estudados (RIDESA e EMBRAPA), os pesquisadores têm conhecimento dos possíveis impactos de suas pesquisas e incorporam esse conhecimento nelas. Não se trata de avaliar se a percepção dos pesquisadores está correta ou não, se fazem uma leitura correta da realidade ou não, mas, acima de tudo, de entender que eles têm uma leitura própria da realidade e que essa leitura interfere em suas práticas científicas.

Palavras-chave: Inovação Tecnológica; Percepção; Impactos Ambientais; Sociologia.

ABSTRACT

Brazil has been through a significant expansion of sugar cane production by incorporating new cultivation areas from the second half of 2000 decade. The existence of a research structure able to develop new cultivars adopted to local soil and climate conditions was necessary. Literature about expansion process presents environmental, social and economic impact. Therefore, the main aim of this research is to identify how technologic innovation developing researchers see their innovation impact and incorporate this perception on their own technology production. The following research question was formulated: how do technologic innovation developers from sucroenergetic sector anticipate themselves from possible environmental and socioeconomic impacts? Do scientists' perceptions of possible impacts influence knowledge production? To answer these questions, research groups from two institutions were analyzed: Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do setor Sucroalcooleiro (RIDESA) and Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). In order to develop this research, the following data collection techniques were used: field research, using open and non-directed interviews. Content analysis technique was adopted to qualitative data analysis. The general conclusion of this research is that in both cases (RIDESA and EMBRAPA), researches are aware of possible research impacts. The idea is not to evaluate if researchers perception is right or wrong or if their reality view is correct, but, above all, to understand that they have their own reality perception and that this perception interferes in their scientific practice.

Keywords: Innovation; Perception; Environmental Impacts; Sociology.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Análise de Conteúdo
AEAC	Álcool Etílico Anidro Combustível
AEHC	Álcool Etílico Hidratado Combustível
AR	açúcares redutores
ATR	açúcares totais recuperáveis
BACP	<i>Biodiversity and Agricultural Commodities Program</i>
CAIs	Complexos Agroindustriais
CLT	Consolidação das Leis de Trabalho
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
COPERSUCAR	Cooperativa dos Produtores de Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo
CT&I	Ciência, Tecnologia e Inovação
CTC	Centro de Tecnologia Canavieira
DDT	Dicloro-Difenil-Tricloroetano
DNPEA	Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Goiás
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EUA	Estados Unidos da América
FUNAPE	Fundação de Apoio à Pesquisa
GPTS	Grupo de Pesquisas e Transferência de Tecnologia
HPAs	Hidrocarboneto Policíclicos Aromático
IAA	Instituto de Açúcar e Álcool
IAC	Instituto Agrônômico de Campinas
IBC	Instituto Brasileiro de Café
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFES	Institutos Federais de Educação Superior
IFC	<i>International Finance Corporation</i>
IES	Instituições de Ensino Superior
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
ISSCT	Sociedade Internacional de Açúcar de Cana Technologists
MAPA	Ministério da Agricultura, da Pecuária e do Abastecimento
OEPA	Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária
OMS	Organização Mundial da Saúde
PDE	Plano Diretor da Embrapa
PDS	Plano Diretor da Sede
PDU	Plano Diretor de Unidades Descentralizadas
PLANALSUCAR	Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar
PMGCA	Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar
PND	Plano Nacional de Desenvolvimento (PND)
PROÁLCOOL	Programa Nacional do Álcool

P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
RIDESA	Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético
SNI	Sistema Nacional de Inovação
SNPA	Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária
SNPC	Sistema Nacional de Pesquisa de Cultivares
TCH	tonelada de Cana por Hectare
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
UFG	Universidade Federal de Goiás
UFMT	Universidade Federal do Mato Grosso
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UFS	Universidade Federal de Sergipe
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UFV	Universidade Federal de Viçosa
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1:	Metodologia para Análise de Conteúdo, de Laurence Bardin	30
FIGURA 2:	Principais atores institucionais	64
FIGURA 3:	Modelo de inovação induzida – Hayama e Ruttan	85
FIGURA 4:	Mapa das estações experimentais da Rede Interuniversitária para Desenvolvimento do Setor Sucroenergético – RIDESA	108
FIGURA 5:	Organograma da RIDESA	113

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE PESQUISA	22
1 A DINÂMICA DA CANA-DE-AÇÚCAR	34
1.1 A EXPANSÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR	34
1.2 OS IMPACTOS DA CANA-DE-AÇÚCAR	46
1.2.1 Principais impactos da cana-de-açúcar	51
2 INOVAÇÃO TECNOLÓGICA	60
2.1 INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA AGRICULTURA	74
2.2 MODELO DE INOVAÇÃO INDUZIDA	79
3 PRODUÇÃO DE PESQUISA NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR	86
3.1 O MELHORAMENTO DE PLANTAS: A CANA-DE-AÇÚCAR	88
4 CIÊNCIA E CIENTISTAS	93
5 RIDESA E EMBRAPA	107
5.1 RIDESA	
5.2 EMBRAPA	116
6 RESULTADO E DISCUSSÕES	123
6.1 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DA RIDESA	123
6.1.1 Principais atividades apresentadas pelos pesquisadores	123
6.2 PARTICULARIDADES DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR E A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA	125
6.3 ARTICULAÇÃO DO MELHORISTA CLÁSSICO COM OUTRAS ÁREAS	127
6.4 A TRAJETÓRIA PROFISSIONAL	129
6.4.1 Formação do pesquisador	129
6.4.2 Produção do conhecimento	131
6.4.3 O pesquisador e a atividade de pesquisa em cana-de-açúcar	132
6.4.4 A dinâmica inicial dos grupos de trabalho – PROALCOOL – RIDESA	135
6.4.5 Ambiente de trabalho e autonomia	137
6.5 PARCERIAS E MERCADO	142
6.5.1 Parcerias: Universidade – setor produtivo	142
6.5.2 A dinâmica dos impactos causados pelo cultivo da cana-de-açúcar	145
6.5.3 Os impactos sociais, ambientais e econômicos do cultivo da cana	147
6.6 EMBRAPA	156
6.6.1 Formação do pesquisador	156

6.6.2 Produção de conhecimento, transferência de tecnologia e grupos de pesquisas	157
6.6.3 Principais atividades desenvolvidas	160
6.6.4 Ambiente de trabalho e autonomia	161
6.6.5 Parcerias, mercado e relação com o setor produtivo	163
6.6.6 Os impactos, sociais, ambientais e econômicos	166
 CONSIDERAÇÕES FINAIS	 171
 REFERÊNCIAS	 176
 APÊNDICES	 203
APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTAS	204
APÊNDICE B – ÁREAS DE PESQUISA EMBRAPA	205
APÊNDICE C – ÁREAS DE PESQUISA RIDESA	206

INTRODUÇÃO

O Brasil observou uma significativa expansão da produção de cana-de-açúcar a partir da segunda metade da década de 2000. Segundo dados apresentados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a área de cana-de-açúcar colhida, em hectare, de 2002 a 2012, teve um incremento de mais de 52%, enquanto a produção em toneladas aumentou 57%. Essa expansão teve seus impactos mais significativos em novas áreas de produção, como o caso do estado de Goiás, que nesse mesmo período apresentou um crescimento de mais de 25% tanto da área colhida quanto da produção (MARQUES et al., 2012).

Em função do grande aumento da área plantada nos últimos anos, houve também uma expansão da produção do etanol graças à existência de cultivares desenvolvidos nessas áreas de expansão adaptadas às condições edafoclimáticas locais. Por sua vez, esses cultivares são resultado de um processo de transferência de tecnologia envolvendo atores privados e instituições federais de pesquisa em uma rede de pesquisadores. A atual agenda de pesquisa visa gerar variedades de cana-de-açúcar adaptadas às novas regiões, priorizando o plantio naquelas que não seriam consideradas tão apropriadas há pouco tempo, criando, assim, condições para que essa monocultura se desenvolva. Nesse âmbito de pesquisa, Reis (2009) afirma que há particularidades da monocultura para cada região, sendo a pesquisa de melhoramento genético uma das formas mais eficazes e baratas de se aumentar a produtividade.

A existência de uma estrutura de pesquisa e transferência de tecnologia foi condição *sine qua non* para essa expansão de cana-de-açúcar. Em função disso, a presente pesquisa tem por referência a experiência de produção e transferência de tecnologia que envolve o setor sucroalcooleiro e uma rede de pesquisadores em Universidades Federais, denominada Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético (RIDESA). Apesar de ter já um histórico de duas décadas de existência, são raras ainda investigações científicas dessa experiência, que se torna mais relevante em momento de forte expansão do setor.

A literatura (ARBEX, 2001; ARBEX et al., 2004; ASSIS; ZUCARELLI; ORTIZ, 2007; GONÇALVES, 2005; MANHÃES et al., 2003; RAMALHO; AMARAL SOBRINHO, 2001) aponta uma série de problemas socioambientais associados à monocultura da cana: redução da biodiversidade, causada pelo desmatamento e pela implantação de monocultura; contaminação das águas superficiais e subterrâneas e do solo por meio da prática excessiva de

adubação química, corretivos minerais e aplicação de herbicidas e defensivos agrícolas; compactação do solo, tráfego de máquinas pesadas durante plantio, tratos culturais e colheita; assoreamento de corpos d'água devido à erosão do solo em áreas de replantio do canavial; contaminação atmosférica com a emissão de fuligem e gases de efeito estufa com a queima de palha ao ar livre durante o período de colheita; danos à flora e à fauna causados por incêndios descontrolados; consumo intenso de óleo diesel nas etapas de plantio, colheita e transporte; acúmulo de potássio e metais pesados nos solos; concentração de terras, rendas e condições subumanas de trabalho do cortador de cana.

Dados os impactos da expansão da cana-de-açúcar no bioma Cerrado¹, há de se perguntar de que forma os pesquisadores envolvidos na produção de inovação tecnológica para esse setor produtivo percebem os impactos socioeconômicos e ambientais dessa expansão. Assim, o objetivo principal desta pesquisa é identificar de que forma os pesquisadores produtores de inovações tecnológicas tomam consciência dos impactos das suas inovações e incorporam essa percepção na própria produção dessas tecnologias.

O pressuposto é que existem opções tomadas pelos pesquisadores ao longo do desenvolvimento de uma determinada tecnologia que podem implicar em impactos distintos, tanto sociais quanto econômicos ou ambientais. Por exemplo, pode-se desenvolver um determinado cultivar de cana-de-açúcar mais ou menos dependente de recursos hídricos, com consequências imediatas para a pressão sobre esse recurso. Da mesma forma, cultivares podem ser mais adequados ao corte mecanizado ou manual, mais ou menos dependentes de queimadas, etc. Infere-se que os pesquisadores estejam atentos a essas alternativas e que em alguma medida consigam explicitar os diversos caminhos que tomaram no desenvolvimento de novos cultivares.

A perspectiva adotada nesta pesquisa sustenta que o desenvolvimento de inovações tecnológicas é mais do que a simples aplicação de processos científicos universalmente

¹ Conceituado como o segundo maior “bioma” brasileiro, o Cerrado ocupa cerca de 21% do território nacional e é considerado como a última fronteira agrícola do planeta (BORLAUG, 2002). “O Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul, ocupando uma área de 2.036.448 km², cerca de 22% do território nacional. A sua área contínua incide sobre os estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal, além dos enclaves no Amapá, Roraima e Amazonas. Neste espaço territorial encontram-se as nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata), o que resulta em um elevado potencial aquífero e favorece a sua biodiversidade. Considerado como um “*hot spot*” mundial de biodiversidade, o Cerrado apresenta extrema abundância de espécies endêmicas e sofre uma excepcional perda de habitat. Do ponto de vista da diversidade biológica, o Cerrado brasileiro é reconhecido como a savana mais rica do mundo, abrigando 11.627 espécies de plantas nativas” (MMA, 2015).

aceitos (CASSELL; JOHNSON, 2006) e depende, em alguma medida, das condições locais da própria produção do conhecimento:

In the second phase, the tension between general theory and local experience as gained through action research projects was increasing. Rather than broadly framed theory about work and organization, the need was felt to be for theory that could clarify how to act under local conditions in terms of relating to other people, developing joint agendas, designing processes, and similar. Furthermore, local relationship building should be seen as the core activity, not as an outlet for views and perspectives developed on the basis of many different sources. (GUSTAVSEN, 2008, p. 432).

A justificativa para esta pesquisa decorre da convergência de duas motivações, tanto acadêmica quanto pela perspectiva pessoal e expectativa de compreensão das novas tecnologias e o embate com o desenvolvimento sustentável. Do ponto de vista da busca por ações que visem o desenvolvimento sustentável, é importante conhecer os mecanismos que levam à produção de novas tecnologias que têm potencial para produzirem impacto social, econômico ou ambiental. A partir disso será possível pensar novas estratégias para a produção de conhecimento voltado para o mercado, capaz de promover um modelo de desenvolvimento mais sustentável.

No entanto, a principal motivação é de caráter científico, uma vez que se trata de uma tese de doutorado. É possível encontrar, na literatura, um conjunto de estudos que se preocupam com os impactos da inovação tecnológica, porém, praticamente inexistem estudos que procurem perceber como os produtores de inovação tecnológica percebem os impactos de sua criação.

Considerando as motivações citadas anteriormente, aclaramos que esta investigação está incluída na abordagem de estudos que têm por objeto a ciência (como a Sociologia da Ciência, a Filosofia da Ciência, etc.), mas em uma perspectiva interdisciplinar, identificando uma estrutura na produção de inovações:

O trabalho científico exige grupos de pessoas dedicadas profissionalmente a ele; uma ética que valorize o conhecimento e prestigie aqueles que o busquem; um sistema de incentivos para o trabalho científico que lhe permita atrair os melhores talentos, e uma cultura que dê lugar ao surgimento de novos conhecimentos pela observação e a análise racional, em contraste com aquelas onde predominam os conhecimentos ritualizados e carregados de afetividade. (SCHWARTZMAN, 1984, p. 56).

Especificamente no caso da inovação tecnológica para a agricultura, o Brasil possui um sólido sistema de pesquisa, articulado com o que se convencionou chamar de Revolução Verde (HORLINGS; MARSDEN, 2011). Apesar dos significativos ganhos de produtividade, que tornaram o país um dos principais exportadores mundiais de alimentos, é possível identificar uma série de impactos ambientais derivados desse processo (FERREIRA; ALMEIDA, 2007). De modo geral, percebe-se como a tecnologia ocupa papel central no debate sobre a sustentabilidade de processos de desenvolvimento (ANDRADE, 2006; PAREDIS, 2011). Isso fez com que surgisse uma significativa preocupação em avaliar os impactos das inovações tecnológicas voltadas à agricultura (CHAMALA, 1990; FREITAS et al., 2011). Contudo, essas pesquisas se preocupam com a avaliação *ex post* à adoção da tecnologia.

Nosso projeto de investigação propõe um enfoque inovador, ou seja, identificar o que os desenvolvedores da tecnologia pensam sobre os impactos dessa tecnologia, advindo daí a importância deste estudo nesse campo de atuação. Apesar de existirem estudos que se preocupam em identificar de que forma a preocupação ambiental socialmente estabelecida pode influenciar as inovações tecnológicas (ANTOCI; BORGHESI; GALEOTTI, 2011; PARRY; PIZER; FISCHER, 2003; NOAILLY, 2012), não foi possível identificar, na literatura, estudos que tivessem o enfoque aqui proposto. Assim, podemos formular o problema de pesquisa da seguinte forma: de que modo os desenvolvedores de inovação tecnológica do setor Sucroenergético se antecipam aos possíveis impactos socioeconômicos e ambientais? A percepção que o cientista tem dos possíveis impactos provenientes da inovação influencia na produção de conhecimento?

A abordagem proposta considera a RIDESA uma rede determinante na dinâmica da expansão da cana-de-açúcar para regiões de cerrado. Essa expansão avança para todos os estados do Centro-Sul, sobretudo Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais, principalmente em áreas que já se dedicam a outras culturas. Implica dizer que as estruturas de pesquisa e extensão desenvolvidas pelo setor nas últimas décadas apresentam características peculiares que serão exploradas nesta tese e nessa ocasião destacamos que as Instituições de Ensino Superior (IES) foram determinantes para definir e balizar as áreas de expansão.

O recorte analítico utilizado no desenvolvimento desta tese, considerando a reflexão e a relevância na expansão recente da cana-de-açúcar, prioriza a observação inicial com os pesquisadores que constituem o grupo da RIDESA na Universidade Federal de Goiás (UFG).

Ademais, buscou-se ainda, na Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), uma interface com os pesquisadores participantes do contexto inicial da RIDESA frente a outros programas de incentivo para o setor e a interpretação desse pesquisador quanto ao cenário da cana-de-açúcar no Cerrado. Contrapondo com essa área de expansão recente, a análise percorre, também, uma das regiões brasileiras já consolidadas na cultura da cana, trazendo também a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)², instituição que possui um dos Programas de Melhoramento Genético de Cana-de-açúcar que absorveu pesquisadores dos programas anteriores – como o PLANALSUCAR – e que desempenha um papel marcante em pesquisada na RIDESA, representando a realidade de uma das áreas mais tradicionais na produção de cana-de-açúcar.

Para essa expansão, foi necessária a contribuição da ciência e da tecnologia no desenvolvimento de cultivares de cana adaptáveis à região. Isso só se consolidou devido à formação de grupos de pesquisadores fora das unidades tradicionais da RIDESA, proporcionando-lhe o devido suporte, visto que até então a rede se desenvolvia em áreas onde a cana já era uma cultura consolidada. Assim, por essa finalidade a elegemos como foco de análise nesta pesquisa.

No andamento da análise junto ao grupo da RIDESA constatou-se uma convergência entre os pesquisadores pertencentes a esse grupo e, levando-a em consideração, uma nova questão foi levantada, que será trabalhada junto com a já citada anteriormente: o ambiente institucional de produção de ciência e tecnologia e o tipo de cultura influenciam na percepção do pesquisador? O desdobramento da pesquisa suscitou a hipótese secundária auxiliar de que esse ambiente institucional estaria influenciando fortemente nesse discurso do pesquisador e, para testar essa hipótese, faz-se o confronto da RIDESA com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), buscando o ambiente institucional das duas instituições de pesquisa.

Dessa maneira, considerando a importância das exigências metodológicas da pesquisa científica relacionada à escolha do universo a ser investigado, selecionamos a RIDESA e a EMBRAPA levando em conta algumas especificidades. No caso da RIDESA, a escolha dos participantes da pesquisa foi engendrada por se constituírem em representantes de áreas de

² A maioria das empresas de açúcar estava localizada em São Paulo e, a partir disso, a UFSCar recebeu uma grande quantidade de contribuições financeiras de usinas e destilarias. Dentre os repasses, houve o recebimento de infraestrutura e de germoplasma, que a UFSCar obteve do Planalsucar: cinco cultivares foram lançados em 1992, outros cinco em 1995 e seis em 1998. Os clones que originaram esses cultivares foram criados pelo Planalsucar e possuem dois dígitos após o código de RB, sendo numerados com números menores de 90. Por exemplo, o cultivar RB 835486 tinha a semente produzida em 1983 pelo Planalsucar e foi incorporado pela UFSCar, que, posteriormente, terminou as experiências na RIDESA (BARBOSA et al., 2012).

expansão recentes da cana, mas também de uma área já consolidada, cada um representando uma visão, uma percepção de mundo e trabalho de todo o grupo: eles interagem frequentemente, reforçando a existência de uma convergência significativa. Já no caso da EMBRAPA, o grupo de pesquisadores foi ponderadamente escolhido com foco nos melhoristas atuantes na instituição e com características diferenciadas pelas culturas trabalhadas, dentre elas culturas importantes econômica e socialmente, como a soja, o milho, o arroz e o feijão. Com mais de quarenta anos, representa uma potência em pesquisas agropecuárias e hoje, com uma agenda abrangente, tem como desafio manter a expressividade das pesquisas em um ambiente de grande competitividade e suscetível à adoção de inovações.

Nesse sentido, esta tese tem por objetivo compreender de que forma os pesquisadores produtores de inovações tecnológicas percebem os impactos das inovações e incorporam essa percepção na própria produção dessas tecnologias. A partir dessa proposta, a pesquisa tem por finalidade identificar o grau de autonomia dos pesquisadores na prática científica; descrever de que forma eles incorporam, em sua prática científica, a percepção sobre os impactos das tecnologias geradas e relatar de que forma o ambiente institucional influencia na percepção dos impactos e na incorporação dessa percepção na prática científica.

CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE PESQUISA

O objeto da pesquisa é representado pelos pesquisadores envolvidos da RIDESA e da EMBRAPA. Até 1991, existia um projeto institucional de pesquisa estatal para o setor sucroalcooleiro assentado no Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar (PLANALSUCAR), na EMBRAPA e no Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) (CARVALHO, 2001). Com o fim desse desenho, no governo Collor, instituiu-se o atual sistema de pesquisas, que envolve Universidades Federais e financiamento por parte do setor produtivo.

A RIDESA foi inicialmente instituída por meio de convênio firmado entre sete Universidades Federais (Universidade Federal do Paraná-UFPR, Universidade Federal de São Carlos-UFSCar, Universidade Federal de Viçosa-UFV, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro-UFRRJ, Universidade Federal de Sergipe-UFS, Universidade Federal de Alagoas-UFAL e Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE), que estavam localizadas nas áreas de atuação das coordenadorias do extinto PLANALSUCAR, do qual absorveu o corpo

técnico e a infraestrutura das sedes das coordenadorias e estações experimentais. Com o apoio de parte do Setor Sucroalcooleiro, por meio de convênio, a Rede começou a desempenhar suas funções a partir de 1991, aproveitando a capacitação dos pesquisadores e as bases regionais do PLANALSUCAR, aos quais se juntaram professores das universidades. De 2004 em diante ocorreu a integração à Rede de Universidades na região de Cerrados: Universidade Federal de Goiás (UFG), em 2004, e Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), em 2007. Essa experiência foi um dos pontos decisivos para o desenvolvimento de novos cultivares adequados à expansão da cana-de-açúcar na região de cerrados a partir de 2005.

Atualmente, a Rede conta com a participação de dez Institutos Federais de Educação Superior (IFES) e trezentas empresas conveniadas. O Programa de Melhoramento da RIDESA conta com 142 pesquisadores, 83 técnicos agrícolas e 25 estações experimentais. Em termos de impacto das tecnologias desenvolvidas para o setor, cabe ressaltar a expressiva participação dos cultivares desenvolvidos pela Rede em relação à área total cultivada com cana no país. O objetivo da RIDESA é, em um prazo de três a cinco anos, atingir 70% da área plantada no país, no momento igual a 58% da área de cana do país.

Considerando os objetivos propostos nesta investigação, a EMBRAPA foi incluída como grupo de comparação para testar uma de nossas hipóteses de trabalho. Historicamente, ela é uma empresa pública federal, com vínculo junto ao Ministério da Agricultura, da Pecuária e do Abastecimento (MAPA), instituída a partir de 1973 após a aprovação no Congresso Nacional no ano anterior, cujas atividades iniciaram em 1974 (ARAÚJO, 2010; ALVES; MAGALHÃES; GUEDES, 2002). Tendo como principais objetivos planejar, supervisionar, orientar, controlar e executar ou promover atividades de pesquisas agropecuárias, preocupa-se em gerar conhecimento tecnológico que atenda ao anseio de desenvolvimento da agricultura nacional. Suas pesquisas envolvem desde áreas de ciências agrônômicas e veterinárias até áreas da sociologia e da economia rural, ampliando seus estudos, nos últimos tempos, para a agroindústria, a ciência florestal e o meio ambiente (FRANCO, 2001).

Para o desenvolvimento desta pesquisa, as técnicas de coleta de dados empregadas foram: pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo, optando-se por entrevistas abertas e não dirigidas a partir de grupos formados pelos pesquisadores da RIDESA e da EMBRAPA. A entrevista, de acordo com Gaskell (2002), possibilita uma maior compreensão das motivações, atitudes, valores e crenças dos indivíduos pesquisados. Nesse sentido, inclui

pesquisas exploratórias de natureza qualitativa³ e quantitativa, e, além das entrevistas, o tratamento estatístico.

Para realizar a análise de dados qualitativa escolhemos uma técnica frequentemente utilizada, a Análise de Conteúdo (AC), defendida por diversos autores, entre eles Freitas e Janissek (2000) e Franco (2008), privilegiando-se, nesta tese, a obra de Bardin (2011). Esse método tem o objetivo de analisar o que foi dito nas entrevistas ou observado pelo pesquisador, em seguida, o material explorado foi classificado em grandes “temas” ou “categorias” que auxiliaram a elucidar o que está por trás do discurso. A AC proposta pelo autor caracteriza um conjunto de instrumentos metodológicos que se aplicam a discursos com grande nível de diversificação. A referência mais relevante é o conjunto de técnicas de análises da comunicação com a utilização de procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição dos conteúdos analisados.

Diante de várias técnicas desenvolvidas para a AC, esta pesquisa fez uso de um dos métodos mais utilizados, a **Análise temática ou categorial**, que tem como proposta seccionar o texto em unidades ou categorias, a partir de novos grupos semelhantes (MINAYO, 2000). Essa técnica consiste em estabelecer uma leitura detalhada de todo o material transcrito, delineando e identificando palavras e conjuntos de palavras que apresentem sentido para a pesquisa, classificando-as, da mesma maneira, em categorias ou temas que expressem semelhança quanto ao critério sintático ou semântico (OLIVEIRA et al., 2003). A aplicação visa constatar os núcleos de sentido que constituem uma comunicação, atentando-se à constância desses núcleos em um formato de dados seccionados e análogos e em desacordo com a forma de organização (BARDIN, 2011). Além dessa técnica, utilizamos também a técnica de **Análise de relação**, que se destina a identificar a correlação entre as palavras e busca extrair as relações entre os textos das mensagens (BARDIN, 2011).

Para testar as hipóteses que orientam a pesquisa, nos Capítulos 1 a 4 desta tese foi realizada uma ampla revisão de literatura, com o propósito de fundamentar o estudo qualitativo deste trabalho. Diante disso, foram abordados como instrumentos de análise a expansão, os impactos e a inovação tecnológica da cana-de-açúcar, bem como a produção de pesquisa na cultura da cana-de-açúcar. Muito embora o desenvolvimento econômico

³ Dados qualitativos são definidos como: descrições detalhadas de fenômenos, comportamentos; citações diretas de pessoas sobre suas experiências; trechos de documentos, registros, correspondências; gravações ou transcrições de entrevistas e discursos; dados com mais riqueza de detalhes e profundidade e interações entre indivíduos, grupos e organizações (GLAZIER; POWELL, 2011).

resultante das atividades comerciais dos produtos originados da cana-de-açúcar tenha se expandido sobremaneira, impulsionando o crescimento, sua produção está diretamente vinculada à inserção de novos produtos, continuamente avaliados, alterando o conceito de mercado e sociedade, com destaque para a preocupação constante da qualidade do produto e para a busca de ganho de mercado (THEODORO, 2012). Diante disso, se apresenta como a cultura da cana se desenvolveu com a participação massiva de instituições de pesquisas e, nesta análise, a inovação proposta por melhoristas frente aos novos acontecimentos que impactaram a produção, mediante as intempéries ocorridas nos últimos anos, como as dificuldades de adoção de novas tecnologias, leis e o próprio setor produtivo.

Em consonância com essa realidade, se apresenta, no Capítulo 5, a Rede Interinstitucional para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro, que, ao longo da história evolutiva da cana, tem influenciado o cenário dessa cultura, contribuindo para o desenvolvimento expressivo do setor. Além disso, sua história se entrelaça à evolução da cultura que vem obtendo resultados positivos no Brasil com a continuidade dos trabalhos de pesquisas herdados do PLANALSUCAR.

Em contribuição a esta pesquisa, se aborda a EMBRAPA e sua cooperação para a pesquisa agropecuária brasileira. Sua participação visa compreender a instituição e o olhar do pesquisador mediante outras culturas, além de intentar compreender a importância do papel das instituições na consolidação da percepção do pesquisador.

A fim de depreender acerca do universo do pesquisador, esta tese faz uso do pensamento reflexivo e da compreensão da construção da ciência de Pierre Bourdieu, que apresenta uma possibilidade teórico-metodológica na perspectiva de entender a relação sujeito-sociedade, especialmente levando em consideração os debates de interesses e valores que envolvem a produção científica, em que o autor descreve as relações de poder e dominação existentes no campo da ciência, desconstruindo a visão de uma ciência neutra voltada para seu progresso, mas identificando, sobremaneira, uma disputa contínua pela conquista da autenticidade das ações. "Universo da mais pura ciência é um campo como qualquer outro, com suas relações de força e monopólios, suas lutas, estratégias, interesses e lucros." (BOURDIEU, 1983, p. 123).

Após a apresentação desses temas centrais, foram descritos os resultados identificados na análise de conteúdo, que levaram à conclusão apresentada nas considerações finais.

Esta tese não tem a finalidade de esgotar os temas propostos, e sim de provocar a discussão sobre a produção da ciência no que concerne, especialmente, às influências geradas na pesquisa para a compreensão dos fenômenos ambientais.

A abordagem qualitativa é apontada como a pesquisa habilitada a absorver o tema com seus significados e intencionalidades intrínsecos ao ato, suas relações e estruturas sociais existentes (BARDIN, 2010). Nessa perspectiva, esta proposta permite manifestar processos sociais relativos a grupos específicos, possibilitando a constituição de novas abordagens, a revisão e a criação de novos conceitos e categorias ao longo da investigação. Assim, a pesquisa qualitativa favorece um modelo de compreensão aprofundado entre os elementos voltados à percepção da manifestação do objeto estudado (MINAYO, 2007).

A compreensão da pesquisa social relaciona-se à transformação da sociedade, muito embora, enquanto se afasta da visão positivista das leis universais, absorve e melhora pressupostos próprios da pesquisa qualitativa no paradigma interpretativo. Essa intercorrência passa pela compreensão do homem enquanto agente social que influencia e é influenciado pela estrutura social, favorecido por percepções particulares da realidade que concedem uma interpretação própria de sua existência, podendo ser diferente de acordo com o observador e sua posição frente ao fenômeno estudado (SILVA; GOBBI; SIMÃO, 2011).

O percurso de análise deste trabalho toma como condutor a obra de Laurence Bardin, literatura de referência atualmente em análise de conteúdo, publicada pela primeira vez em 1977, na qual o método é configurado detalhadamente. Ainda assim, outros autores auxiliam em sua definição no transcorrer do texto, a fim de alcançar o objetivo proposto e responder as questões levantadas no início. Com essa perspectiva, empreendeu-se uma pesquisa de revisão bibliográfica, buscando proporcionar um cuidadoso olhar que vá de encontro aos aspectos descritos como relevantes.

A Análise de Conteúdo (AC) foi discutida pela primeira vez no século XX, por volta de 1940, nos Estados Unidos, tendo em vista a análise de comunicação de cunho jornalístico, se desenvolvendo entre 1950 e 1960 e sendo anterior à Análise do Discurso:

Os primeiros estudos em AC desenvolveram-se nos Estados Unidos, tendo por objeto, inicialmente, textos jornalísticos e, a seguir, textos de propaganda. O primeiro grande nome da AC é H. Lasswell, que se voltou para análises de textos da imprensa e de propaganda desde 1915, publicando em 1927 *Propaganda Technique in the World War*. (ROCHA; DEUSDARÁ, 2006, p. 4).

Com sua origem no século passado, essa metodologia de análise de dados qualitativos tem alcançado inovadoras e instigantes possibilidades a partir da aproximação da análise qualitativa de mensagens às informações. Na visão de Bakhtin (1997), isso se explica em razão de o locutor produzir um texto ou uma fala considerando o grau de informação e conhecimento especializado, as opiniões, empatias e outras variáveis do destinatário, que influenciarão sua compreensão, adequando-se ao enunciado do locutor.

No tocante aos objetivos da Análise de Conteúdo, a premissa é a de explicitar, acima de tudo, os rumos assumidos pelas práticas de leitura de textos no campo das ciências sociais, delimitando caminhos que atestem sua legitimação e norteiem a reflexão. A definição da AC envolve um conjunto de análises das comunicações, priorizando o rigor do método como forma de não se perder a heterogeneidade de seu objeto:

Um conjunto de instrumentos metodológicos cada vez mais subtis em constante aperfeiçoamento, que se aplicam a “discursos” (conteúdos e continentes) extremamente diversificados. O factor comum dessas técnicas múltiplas e multiplicadas – desde o cálculo de frequências que fornece dados cifrados, até a extração das estruturas traduzíveis em modelos – é uma hermenêutica controlada, baseada na dedução: a inferência. Enquanto esforço de interpretação, a análise de conteúdo oscila entre os dois pólos do rigor da objectividade e da fecundidade da subjectividade. Absolve e cauciona o investigador por essa atracção, pelo escondido, o latente, o não-aparente, o potencial de inédito (do não dito), retido por qualquer mensagem. (BARDIN, 2010, p. 11).

Minayo (2000) afirma ser este um método bastante utilizado para o tratamento de dados de pesquisas qualitativas, muito embora não o seja somente nessas investigações, mas também em análises quantitativas. Para Berg (1998), a AC contém elementos com um viés tanto quantitativo quanto qualitativo. Os constantes debates sobre a pesquisa quantitativa e qualitativa nas ciências sociais têm motivado a discussão sobre o uso da análise de conteúdo por uma ou por outra abordagem.

Os métodos utilizados podem ser de análise qualitativa e quantitativa, ressaltando a diferença entre essas duas abordagens. Em uma Análise de Conteúdo quantitativa que também permita a análise quantitativa, a premissa é traçar uma regularidade das características que se repetem no conteúdo do texto. A análise qualitativa reputa a presença ou a ausência de certa característica ou grupo de características em uma determinada parte da mensagem (CAREGNATO; MUTTI, 2006).

Em análises qualitativas, o cuidado é em relação à frequência com que alguns elementos surgem no decorrer da comunicação e de que forma eles podem ser mensurados de

acordo com as significações identificadas. No entanto, os enfoques quantitativos preocupam-se em identificar a presença ou a ausência de um elemento, ou de um conjunto de elementos, nas mensagens em análise, a fim de transcender o olhar puramente descritivo das técnicas quantitativas para alcançar interpretações mais profundas com base em inferências (BARDIN, 2011).

Segundo Bardin (2011), a análise de conteúdo percorre dois polos que envolvem a investigação científica: **o rigor da objetividade** e a **fecundidade da subjetividade**, possibilitando a construção de indicadores quantitativos e qualitativos e submetendo o pesquisador a tecer uma nova leitura com base na dedução e na inferência. “Nesse sentido, a técnica tem como propósito o ultrapassar o senso comum do subjetivismo e alcançar o rigor científico necessário, mas não a rigidez inválida, que não condiz mais com tempos atuais” (MOZZATO; GRZYBOVSKI, 2011, p. 6). Para Minayo (2000), a proposta é elucidar o que para o “leigo” está oculto ou subtendido na mensagem, e, por esse ponto de vista, é possível às ciências sociais utilizar a análise de conteúdo para pesquisas de natureza quantitativa ou qualitativa.

Alguns autores reportam a Análise de Conteúdo como uma técnica de pesquisa que utiliza a palavra, facultando, de forma prática e objetiva, a elaboração de inferências do conteúdo da comunicação de um texto replicáveis ao seu contexto social, nas quais texto é uma maneira de expressão do indivíduo que o analista visa classificar em unidades do conteúdo (palavras ou frases) repetidas, depreendendo uma expressão que as comprovem. Ao utilizar a Análise de Conteúdo na categoria qualitativa, há um encadeamento de dedução que, na avaliação de um texto, favorece o sentido simbólico, nem sempre claro, cuja interpretação não é única.

Essa ferramenta tem a preocupação de compreender a construção de significados que os atores sociais externam em suas falas, proporcionando ao pesquisador assimilar o entendimento que o indivíduo exprime em relação a sua realidade e a análise que faz dos significados a sua volta. Enquanto método de pesquisa, a Análise de Conteúdo assume a função de descrever e interpretar o conteúdo de um conjunto de documentos e textos. Trata-se de uma observação orientada para as descrições sistemáticas, qualitativas ou quantitativas, aclarando as mensagens e alcançando um entendimento de seus significados em um grau mais aprofundado. “A experiência da vida cotidiana envolve processos simbólicos e, portanto, processos de significação referentes a diferentes realidades que estão relacionadas à

interpretação dos agentes sociais, ou seja, à representação social dos significados” (SILVA; GOBBI; SIMÃO, 2011, p. 74).

Enquanto técnica de análise, existe uma disputa entre a objetividade dos números e a subjetividade da análise. Essa ferramenta tem se alternado entre a firmeza da provável objetividade dos números e a criatividade interrogada da subjetividade. Ainda assim, em sua evolução, as abordagens qualitativas vêm se destacando e ganhando notoriedade, principalmente por inserir em sua compreensão a indução e a interpretação rigorosa como estratégias para alcançar um elevado nível de entendimento mais detalhado dos fenômenos que se propõe a investigar (MORAES, 1999).

De acordo com a obra de Laurence Bardin (2010), professora da Universidade de Paris V, a Análise de Conteúdo é uma das técnicas de tratamento de dados em pesquisa qualitativa. A proposta do método de investigação tem por objetivo entender os diferentes procedimentos dos dados científicos, podendo ser considerado como um único método, marcado por uma imensa diversidade de meios adaptáveis a uma área de utilização na comunicação.

Na visão de Godoy (1995), inicialmente a AC tem favorecido a comunicação oral e escrita, não eliminando outras formas de comunicação. Entende-se que, independente da comunicação, existe um conjunto de codificações de um emissor para o receptor e que pode ser interpretado pelas técnicas de AC. Com base nessa premissa, conclui-se que existe outro sentido por trás de um discurso aparente. Essa técnica de análise se insere principalmente no desdobramento da pesquisa de campo, sendo utilizada com a finalidade de expressar um significado e um sentido, ultrapassando a leitura real do texto em análise. Dessa forma, existirá uma dupla tentativa de entender o sentido da comunicação, mas mantendo-se aberto a outras interpretações, destacando o sentido em segundo plano com vista a outros significados de naturezas psicológica, política, sociológica e outras (BARDIN, 2010).

Laurence Bardin (2010) define a AC como sendo um aglomerado de técnicas de análise das comunicações que faz uso dos procedimentos sistematizados e objetivos para descrever o conteúdo das mensagens⁴. Pode ser aplicada em vários tipos de discursos e em

⁴“A própria autora destaca que o conceito não é suficiente para definir a especificidade da técnica, complementando, ainda, que a intenção é a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção (ou, eventualmente, de recepção), inferência que ocorre para indicadores quantitativos ou não. “A matéria-prima da análise de conteúdo pode constituir-se de qualquer material oriundo de comunicação verbal ou não-verbal, como cartas, cartazes, jornais, revistas, informes, livros, relatos auto-biográficos, discos, gravações, entrevistas, diários pessoais, filmes, fotografias, vídeos, etc. Contudo os dados advindos dessas diversificadas fontes chegam ao investigador em estado bruto, necessitando, então ser processados para, dessa maneira, facilitar o trabalho de compreensão, interpretação e inferência a que aspira a análise de conteúdo.” (MORAES, 1999).

todas as formas de comunicação, independente da natureza. Segundo Moraes (1999), o material utilizado para compor a AC pode ser constituído por qualquer material originário de comunicação verbal ou não verbal.

Sob a ótica de Bardin (2010), essa análise assume duas direções importantes que, em determinados momentos, são passíveis de se complementarem: a) função heurística, que tem por finalidade enriquecer a pesquisa exploratória, ampliando a capacidade de descobrimento e favorecendo o surgimento de hipóteses quando se examinam mensagens pouco analisadas anteriormente; b) função de administrar prova, desempenhar o papel de promovê-la para a verificação de hipóteses expostas sob a forma de questões ou de afirmações provisórias.

FIGURA 1 – Metodologia para Análise de Conteúdo, de Laurence Bardin.



Fonte: Adaptado de Bardin (2011).

Ao considerar essas etapas, Bardin (2010) atesta que a AC se caracteriza como empírica e que, portanto, não pode se limitar a considerar um modelo exato. Para isso, deve ser desenvolvida de acordo com alguns procedimentos e técnicas que direcionarão a literatura

inicial para uma pesquisa em níveis mais aprofundados. Assim, as alterações de dados coletados ainda em seu estado bruto, em resultados de pesquisa, envolvem o uso de métodos e maneiras definidas para sistematizar, categorizar⁵ e tornar possível sua análise por parte do pesquisador. Considerando ainda essa perspectiva, Bardin (2011) descreve três fases que se destacam na AC e que se estruturam nos seguintes pilares: pré-análise; exploração do material; tratamento dos resultados obtidos; e interpretação.

A **pré-análise** consiste em organizar e sistematizar as ideias, fase em que acontece a seleção da matéria-prima a ser analisada, a constituição das hipóteses e a fundamentação dos objetivos apresentados inicialmente na pesquisa relacionados ao material coletado. Além disso, é nessa fase que se elaboram os indicadores que orientarão a interpretação final. As principais etapas são: **leitura flutuante, constituição do corpus, formulação das hipóteses e objetivos**.

A **fase de exploração do material** preocupa-se com a codificação do material bruto, com a finalidade de atingir a essência do entendimento do texto. Abarca ações de recorte, contagem, classificação, desconto ou enumeração devido aos preceitos previamente formulados.

Por fim, mantendo o mesmo nível de relevância, a fase de **tratamento dos resultados obtidos e interpretação**, na qual o discurso é quantificado para que, a partir dessas informações, o pesquisador apresente suas inferências e desenvolva suas interpretações, de modo a concordar com o quadro teórico e com os objetivos propostos, ou até mesmo apontar novas dimensões teóricas.

Compreendemos que a abordagem qualitativa em uma pesquisa científica acontece continuamente e deve apresentar coesão entre todas as fases. Ainda assim, mesmo que as fases assumam uma integração, cada uma preserva a individualidade e as particularidades de suas características principais.

Para esta pesquisa, foram realizadas entrevistas com cinco pesquisadores da RIDESA e quatro pesquisadores da EMBRAPA como forma de coleta de dados, por entrevistas que

⁵ A categorização é um processo que requer pensar o domínio de forma dedutiva, ou seja, determinar as classes de mais abrangência na temática escolhida. Na verdade, aplicar a categorização é analisar o domínio a partir de recortes conceituais que permitem determinar a identidade dos conceitos (categorias) que fazem parte desse domínio (DE ALMEIDA CAMPOS; GOMES, 2010). As funções de categorização do ponto de vista cognitivo são: a) classificar, possibilitando que a mente faça contato com o mundo; b) apoiar as explicações e assegurar prognósticos em relação ao futuro, podendo ser utilizado para selecionar planos e ações; c) sustentar a mente, por não ser necessário armazenar todos os fatos e possibilidades, caso as inferências forem originadas de informações armazenadas (MEDIN; ROSS, 1996).

foram gravadas e posteriormente transcritas literalmente conforme a narrativa do entrevistado. O uso de gravador assume grande importância pela capacidade de ampliar o registro e a captação de elementos de comunicação relevantes, as pausas de reflexão apresentadas, as dúvidas ou a entonação de voz, aperfeiçoando e facilitando a compreensão da narrativa (SCHRAIBER, 1995). Estrategicamente, consideramos que a entrevista pessoal, juntamente com a gravação, contribui para que não se percam informações detalhadas do entrevistado, tais como gestos, interjeições, piscada de olhos, movimento do corpo e outros. Para Danna e Matos (2006), além da gravação é importante registrar dados visíveis e de interesse da pesquisa, o que pode ser feito por meio de registros contínuos, uso de palavras-chaves, *check list* e códigos, que serão incluídos na transcrição da entrevista:

Ao longo de todo o processo de análise, o material empírico estará sendo lido/visto/interpretado à luz da literatura científica de referência para o pesquisador, que produz teoria articulada ao conjunto de produções científicas com o qual se identifica. Vale lembrar, entretanto, que a fala do entrevistado tem valor nela mesma quando tomada como fonte de conhecimento e não pode ser utilizada como mera ilustração das teorias explicativas. Se recolhido e analisado de forma correta, o material fornecido por nossos informantes tem concretude, densidade e legitimidade suficientes para, se for o caso, fornecer subsídio e base para questionarmos nossos pressupostos e mesmo concepções teóricas estabelecidas e consolidadas. (DUARTE, 2004, p. 223).

Intentando utilizar a técnica apropriada, esta pesquisa utilizou a metodologia de AC em duas etapas: primeiramente, o uso de duas técnicas de pesquisa em AC – **análise temática ou categorial** – técnica que permite desmembrar o texto em unidades e/ou categorias⁶, com a proposta de compreender quais são os núcleos de sentido que compõem a comunicação, levando em conta, principalmente, a frequência desses núcleos; outra técnica é a **análise das relações**, que procura extrair do texto as relações entre os elementos da mensagem, complementando a análise frequencial simples e tendo por objetivo identificar a associação entre os elementos no texto, preocupando-se com as relações que subsistem entre si. Dessa forma, faz-se a análise de ocorrências, encontrando os elementos que se repetem nas unidades de registros, categorização e fragmentação do texto, codificação e cálculo dos elementos e comparação para interpretação dos resultados (BARDIN, 2011).

⁶ A composição das categorias e subcategorias se deu a partir da definição das unidades de registros do contexto, que são as palavras que auxiliam para a estruturação das categorias como parágrafos ou segmentos de mensagens, empregados como unidades de compreensão para perceber quais foram as palavras definidas de acordo com o levantamento de unidades de registro.

Na etapa seguinte, com base nas categorias pré-estabelecidas, foram elaborados gráficos representativos das leituras coletivas dos pesquisadores de cada instituição e a expressividade de cada categoria apresentada. Essas etapas fundamentam a AC como método de análise do discurso dos atores sociais. O intuito é fazer uma decomposição da mensagem, identificando as unidades de análise ou o conjunto de representação para, em seguida, categorizar os fenômenos identificados. Desse modo, é possível uma reconstrução dos sentidos e uma melhor compreensão da interpretação da realidade do grupo estudado.

Ao nos aprofundarmos na AC, tudo só fará sentido se o pesquisador não se limitar na busca por resposta e, por fim, encontrar e adequar as novas possibilidades para a pesquisa de campo, em razão de que cada método usado para a coleta proporcionará novos e diferentes meios de reflexão, cabendo ao pesquisador adequar-se ao instrumento escolhido.

1 A DINÂMICA DA CANA-DE-AÇÚCAR

1.1 A EXPANSÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR

O cultivo da cana-de-açúcar⁷ teve seus primeiros registros em escrituras mitológicas, mas foi no Pacífico Sul e na Índia que sua expansão, em termos de aspecto geográfico, se inicia, permitindo uma vasta trajetória até chegar ao Brasil e marcando uma fase importante do período colonial, na qual a produção começa em pilares consistentes, influenciada pelo clima tropical e por favoráveis terras produtivas. Entretanto, a produção brasileira se inicia por volta de 1530, com a vinda de um perito em produção de cana-de-açúcar, trazido por Martim Afonso de Souza, que instala o primeiro engenho em 1532. Em 1540, vários engenhos já estavam instalados em grandes propriedades de terras, no entanto, eram pequenos e grande parte deles do tipo trapiche, puxados por animais; poucos utilizavam outras formas de funcionamento (SCHWARTZ, 1988).

Durante o século XVII, a produção de cana-de-açúcar no Brasil se estrutura, tornando o país o maior produtor, com vistas a atender ao mercado mundial em um ciclo que durou aproximadamente 150 anos. Esse ciclo favoreceu a expansão da cultura da cana-de-açúcar e o avanço da fronteira, principalmente em regiões ainda com vasta quantidade de terras inexploradas. Entretanto, no Brasil, tradicionalmente grande produtor dessa gramínea de cultivo rápido, a expansão da cana-de-açúcar se consolida pela facilidade de cultivo em vários tipos de solos e nos mais variados climas, proporcionando múltiplos locais para a sua produção (DIAS, 1997).

De acordo com Bertelli (2007), o Brasil, mesmo em período de crise, possuía condições ideais para a produção do etanol de cana-de-açúcar, com terras propícias, experiência técnica, clima apropriado. Nesse sentido, Castro et al. (2007) afirmam que, durante os séculos XVI e XVII, o açúcar havia sido bem avaliado no mercado internacional, mas a cana-de-açúcar se expandiu no território brasileiro por encontrar solo e clima propício para a produção. Assim, a cana-de-açúcar, mundialmente comercializada com grande valor agregado em razão de seus subprodutos – grandes fontes de energia –, permaneceu sendo a matéria-prima de um dos produtos responsáveis pela boa estabilização da balança comercial,

⁷ Segundo Andrade (2003), a cana-de-açúcar recebe esse nome em razão dos vários tipos de cana produzidos no mundo, os quais são todos utilizados para a produção do açúcar, do álcool e da cachaça.

sendo o açúcar o produto exportado desde o Brasil Colonial até os dias atuais e que nos conduziu ao posto de maior produtor global.

Além do açúcar, que por muitos anos foi o único produto a ser extraído da cana-de-açúcar, outros subprodutos ganharam mercado, principalmente por grandes crises econômicas no período. Com a crise do petróleo, após a Segunda Grande Guerra Mundial, os países ocidentais, que estavam condicionados ao petróleo oriental, perceberam que deveriam encontrar uma estratégia para diminuir essa dependência, tendo surgido, assim, o álcool etílico (etanol) como um potencial substituto ao combustível tradicional. De origem vegetal, pode ser extraído do milho, da cevada, do trigo e outros, sendo a cana-de-açúcar a que possui maior produtividade.

De acordo com Dias (2013, p. 1):

No período compreendido entre a edição do Decreto 19.717 e o início da Segunda Guerra Mundial, o álcool foi utilizado em proporções variáveis, de acordo com a disponibilidade e, principalmente, com a produção de açúcar para exportação, uma vez que o álcool era um subproduto pouco valioso da fabricação do açúcar.

A queda no consumo mundial do açúcar, ocasionado pela crise de 1929, proporcionou grande prejuízo no desempenho das exportações do principal produto nacional beneficiado. O governo brasileiro, em 1931, promove ações para o consumo de álcool combustível e, como medida efetiva, Getúlio Vargas cria o decreto 19.717, de 20 de janeiro, que determinava a obrigatoriedade da adição de quase 5% de álcool à gasolina importada utilizada no país, atitude emergencial em decorrência das dificuldades de importação do combustível fóssil durante a Segunda Guerra Mundial, fato que fez a produção de etanol crescer. No entanto, a crise desencadeada pela expansão dos centros produtores e das refinarias motivou o governo brasileiro, em 1933, a criar o Instituto de Açúcar e Álcool (IAA), órgão do governo federal que controlava não só a produção, bem como o comércio, a exportação e os preços dos produtos derivados da cana-de-açúcar. De modo geral, a economia canavieira, com a missão de manter os preços equilibrados por meio do controle da produção, pressionou o Governo a estabelecer uma quota para cada usina, e, desse modo, pôde pegar para si, com exclusividade, inúmeras atividades que definiram, na época, os rumos da agroindústria da cana-de-açúcar (ÚNICA, 2012).

Essa institucionalização tinha como princípio a ação do governo, que regulamentava o setor por meio de fomento à produção e à exportação, apoiando a expansão do setor

(ROSSETO, 2008). Mas, segundo Paulillo et al. (2007), essa relação com o setor sucroalcooleiro realçou o poder intervencionista do governo junto aos produtores, subordinados não só pela dependência de subsídios, mas pela limitação da produção e fixação de preços.

No início da década de 1970, adveio o primeiro choque do petróleo, com a limitação das exportações pelos principais países produtores. Entretanto, o verdadeiro choque aconteceria em 1973, quando esses países usaram o petróleo como arma política, regulando as exportações, mormente para os Estados Unidos e para os países europeus, que declararam apoio a Israel na Guerra do Yom Kippur (Dia do Perdão) contra Egito e Síria. Os preços sofreram forte majoração, da ordem de 400% em três meses, alçando o barril de US\$ 2,90 para US\$ 11,65. Em 1970, o álcool como combustível teve sua maior alta em razão da crise do petróleo mundial e da criação do Proálcool (LIMA, 2004).

A partir da década de 1970, o governo brasileiro estabeleceu uma reorganização no então tradicional modelo de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), sobretudo para a cana, e implementou o Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar (PLANALSUCAR), utilizando parte do capital procedente do fundo especial de exportação (PINAZZA, 1991). Esse programa foi o propulsor do desenvolvimento de uma ampla diversidade de cana-de-açúcar, próprias para cultivo no clima e solo brasileiro. Desde então essas variedades, que antes eram importadas, passaram a ser produzidas no Brasil.

Shimada (2013, p. 7-8) afirma que

[c]om o intuito da expansão da agroindústria canavieira, o Governo Militar implementou a criação de programas nacionais. Em 1969, o primeiro programa instituído através do ato nº11/69 de 27/05/1969 que formou o Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar– PLANALSUCAR. Em consequência da política governamental estabelecida para a modernização e ampliação da capacidade de produção das usinas e da implantação de destilarias de álcool surgiu o programa de Racionalização da Agroindústria Canavieira através do decreto lei nº1.186 de 27/08/197.

Segundo Leite da Silva (1983), dentre as oportunidades de criação do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA), com o objetivo de reestruturação do setor sucroalcooleiro, a modernização da agricultura canavieira ganha reforço por meio do PLANALSUCAR, um programa nacional com a finalidade de desenvolver variedades altamente produtivas para o setor por métodos para a ampliação de áreas com pouca produtividade e alto declive, até então consideradas inapropriadas para o cultivo.

Entretanto, a estabilidade agroindustrial da cana-de-açúcar viria mais tarde, influenciada não só pela crise, mas principalmente pelo forte apoio do governo brasileiro, em busca de uma alternativa frente ao uso da gasolina para movimentar a frota de carros nacionais. Com esse propósito, o governo cria, em 14 de novembro de 1975, pelo Decreto Presidencial 76.593, o Programa Nacional do Álcool (Proálcool), planejado pelo físico José Walter Batista Vidal e pelo engenheiro Urbano Ernesto Stumpf, com o propósito de reforçar a capacidade energética do país, tornando-o menos suscetível às variações do preço do petróleo.

De acordo com Bourne Jr. (2007), esse programa disponibilizou linhas de crédito para a construção de usinas de álcool e estabelece à Petrobrás a instalação de bombas de álcool em seus postos. Outra característica do programa foi subsidiar a indústria automobilística, condicionada à fabricação com motores adaptados ao novo combustível.

O Proálcool tinha como meta a expansão do setor sucroalcooleiro por meio da construção de novas usinas de álcool subsidiadas pelo governo, com baixas taxas de juros, o que facultou um expressivo aumento na produção de etanol no período compreendido entre 1975 e 1979 (BASTOS, 2007).

Lopes (1996) afirma que as principais metas do Proálcool se concentravam em mais versatilidade na produção de açúcar, tendo como objetivo reprimir as disparidades regionais e individuais de renda, o crescimento da renda interna, a ampliação da produção de bens de capital, novas oportunidades de emprego e cuidados ambientais.

Para Paulillo et al. (2007), a magnitude do programa alcança objetivos sociais, como: desigualdades regionais, promoção do desenvolvimento regional, expansão do setor de bens de capital e economia de divisas a partir da fabricação de carros movidos a álcool.

Entretanto, de acordo com Scandiffio (2005), o programa não foi criado apenas em função da primeira crise do petróleo, que ocorreu em 1973, mas também impulsionado pela forte crise nas exportações do açúcar nacional, ocorrida ao fim de 1974. Assim, os motivos foram as dificuldades financeiras, ocasionadas pelas importações de petróleo, e as variações de preço do açúcar no mercado externo, com base nas estratégias do governo em busca de autonomia energética.

Durante sua vigência, o Proálcool apresenta duas fases importantes para o cenário nacional. Em um primeiro momento, a expansão de novos projetos e destilarias tanto para a modernização quanto para a implantação de novas unidades. No decorrer dessa fase, a meta era obter mais produtividade em destilarias que se encontravam agregadas às usinas de açúcar

ativas no Brasil. A partir disso, entre 1975/1976 e 1978/1999 foi possível ampliar a produção de etanol combustível no país (ÚNICA, 2012).

Segundo Viana (2002), é possível considerar duas fases importantes do Proálcool, inicialmente de 1975 a 1979, com destaque para o subsídio à produção de álcool anidro nas destilarias vinculadas às usinas, que até então tinham como foco a produção de açúcar; posteriormente, de 1979 a 1984, o foco era subsidiar a produção do álcool hidratado em destilarias autônomas:

Assim, o ano de 1975 a 1985 foi o período da expansão do PROÁLCOOL, sendo intensificados os investimentos na agroindústria canavieira através dos investimentos governamentais, via regulamentação do mercado. Desse modo, o mercado mundial favoreceu a produção crescente do álcool da cana. Todo o aporte tecnológico desenvolvido pelo país na produção de álcool se deve ao PROÁLCOOL, este foi instituído a partir do PNA – Programa Nacional do Álcool.

No entanto, a fase subsequente foi fortemente marcada pela reformulação do Proálcool devido a um expressivo aumento do álcool hidratado em relação ao anidro. O governo adotou políticas de preços relativos entre o álcool hidratado combustível e a gasolina nos postos de revenda, de forma a estimular o uso do combustível (VEIGA FILHO; RAMOS, 2006).

Cabe dizer que, com base nas resoluções do IAA, é importante considerar três classificações para o álcool: o álcool refinado industrial, utilizado na indústria química; o álcool anidro, destinado para ser adicionado à gasolina; e, por fim, o álcool combustível, usado no setor automobilístico (SOUZA, 2006).

Nesse sentido, Macedo (2005) aponta que as principais características intrínsecas do etanol combustível são: Álcool Etílico Hidratado Combustível (AEHC), cuja concentração ultrapassa 96% de etanol, sendo o restante água, podendo ser utilizado apenas como combustível em motores a álcool; e Álcool Etílico Anidro Combustível (AEAC), utilizado como aditivo, em cuja composição elimina-se quase toda a água restante, atingindo 99,5% de etanol, utilizado em motores à gasolina em proporção de até 25% em volume.

Além do álcool hidratado e anidro, também houve o aumento da produção de açúcar, vinhoto, melaço e bagaço como ingrediente na alimentação animal; os resíduos de colheita (vinhaça) são adubo de excelente qualidade, utilizado no próprio cultivo da cana, reduzindo custos para os empresários do setor, além das indústrias farmacêutica, química, de bebidas e de limpeza, que também se valem de matérias-primas oriundas da cultura.

O carro movido a álcool surge, no Brasil, em 1979, produto de um pacote de inovações que até o fim dos anos 1980 produzia mais de dezoito bilhões de litros de etanol combustível. O progresso técnico utilizado na produção alcançou o cenário nacional, levando a um aumento de 85% da frota de veículos de passeio movidos à álcool nos anos 1980 (MEIRELLES, 2007).

Todavia, nesse mesmo ano ocorre um novo choque do petróleo, a Revolução Islâmica, conduzida pelo líder Aiatolá Khomeini, que leva à paralisação da produção, venda e distribuição do petróleo do Irã, então segundo maior produtor mundial. Isso provoca a segunda crise do petróleo, marcada por um forte movimento de alta das taxas de juros internacionais. O preço médio do barril explode, chegando a US\$ 40, e essa crise é apenas parcialmente atenuada pelo Proálcool, tecnologia genuinamente brasileira.

O valor do barril do petróleo conserva-se elevado até 1986, quando se regula, colocando em cheque a eficiência do Proálcool. Com a bonança no mercado internacional do petróleo, o combustível vegetal deixa de ser atrativo, tanto para o consumidor quanto para o produtor (PEREIRA et al., 2003). Além disso, a alta da cotação do açúcar no mercado internacional fez com que os usineiros deixassem de lado a produção de álcool, então menos rentável. Com a baixa nos estoques, o motorista passa a ter dificuldades para o abastecimento, o que levou as montadoras, no final dos anos 1980, a descontinuar a produção de carros novos movidos a etanol, praticamente dizimando o programa:

O Proálcool apresentou, entre 1986 a 1995, um panorama de desaceleração e depois de crise. Houve redução da participação dos investimentos públicos no Programa (as inversões do capital público passaram de 75% para 56%, atingindo 39%, entre as 1ª, 2ª e 3ª fases do Programa; ao revés, houve aumento percentual de inversões do capital privado – de 25% passou para 44%, atingindo 61%). O "gargalo", oriundo da crise do petróleo, e que foi fundamental para a criação e posterior expansão do Proálcool, desapareceu. Portanto, saiu de cena um dos fortes argumentos para manter o corporativismo em torno desse programa. (SHIKIDA; AZEVEDO; VIAN, 2011, p. 602).

O ano de 1985 marcou o declínio da fase de expansão do Proálcool, provocado pela falta de gestão, levando a um desequilíbrio entre oferta do combustível e produção dos carros. A demanda pelo álcool crescia, no entanto, a produção caía vertiginosamente. Assim, os preços internos do combustível têm uma expressiva redução em função da alta do barril de petróleo (SANTOS, 1993).

Nesse cenário, o programa chegou ao fim principalmente pela crise do setor sucroalcooleiro, gerada pela falta de credibilidade. Em 1987, já não havia mais financiamentos públicos para o programa e o açúcar passou a ter mais representatividade no mercado. Consequentemente, houve um aumento dos preços, desestimulando a renovação dos canaviais para a produção do etanol e levando os produtores a considerarem a produção do açúcar com foco no mercado externo. O mercado ficou desabastecido no final de 1989 e a crise se instalou, criando filas enormes em postos de todo o Brasil (RODRIGUES, 2006).

Dessa forma, nesse mesmo período ocorreu um suscetível decréscimo nos investimentos e baixo retorno para os produtores de álcool, levando a uma queda na produção interna. Contudo, a alta demanda pelo produto foi fortemente influenciada pela continuidade dos preços atrativos e pelos baixos impostos nos veículos movidos à álcool. A falta de incentivos ao setor sucroalcooleiro e o aquecimento do mercado de veículos gera uma crise de abastecimento na entressafra que ocorre de 1989 a 1990.

O retorno consolidado do combustível vegetal ocorre nos anos 1990, quando o Brasil importa a tecnologia do carro bicomcombustível *flex fuel*, desenvolvida com pioneirismo nos Estados Unidos da América (EUA) como demanda ambiental e aperfeiçoada pela indústria brasileira, que se tornou referência no segmento. Porém, foi em 2003, com tecnologia própria, que os carros *flex fuel* chegam com uma nova dinâmica ao consumo do etanol, sendo projetados para serem abastecidos tanto com gasolina quanto com etanol ou até mesmo com os dois concomitantemente:

Do ano de 2001 até 2004 houve uma queda do preço da tonelada da cana em R\$10,93, sendo que dos R\$ 40,34 do ano de 2001 o preço caiu para R\$ 29,41. A partir de 2005, nota-se que o aumento na oferta do produto não gerou significativa redução no preço do mesmo. Isso está atrelado a um maior consumo de álcool combustível, grande parte significativa pelo aumento de veículos *flex-fuel* (automóvel com tecnologia que permite o uso simultâneo de gasolina e álcool). (ALVARENGA e QUEIROZ, 2008, p. 8).

Essa nova tecnologia dominou o mercado e o usuário passa a preferir o álcool em detrimento da gasolina ao abastecer o veículo. Assim, para aquecer o mercado interno era necessária a produção de carros movidos tanto à álcool quanto à gasolina (NEVES; CONEJERO, 2007). A indústria sucroalcooleira evoluiu, mas, apesar disso, acontece a extinção do Proálcool, havendo mais incentivos para investimentos no setor privado e com menos intervenção do governo (MUSSATTO et al., 2010).

A expansão da cana-de-açúcar vem se dando substancialmente em terras brasileiras e grande parte da produção é direcionada para o etanol. Nos últimos anos, o setor canavieiro vem impetrando resultados significativos, motivado pelas condições propícias para sua expansão, principalmente por ações de investimentos em pesquisas, sejam do setor público ou da iniciativa privada. Nessa perspectiva, vale ressaltar que o setor teve uma ascensão fortemente influenciada por investimentos em P&D e pelo favorecimento dos cenários em função do crescimento do mercado interno, uma demanda externa em constante crescimento e, principalmente, pela restrição dos estoques mundiais, proporcionando preços atrativos para os produtores (ÚNICA, 2012).

Os fatores preponderantes para o aumento da produção de cana-de-açúcar estão associados ao intenso movimento de expansão da agroindústria canavieira em direção às novas regiões de fronteiras agrícolas, bem como à dinâmica expansiva da instalação do parque industrial. Entretanto, o setor viveu, por um longo período, com o apoio de políticas públicas de expansão e consolidação da atividade, fortalecendo a produção e alicerçando regiões, como foi o caso do sudeste e nordeste.

Apesar dos obstáculos desde a criação do Proálcool, o setor sucroalcooleiro tem suplantado todas as dificuldades e incrementado sua produção, a produção de álcool brasileira foi crescente na década de 1990, a safra 1991/1992 produziu 12,721 bilhões de litros. Entretanto, nos anos seguintes ocorreu uma queda para 11,291 bilhões na safra 1993/1994, retomando o crescimento em 1994/1995, com uma produção de 12,765 bilhões e chegando a 15,421 bilhões de litros em 1997/1998 (MORAES; SHIKIDA; SICSÚ, 2002).

Contudo, essa evolução não se limita apenas à década de 1990, uma vez que, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), com o lançamento dos carros *flex fuel*, em 2003, a produção de etanol de 2005 a 2013 aumenta (CONAB, 2013). Em função dessa tecnologia, que impulsionou o mercado automobilístico, a demanda por álcool hidratado aumenta substancialmente em comparação ao álcool anidro (CONAB, 2013) e, dessa forma, foi necessário também o aumento da produção de álcool hidratado.

Apesar da evolução na produção de álcool, é indiscutível a sazonalidade de alguns períodos e, por isso, cabe destacar que a produção foi profundamente comprometida com a crise de 2008. Salvador e Nakagawa (2008) afirmam que essa crise impactou os mercados internacionais, causando uma série de reduções de empréstimos e gerando preocupação no cenário agrícola brasileiro. Outro momento importante ocorreu pelo excesso de chuvas na

safras 2009-2010 e seca em 2010-2011, o que fragilizou o setor nos últimos anos; na safra 2010, a estiagem prejudicou o desenvolvimento dos canaviais e a planta se desenvolveu tardiamente, tendo o mesmo ocorrido em 2012, nos meses de fevereiro e março, repetindo os efeitos do período anterior e atingindo a mesma região antes castigada, causando o endividamento dos produtores e por fim, mas não menos relevante, houve a mudança climática, com chuvas de maio a junho do ano seguinte. Entretanto, essa realidade agrícola se altera quando as regiões produtoras se modificam, o que ocorreu com o avanço da fronteira agrícola de cana-de-açúcar para o Cerrado, facultando a redução dessa atividade na região de São Paulo, até então a que possuía a maior produção no país. Aliado a isso, essa realidade se modifica também embalada pela irrigação, que cresce vertiginosamente em todo o país (CONAB, 2013).

Dentre a evolução do cultivo da cana-de-açúcar, Silva (2009) afirma que uma característica marcante da expansão canavieira é o avanço em áreas que até então eram ocupadas por outras culturas e também pelo retorno de áreas que anteriormente eram cultivadas com cana-de-açúcar – mas, posteriormente, por outras culturas – e que agora retomam a atividade canavieira. Dessa forma, o cultivo da cana-de-açúcar tem avançado para duas regiões brasileiras com grande potencial produtivo: as regiões Norte e Nordeste, que, apesar de apresentarem um avanço moderado, porém constante, tem sido um importante produtor nos períodos de agosto a março; e a região Centro-Sul, com produção de maio a dezembro. Desse modo, ressalta-se a grande produtividade, sendo esta última a que abastece todo o país por um maior período (CONAB, 2013).

De acordo com estudos feitos pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), em parceria com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e com o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), a produção de cana-de-açúcar tem avançado para regiões do Centro-Sul e Nordeste brasileiro (ÚNICA, 2012). O cultivo de cana-de-açúcar nessas regiões remete às condições apropriadas que favorecem a produção, como os baixos valores na oferta de terras produtivas, o clima favorável, solo e relevo apropriados, o que possibilita retornos econômicos de escala (IBGE, 2012).

Além desses fatores, Castro et al. (2010) afirmam que, por meio de subsídios do Estado e por amplos incentivos de várias instituições de promoção à expansão do setor sucroalcooleiro, a agroindústria da cana-de-açúcar avança as fronteiras, concentrando-se em São Paulo, que se tornou líder nacional do setor.

Nessa liderança do setor sucroalcooleiro, São Paulo se fortalece por meio de incentivos no CTC, inicialmente com ênfase na pesquisa agrícola e, atualmente, em diversos elos da cadeia da cana-de-açúcar, álcool, açúcar e bioenergia. Também foi criada a União da Agroindústria Canavieira de São Paulo (ÚNICA), como representante dos produtores de cana, açúcar e álcool no estado de São Paulo (ÚNICA, 2010).

Enquanto, em 1990, o estado de São Paulo contava com aproximadamente 41% da área total de cana plantada no Brasil, em 2008 houve um incremento na produção e essa região passa a produzir 51% da área total brasileira. Embora esse crescimento tenha representado bons resultados, outras regiões também aumentaram a produção de cana-de-açúcar nesse período, principalmente os estados de Paraná e Minas Gerais, alcançando a região Centro-Oeste, que integra áreas em Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. Assim, os estados da região Centro-Sul produziram, nesse período, mais de sete milhões de hectares de cana-de-açúcar, o que corresponde a pouco mais de 80% de toda a área com essa cultura no país (BNDES; CGEE, 2008).

Já no período de 2006 a 2010, a área plantada de cana passa, em São Paulo, para 66%, fortalecendo a região (SOUSA, 2010). Myers, Mittermeier e Mittermeier (2000) afirmam que nessa região o cultivo da cana-de-açúcar está estabilizado, todavia, existe uma tendência à expansão dessa cultura no sentido da região Centro-Oeste, possivelmente impulsionada pelo uso das atuais e novas instalações de usinas de álcool que tem ocorrido desde 2005 (CASTRO et al., 2007).

A Tabela 1 evidencia que existe um desenvolvimento na produção e um notável crescimento do setor sucroalcooleiro, principalmente na região Centro-Sul, com um incremento de 55,14% da área plantada, boa parte dela avançando para o Centro-Oeste (CONAB, 2013). Ainda assim, é importante ressaltar que na última safra a região do estado de Goiás se destacou por uma ampliação na área cultivada com cana e por não sobrevir restrições de água para a cultura, correspondendo a um acréscimo de 7,08% em comparação ao período anterior. Entretanto, o estado de Mato Grosso ampliou sua área em 7,27% e o estado de Mato Grosso do Sul, em relação ao período anterior, aumentou sua área em 12,89%, caracterizando-se como o estado com maior expansão da área produzida com cana-de-açúcar do Centro-Oeste (CONAB, 2013).

TABELA 1 – Cana-de-açúcar Brasil – Expansão da área plantada por Região.

Série Histórica de Área Plantada Safras 2005/06 a 2013/14 Em mil hectares								
REGIÃO/UF	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13
NORTE	19	20	21	16	17	20	35	42
RR	-	-	-	-	-	-	-	-
RO	-	-	-	2	2	3	3	3
AC	-	-	-	-	-	0	1	1
AM	4	5	4	4	4	4	4	4
AP	-	-	-	-	-	-	-	-
PA	10	11	11	10	11	10	13	11
TO	4	5	6	1	1	3	15	24
NORDESTE	1.077	1.124	1.037	1.053	1.083	1.113	1.115	1.083
MA	32	40	39	39	39	42	40	42
PI	10	13	13	13	14	13	14	15
CE	35	29	2	2	2	3	1	1
RN	51	55	56	60	67	66	62	54
PB	106	113	113	113	116	112	123	122
PE	362	370	317	321	321	347	326	312
AL	402	403	427	432	448	451	464	446
SE	25	31	35	36	38	37	43	43
BA	55	71	37	37	37	43	43	49
CENTRO-OESTE	547	605	901	901	940	1.203	1.379	1.504
MT	205	210	223	223	203	207	220	236
MS	139	160	276	276	265	396	481	543
GO	203	235	402	402	472	599	678	726
DF	-	-	-	-	-	-	-	-
SUDESTE	3.737	3.928	4.540	4.562	4.833	5.137	5.221	5.429
MG	357	420	601	565	589	660	743	722
ES	64	68	65	65	68	69	67	62
RJ	169	152	50	50	46	51	41	40
SP	3.147	3.288	3.824	3.882	4.130	4.357	4.370	4.420
SUL	460	487	511	527	537	584	613	612
PR	411	436	509	525	536	582	611	611
SC	17	17	-	-	-	-	-	-
RS	32	34	2	2	1	2	2	2
NORTE/ NORDESTE	1.096	1.143	1.058	1.069	1.100	1.133	1.149	1.125
CENTRO-SUL	4.744	5.020	5.952	5.989	6.310	6.923	7.214	7.360
BRASIL	5.840	6.163	7.010	7.058	7.410	8.056	8.363	8.485

Fonte: CONAB (2013).

Ainda nessa análise, o estado de Minas Gerais, apesar das expectativas com base nas safras anteriores, apresentou a redução da área plantada em 2,83%. Contudo, no tocante às regiões do Triângulo Mineiro, o setor teria recebido fortes incentivos públicos e privados nas

safras anteriores, o que proporcionou a ampliação da produção e melhoria nas unidades produtoras (CARVALHO, 2009).

Quanto à região Nordeste, Alagoas e Pernambuco foram os estados com maior produtividade da região. No entanto, enchentes ocorridas em junho de 2012 reduziram a produção, provocando prejuízos para o setor (CONAB, 2013). Ademais, é importante ressaltar que, apesar desses estados apresentarem uma redução na área plantada, o estado da Bahia evidencia um avanço de 13,95% de área plantada em relação à safra 2011/2012, o que reforça o surgimento de uma nova fronteira agrícola no país que avança não só para a Bahia, mas também para os estados de Maranhão, com 12%, Tocantins, com um incremento de 60%, Piauí, com 7,14% de aumento na área utilizada para o cultivo da cana-de-açúcar se comparado à safra anterior, região conhecida por “MAPITOBA”⁸ (MAPA, 2012). Essa nova fronteira se justifica pelas condições apropriadas no bioma cerrado, além do progresso técnico em conjunto com a vasta extensão de terras com custo baixo, facilitando que os produtores – em grande parte de outras regiões – aloquem suas atividades agrícolas em larga escala.

É interessante perceber que na década de 1990 estudos já apontavam para uma potencialidade da região, tratada por Haesbaert (1996, p. 382) de “Novo Nordeste”:

Esse ativo processo de (des)(re)territorialização em curso nos cerrados baianos estende-se praticamente por todos os cerrados da região Nordeste (sul do Piauí, área de Balsas, no sul do Maranhão, alto da Chapada Diamantina) e é capitaneado por empresários sulistas que, no seu lastro, acabam atraindo também capitalistas do Sudeste e da própria região Nordeste.

Muitos fatores influenciam a expansão da cana-de-açúcar no Brasil e essas variáveis têm sido exploradas pelo setor sucroalcooleiro em busca de oportunidades de avanço da área produzida. As expectativas são de que, nesse cenário, ocorrerá progressivamente um aumento na produção de cana-de-açúcar em todos os estados, principalmente em Goiás, que, nos próximos anos, será o estado com grandes avanços na área plantada. Do mesmo modo, São Paulo deverá aumentar sua área plantada para atender à demanda da produção; Mato Grosso será, proporcionalmente, o estado com maior aumento da produção e da área plantada não só para cana-de-açúcar, mas também para as demais culturas (MAPA, 2012).

⁸ De acordo com Sparovek et al. (2010), essa região ainda conta com a maior conversão de vegetação natural e talvez seja a última fronteira de expansão de lavouras no Brasil. Projeções do MAPA apontam que até a safra 2021/2022 essa região deverá atingir cerca de 7,7 milhões de hectares.

1.2 OS IMPACTOS DA CANA-DE-AÇÚCAR

Os debates e as reflexões que dominam a cena política, tecnológica e científica em todo o mundo a respeito dos modelos alternativos de desenvolvimento capazes de enfrentar os desafios e os problemas econômicos, sociais e ambientais estão levando à formação de uma concepção de desenvolvimento tratada como desenvolvimento sustentável. Apesar de toda a complexidade e com um amplo significado, quase todos os sistemas naturais ou com alguma atividade humana têm utilizado a abordagem da sustentabilidade (CORTEZ, 2010), que pode ser entendida apoiando-se em quatro pilares: economicamente viável, socialmente justa, ecologicamente correta e culturalmente aceita. Na questão ambiental, implica em conservar ou manter, o que condiciona o uso eficiente dos recursos naturais.

A partir dessas premissas, o crescimento econômico somente pode ser feito na visão de “desenvolvimento sustentável”, ou seja, para manter a disponibilidade de um determinado recurso, usado por essa geração e pelas futuras (MOURA, 2002).

No entanto, com o desenvolvimento e a grande complexidade das sociedades, revela-se o aumento do fluxo de energia e a difícil exploração das fontes energéticas, levando a discussões recentes sobre a sustentabilidade dos biocombustíveis e sua viabilidade na substituição dos combustíveis fósseis. Em vista disso, a concepção de desenvolvimento sustentável para o setor de energia deve ser pensada no sentido de utilizar fontes renováveis para a produção de combustíveis, com a promoção de novas tecnologias para mitigar a poluição ambiental ocasionada pelos combustíveis fósseis (MACEDO, 2005).

Sob a perspectiva do setor, Rosseto (2008) acredita que não só as questões ambientais, mas também as questões econômicas e sociais estão interligadas às questões agrícolas. A cana-de-açúcar está no centro das discussões ambientais, e mesmo com todas as vantagens ao meio ambiente que o etanol pode vir a proporcionar em comparação à gasolina essa atividade tem sido questionada por vários setores da sociedade.

Do meio ambiente fazem parte os aspectos econômicos, sociais, políticos e ecológicos, que atuam simultaneamente e integram as condições de vida que estabelecem equilíbrio entre os seres:

O meio ambiente oferece aos seres vivos as condições essenciais para a sua sobrevivência e evolução. A sociedade humana não se sustenta sem água potável, ar puro, solo fértil e sem um clima ameno. Não há economia sem um ambiente estável. Muitas pessoas, no entanto, ainda não compreenderam isso. Ao desenvolver suas

atividades socioeconômicas, destroem de forma irracional as bases da sua própria sustentação. Não percebem que dependem de uma base ecológica para a sua vida e a de seus descendentes. Vivem como se fossem a última geração sobre a Terra. (BALABAN, 2007, p. 15).

Por vários anos, o mundo tem debatido o melhor direcionamento para lidar com as consequências geradas pelo impacto humano (antrópicos) que tem afetado drasticamente o planeta Terra. Nessas buscas incessantes, o anseio por fontes de energias alternativas vêm se intensificando nos últimos tempos, especialmente após os vários resultados de pesquisas que sinalizam não só as mudanças climáticas, mas principalmente o esgotamento do atual modelo energético. Diante disso, a modernidade tem possibilitado ao homem o conhecimento de técnicas favoráveis ao desenvolvimento. Essa habilidade, entretanto, ainda não consegue solucionar as pressões que a produção agrícola tem proporcionado ao meio ambiente (DA SILVA, 2013).

O *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) demonstrou, no quarto relatório de avaliação, as expectativas referentes às variações do clima e ao aumento da temperatura. O relatório tem apresentado uma alteração em torno de 1,8 -3,6°C e uma grande variação de CO², podendo aumentar para 720 ppm nos anos entre 2090 a 2099, isso considerando as emissões de gases de efeito estufa que serão emitidos durante os anos (TRENBERTH et al., 2007). Na visão de Alexandrov & Hoogenboom (2000), esse cenário, no qual se evidenciam as mudanças climáticas, indica que poderão ocorrer inundações e secas em muitas regiões, devido às alterações da umidade do solo, às variações do vento e às altas temperaturas. Isso ocorre principalmente na região Centro-Oeste do Brasil, onde a fragilidade é maior considerando a expansão da cultura da cana para essa região e a atividade de ciclos longos mais suscetíveis às intempéries do clima (BOMBARDI; CARVALHO, 2008).

Ainda assim, o etanol de cana-de-açúcar tem se tornado uma conquista real como fonte de energia renovável, bastante difundida no Brasil e em outros países. Nesse caso, atender a grande demanda alimentícia, a busca por água potável, energia renovável e tantos outros recursos que viabilizem a qualidade de vida da sociedade torna ainda mais inevitável o maior desafio de todos os tempos (PIMENTEL; PATZEK, 2005).

O biocombustível produzido da cana-de-açúcar tem se tornado referência ao mencionar as fontes energéticas, uma vez que, a partir das novas tecnologias, o etanol tem demonstrado ser uma opção viável para a substituição dos combustíveis fósseis. Além disso, o potencial mercadológico do setor sucroalcooleiro no Brasil faz da cana-de-açúcar uma

importante matéria-prima, fonte de biomassa energética, um produto agrícola de destaque para o cenário nacional. Oportunamente, a grande demanda por etanol estabelece que a cana-de-açúcar é uma cultura importante, assim, cabe a todo o setor reduzir minimamente o impacto causado pelo seu processo produtivo.

Da Silva (2013) fez uma afirmação relevante ao considerar que a produção da cana-de-açúcar pode ser uma ameaça tanto pela prática da monocultura, quanto pelos danos ambientais. A monocultura é o plantio extensivo de um único vegetal, conhecida como uma atividade com grandes desvantagens devido à grande insustentabilidade. Mesmo assim, o setor sucroalcooleiro no Brasil, desde a década de 1970, vem refletindo os conflitos ocorridos pela expansão do setor, não só pela busca constante e pelas preocupações com o desenvolvimento de tecnologias que possam promover alternativas para o combustível fóssil, mas com uma concepção de que as novas fontes energéticas devem ser menos poluentes.

Com toda a experiência e tradição no cultivo da cana que remonta desse período, o Brasil tem, no setor, a garantia de energia limpa e renovável. No entanto, as práticas no manejo da monocultura não vêm apresentando ações mitigadoras dos impactos ambientais. A história descreve que, na década de 1980, a agricultura não estava diretamente incorporada às questões ambientais, entretanto, com o estímulo do Proálcool, as mudanças na agricultura, principalmente com o avanço da monocultura, como a cana-de-açúcar e a exploração dos recursos, vieram acompanhadas de sérias consequências (SZMRECSÁNYI, 1994).

Em meio aos problemas apontados, os biocombustíveis, especialmente considerando o etanol da cana-de-açúcar, se tornam um produto questionável, uma vez que existem vantagens e desvantagens na produção e utilização desse produto, principalmente no plantio da cana-de-açúcar. Com tal característica, todos os agentes sociais estão diretamente envolvidos, promovendo debates que contribuem para a elaboração e implementação de políticas públicas (ODERICH; FILIPPI, 2013).

Em 2010, sobretudo, o Brasil se destacava mundialmente como o mais importante produtor de cana-de-açúcar, embora o preço desse crescimento tenha submetido tanto o setor quanto as instituições de pesquisa a constantes cobranças por seu posicionamento ambiental (MACHADO et al., 2010).

Isto posto, Flickinger (1994, p. 204) afirma que:

A discussão em torno de problemas ambientais, hoje, está visivelmente dominada pelas ciências naturais e tecnológicas com sua metodologia objetivadora esperando a

sociedade soluções, antes de tudo, que venham dessas áreas. Fala-se, neste contexto, por exemplo, na redução dos níveis de contaminação da água, do ar, e do solo: em limites da tolerância do ambiente físico e orgânico; ou em normas de saúde a serem preservadas através de um gerenciamento e uma legislação ambientais severos. Tais investigações, combinada com a euforia quanto ao crescimento sensível de investimentos na tecnologia ambiental desponta, impõem as normas cientificamente legítimas, insinuando ao próprio cidadão a ideia de poder descarregar sua responsabilidade quanto ao meio ambiente nas mãos dos cientistas, administradores e engenheiros ambientais.

Por outro lado, tanto no Brasil como em outros países se manifestam as discussões que envolvem a produção de cana-de-açúcar e a sustentabilidade ambiental, principalmente no que refere à expansão de áreas para cultivo, inovação nas práticas agrícolas e utilização de novos insumos. Contudo, essa dimensão ambiental é mais ampla, pois não diz respeito apenas ao uso final do combustível, mas, basicamente, aos impactos em toda a cadeia produtiva (CORTEZ, 2010).

Apesar disso, a expansão do setor sucroalcooleiro é irrevogável, mas é necessário considerar tanto os impactos positivos, como a redução de gases do efeito estufa, menor dependência do petróleo e, ainda, a possibilidade de aumento da renda dos pequenos produtores, quanto se atentar também para os possíveis impactos negativos que a cana-de-açúcar pode trazer, como ambientais, agrícolas, agrários e socioeconômico (RIBEIRO, 2008). Importante perceber que o cultivo da cana-de-açúcar e os possíveis impactos dessa cultura na biodiversidade permitem considerar que, mesmo sendo uma possível alternativa energética mais sustentável, os cientistas têm levantado dúvidas sobre a efetiva contribuição dos agrocombustíveis para mitigar os efeitos ocasionados ao meio ambiente.

Diante do exposto, Araújo (2010) explica que não é a expansão da fronteira agrícola a principal ameaça, e sim áreas que se expandem com o cultivo da monocultura e a utilização de agrotóxicos, deixando o modelo tradicional de cultivo. Embora a área destinada ao cultivo das atividades do setor sucroalcooleiro tenha se ampliado nos últimos anos, é esperado que a monocultura da cana-de-açúcar recorra, para manter em alta sua produtividade, à intensa quantidade de produtos químicos agrícolas, como fertilizantes, herbicidas e outros, e, ainda, à utilização cada vez mais acentuada de máquinas e implementos agrícolas, gerando preocupação com todos os efeitos ocasionados pela atividade (CONAB, 2013). Assim, os impactos causados ao meio ambiente são percebidos em todas as etapas, desde a cultura da cana-de-açúcar e industrialização até o consumo final, e seus efeitos são visíveis na qualidade do ar, no clima global, no uso do solo e conservação, na biodiversidade, nos recursos hídric

os e defensivos, o que reflete de forma positiva ou negativa (MACEDO, 2005).

Em meio a esse cenário, Rodrigues (2004) descreve que os impactos das atividades agropecuárias ocorrem principalmente pelo desmatamento frente à expansão da fronteira agrícola e às queimadas, prática muito utilizada por agricultores devido ao baixo custo, incidindo em poluição agrícola, degradação do solo, erosões e contaminação da água.

Nas considerações de Langowski (2007) e Piacente (2005), os impactos negativos ambientais mais relevantes, oriundos do cultivo da cana-de-açúcar, são: impactos na biodiversidade, devido à redução promovida pelo desmatamento; águas superficiais e solo contaminados pelo uso desmedido de herbicidas e corretivos; solo compactado pelo fluxo intenso de máquinas pesadas; assoreamento e erosão; liberação de gases e fuligens durante a queima e a colheita da cana-de-açúcar; odor na industrialização, que ocorre na fase de fermentação e destilação do caldo da cana; geração da vinhaça e da torta de filtro; e, por fim, uso abundante de água na produção:

Os impactos no meio ambiente considerados na produção agrícola em geral devem ser vistos em relação à cultura da cana, assim como os relacionados com a produção industrial e uso final. Eles incluem a poluição do ar, localmente, na queimada da cana e no uso do etanol combustível; as emissões de gases de efeito estufa, em todo o ciclo de vida; os impactos do uso de novas áreas, inclusive na biodiversidade, os impactos na conservação do solo, erosão, no uso de recursos hídricos e na qualidade da água e no uso de defensivos e fertilizantes. (MACEDO, 2005, p. 75).

Há de se observar, entretanto, que o setor sucroalcooleiro, em fase de reorganização e adequação aos novos padrões de produção e comercialização, enfrenta o desafio de crescer de modo competitivo e sustentável, a fim de atender à demanda interna e, principalmente, externa, ao fornecimento de seus produtos, em especial do álcool, com sustentabilidade e preços baixos. Dessa forma, para atender as novas demandas de um setor mais equilibrado ambiental e economicamente é necessária a prática de uma produção coerente com o desenvolvimento sustentável. Desse modo, para alcançar um desenvolvimento sustentável no setor canavieiro ou em outros setores agrícolas torna-se indispensável que as atividades e os sistemas de produção rural tenham sustentabilidade econômica, social e ambiental. A perspectiva de desenvolvimento sustentável na agricultura implica a ocorrência de significativas mudanças produtivas, tecnológicas e estruturais que, em parte, dependerão da

dinâmica empresarial dos atores econômicos e sociais dos setores agrícolas, conduzindo a um efetivo enquadramento político-institucional.

De acordo com o *International Finance Corporation* (IFC) e com o *Biodiversity and Agricultural Commodities Program* (BACP), o cultivo da cana-de-açúcar deve ser investigado devido à forte pressão sobre a biodiversidade. Essas extensas lavouras de cana-de-açúcar, na visão dos ambientalistas, são consideradas como “deserto verde”, ecossistemas incapazes de manter uma comunidade ou qualquer forma de vida. Ademais, tampouco são “florestas”, uma vez que não contêm biodiversidade em seu interior:

As consequências ecológicas de plantio excessivo da cana-de-açúcar são chamadas de “deserto verde” pelos grupos ambientalistas e os fenômenos são conhecidos desde os anos 1990. A enorme expansão de monoculturas sufoca toda e qualquer biodiversidade. O uso de agrotóxicos pulverizados por aviões apresenta ainda um grande problema de saúde, assim como a queimada controlada de parte das áreas. Em 80% das áreas de plantio, ainda é adotado esse procedimento, provocando, muito frequentemente, doenças nas vias respiratórias e enormes emissões de CO₂, além de espalhar o “carvãozinho”, limpeza do qual é gasto enorme volume de água. (KOHLHEPP, 2010, p. 239).

Tantos são os riscos inerentes ao setor sucroalcooleiro, principalmente os possíveis impactos causados ao meio ambiente. Entretanto, em todos os estágios do setor, desde o cultivo até a industrialização, ocorre algum descompasso.

Nessa perspectiva de estudo, ao delinear a dimensão ambiental do setor sucroalcooleiro é importante a percepção com base em dois momentos. A parte agrícola, que apresenta características relacionadas ao processo de uso e ocupação do território e dos recursos naturais, especialmente água e solo, e a dinâmica da área em que a cultura da cana-de-açúcar é praticada. Em outro momento se reporta ao setor industrial e à transformação da matéria-prima na fabricação de açúcar e álcool, ambos responsáveis por várias externalidades negativas (ALVARENGA; QUEIROZ, 2008).

1.2.1 Principais impactos da cana-de-açúcar

A poluição do ar tem sido um grande problema ambiental desde quando o homem descobriu o fogo, sobretudo no Brasil, que tem praticado essa ação desde a colonização como técnica para desbravar campos e florestas para o início do plantio da cana-de-açúcar (FREYRE, 2004). Com a expansão do setor, a queima da palha é bastante utilizada para

favorecer a colheita manual, método que tem provocado sérias consequências negativas (GONÇALVES; FERRAZ; SZMRECSÁNYI, 2008). Entretanto, o propósito da queima da cana-de-açúcar, na visão de Ribeiro (2008), é minimizar os resíduos e as palhas para que a colheita manual possa ser praticada com mais facilidade.

O crescimento vertiginoso do setor é responsável por um grande aumento nas queimadas de cana-de-açúcar e, logo, por vários danos ao meio ambiente. Por um lado, os impactos ambientais da agroindústria canavieira têm sido, ao longo dos anos, uma discussão difícil e controversa, sobretudo ao se considerar que a utilização da queima da palha é um facilitador do processo (ANDRADE; DINIZ, 2007). Por exemplo, a queima da cana-de-açúcar reduz em mais de 80% a quantidade de palha na cana e diminui os custos do transporte, compensando as perdas em 20% na safra (ASSIS; LASCHEFSKI, 2006).

Embora sejam historicamente aceitas, tais práticas vêm sendo cada vez mais questionadas. No entanto, Ferreira (2006) acredita que as queimadas ocorrem como forma de redução de custos para o setor, uma vez que o rendimento da colheita, seja mecanizado ou braçal, é maior com a cana queimada:

[...] as queimadas provocam periodicamente a destruição e degradação de ecossistemas inteiros, tanto dentro como junto às lavouras canavieiras, além de dar origem a uma intensa poluição atmosférica, prejudicial à saúde, e que afeta não apenas as áreas rurais adjacentes, mas também os centros urbanos mais próximos. (SZMRECSÁNYI, 1994, p.73).

O fogo queimando o canavial é uma paisagem comum nas regiões de cultivo de cana-de-açúcar. Em episódios recentes, o arcabouço jurídico e suas leis têm pressionado o setor à mecanização da colheita na intenção de reduzir os impactos ambientais. Em vista disso, o cultivo da cana, nos últimos anos, especialmente a prática da queima como facilitador do corte manual, tem passado por profundas transformações para atender às exigências de órgãos ambientais (TEDESCO et al., 1999).

Frente a isso, uma decisão da 2ª Turma do Superior Tribunal de Justiça do Estado de São Paulo, após Ação Civil Pública, ajuizada pelo Ministério Público estadual, tendo em vista proteger o meio ambiente e a saúde dos trabalhadores do setor sucroalcooleiro, tornou proibida a queima da palha como prática que antecede o corte manual da cana-de-açúcar. Esse acordo foi subscrito em 2007, como parte de uma agenda de intenções do Protocolo Agroambiental, com o propósito de antecipar o fim das queimadas na colheita de cana no estado de São Paulo, previsto por lei estadual desde 2002. Nesse período, “foi aprovada a Lei

Estadual no 11.241, que estipulou um cronograma para a eliminação da queima nos canaviais a partir desse mesmo ano, com prazo final em 2021 para áreas mecanizáveis e em 2031 para áreas não mecanizáveis” (RONQUIM, 2010, p. 8).

A referida lei prevê uma redução progressiva (25% a cada cinco anos) na área de queimada; áreas com mais de 12% de declividade e propriedades com menos de 150 hectares estão isentas. Atualmente, apenas 30% da área de cultivo da cana em São Paulo ainda realiza tal prática, e aproximadamente 75% da colheita é feita por máquinas. Essa lei passou a complementar as leis anteriores, adequando prazos e metas para o fim da queima da cana-de-açúcar no estado. Entretanto, a redução será gradual, evitando o impacto decorrente dos níveis de emprego no setor (GONÇALVES; ALVES, 2003).

Diante desse cenário, a compreensão dos problemas relacionados à poluição do ar não é recente, remontando à Revolução Industrial (MOREIRA; TIRABASSI, 2004). À medida que a poluição atmosférica aponta como um dos dilemas ambientais mais discutidos e conflitantes dos tempos modernos, igualmente se manifesta como um dos problemas mais antigos. Em vista disso, uma das funções mais importantes da atmosfera é manter uma reserva de componentes imprescindíveis à vida, como: oxigênio, dióxido de carbono, nitrogênio e água, compostos dessa atmosfera que garantem a qualidade do ar (BRANCO, 2004):

Entende-se como poluição do ar a mudança em sua composição ou em suas propriedades, causada por emissões de poluentes, tornando-o impróprio, nocivo ou inconveniente à saúde, ao bem-estar público, à vida animal e vegetal e, até mesmo, a alguns materiais. (BRANCO, 2004, p. 23).

O autor ainda afirma que, no século XX, os pesquisadores acreditavam que a atmosfera era infinita, ou seja, o homem, até então, considerava a possibilidade de outros recursos se esgotarem, mas o ar seria ilimitado. Sem dúvida, em parte tal afirmação seria correta, posto que sempre haverá uma “mistura de gases”, porém, é preciso considerar as condições ideais para a sobrevivência de todos os seres vivos. Ocorre, sobretudo, que o ar pode conter substâncias estranhas poluidoras e em altas quantidades (BRANCO, 2004).

A qualidade do ar é percebida a partir da relação entre os principais meios de poluição e a atmosfera e, assim, aparecem como principais fontes poluidoras a indústria, o transporte, a agropecuária e, singularmente, a prática da queimada, isto é, a queima da cana, que antecede o corte, lança no ar material particulado (MP) e grandes concentrações de CO, monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO²), e outros. Ciente disso, Ricci, Alves e Novaes (1994)

acrescentam que a queima da cana-de-açúcar libera gás carbônico, ozônio, gases do nitrogênio e do enxofre, restando, ainda, a fuligem da palha queimada. Com a queima da palha da cana são emitidas, por ano, aproximadamente 46 mil toneladas de poluentes à base de nitrogênio lançadas na atmosfera, o que é extremamente nocivo, isso considerando só o estado de São Paulo (MACHADO; DRUMMOND; PAGLIA, 2008).

Nas regiões de cultivo com cana, normalmente as queimadas ocorrem em períodos de estiagem e ventos fortes, tendo por efeito imediato a produção e a liberação, para a atmosfera, de gases e partículas que resultam da combustão de biomassa. É justamente nessa fase que a qualidade do ar fica mais comprometida, pois as queimadas lançam no ar aproximadamente 95 tipos de partículas prejudiciais à saúde do homem (ARBEX et al., 2004). Nessas regiões, a população fica suscetível aos poluentes resultantes dessa queima e a rotina diária das pessoas sofre vários efeitos adversos à saúde (ZANCUL, 1998). Cabe destacar que os estudos de Lima et al. (1999) apresentam que a maior parte das emissões de gases originárias de resíduos agrícolas no Brasil é ocasionada pela queima da cana-de-açúcar, o que representa aproximadamente 98% das emissões.

Estudos apresentados por Arbex et al. (2000) e Cançado (2003) avaliaram os impactos na saúde da população que vive ao redor das áreas em que a queima da cana-de-açúcar prevalece. As pesquisas indicaram que, com a queima da cana, aumenta, nos hospitais, a quantidade de pessoas com problemas respiratórios. O material particulado fino, lançado no ar após a queima, é inalado, passando pelos alvéolos e entrando, em grandes concentrações, na corrente sanguínea, ou, ainda, ficando nos pulmões, resultando em doenças crônicas como o enfisema (MALILAY, 1998). Szmrecsányi (1994) afirma que a prática da queima tem acarretado alterações no meio ambiente não só nas lavouras de cana e áreas rurais, mas em todas as áreas de proximidade das lavouras.

Dois grandes problemas ambientais surgiram com a expansão dos canaviais: a) a degradação de ecossistemas e a poluição do ar causado pelas queimadas; b) a poluição de cursos d'água e lençóis freáticos devido à aplicação da vinhaça *in natu* (SZMRECSÁNYI, 1994).

A água é um componente vital para o desenvolvimento do vegetal; sua escassez ou excesso afeta os resultados esperados da planta e, nesse sentido, o manejo correto é fundamental para o aumento da produção agrícola. A redução da disponibilidade hídrica originada pela indução de processos erosivos e da captação superficial de água causa,

consequentemente, os assoreamentos, que são os principais impactos sobre o solo ocasionados pela produção agrícola da cana-de-açúcar em grande escala e pelas produções industriais de etanol em destilarias (LUCON, 2004).

[...] a atividade agropecuária aparece como grande responsável pela degradação intensa das águas. As águas de muitos cursos hídricos, antes consideradas inalteráveis, chegaram ao limite, em que não se recomporão de forma natural. Muitas fontes naturais de água acabaram devido ao mau uso e manejo incorreto dos mesmos. (DE DEUS; BAKONYI, 2012, p. 21-28).

Considerando o solo em áreas de cultivo de cana-de-açúcar, a erosão é a principal causa de degradação de terras agricultáveis. O intenso tráfego de máquinas no solo, nos métodos convencionais de preparo, compacta o solo, reduzindo a capacidade de infiltrar a água (PRUSKI et al., 1997). Ciente desse cenário, Macedo (2005) afirma que mais de 80% dos solos possuem grandes concentrações de alumínio, e, em menores concentrações, ferro e manganês, que, contudo, necessitam de controle de acidez.

É importante observar que, com a expansão da cana-de-açúcar, surgem os defensivos agrícolas no Brasil, utilizados desde a década de 1940, com os primeiros fungicidas e pesticidas. Essa problemática do uso de agrotóxicos, particularmente pela pulverização aérea, foi sinalizada como impacto extremamente negativo pelos danos causados à biodiversidade (TAVELLA, 2012). Nessa mesma época começaram a chegar os inseticidas sistêmicos e, na década de 1950, surgiram os antibióticos à base de sais de estreptomicina. Contudo, o uso intensivo se deu de 1954 a 1960, com o registro de mais de dois mil produtos no Ministério da Agricultura (ALVES FILHO, 2002).

Os impactos sociais, ambientais e econômicos decorrentes do uso de agrotóxicos na atividade agrícola são bastante conhecidos e o perfil das formas de disponibilidade, acesso e utilização desses insumos no processo produtivo repercute diretamente sobre os vários interesses presentes nessa rede. (ALVES FILHO, 2002, p. 17).

Ainda, segundo o autor, essas questões são tratadas no âmbito da Agenda 21 brasileira, nas discussões sobre a Agricultura Sustentável. Entretanto, foi a obra de Rachel Carson, escrita em 1962, que marcou essa preocupação, por ser considerada a primeira obra de cunho ambientalista a tratar sobre o uso indiscriminado do Dicloro-Difenil-Tricloroetano (DDT). Nesse livro, ela aponta os vários impactos causados por esse pesticida, principalmente a

redução de aves importantes para a cadeia alimentar e o comprometimento da saúde das pessoas (CARSON, 2010).

A cana-de-açúcar tem causado grandes danos à vegetação brasileira, e mesmo com poucos estudos científicos que apresentem estatisticamente a quantidade de animais que morrem por hectare durante o cultivo de cana em todas as etapas, Silva et al. (2008) apontam que um dos principais motivos que causam impactos na fauna e flora são as queimadas, matando muitas espécies, como cobras, lagartos, lobos e outros, e comprometendo as matas ciliares para a abertura de canaviais.

Não obstante, os grandes problemas apresentam-se durante a cultura da cana-de-açúcar, principalmente a perda da biodiversidade, em especial a destruição de habitats naturais de várias espécies da fauna e flora brasileiras, sendo um dos motivos o acentuado uso de pesticidas e fertilizantes (PINTO; PRADA, 2008).

Relacionado ao setor produtivo, uma das maiores preocupações é que o cultivo da cana-de-açúcar tem gerado grandes impactos aos recursos hídricos, não somente pelo uso excessivo de adubos, corretivos e fertilizantes, contaminando as águas de superfície do solo, como também pelo uso da vinhaça e de efluentes líquidos gerados nas usinas e utilizados nas técnicas de fertirrigação. Essa técnica, que se trata da aplicação de fertilizantes pela irrigação, é muito comum para o aproveitamento, mantendo tanto o controle da água como dos fertilizantes utilizados. Empregado de forma correta, tende a minimizar os prejuízos aos sistemas hídricos.

Rosseto (1987) apresenta as principais características químicas da vinhaça e afirma que as quantidades de potássio, magnésio e cálcio encontradas no subproduto da cana-de-açúcar permitem seu uso como fertilizante para as lavouras, mas também aponta a vinhaça com um dos mais altos índices de poluição. Ao ser lançado no solo sem o devido tratamento, a vinhaça contamina lençóis freáticos, destrói lavouras, compromete a vida aquática, e, ainda, decompõe matéria orgânica, causando um desequilíbrio no ecossistema (SMEETS, 2008).

A vinhaça é o produto de calda na destilação do licor de fermentação do álcool de cana-de-açúcar; é líquido residual, também conhecido, regionalmente, por restilo e vinhoto. É produzida em muitos países do mundo como subproduto da produção de álcool; tendo em vista ser a matéria-prima diferente (cana-de-açúcar na América do Sul, beterraba na Europa etc.), a vinhaça apresenta diferentes propriedades. (DA SILVA; GRIEBELER; BORGES, 2007, p. 109).

Este subproduto da agroindústria canavieira é um resíduo da destilação e fermentação da cana na fabricação do álcool ou da cristalização do caldo de cana para a fabricação do açúcar. É um agente altamente poluidor e as grandes quantidades geradas dificultam o transporte e a eliminação. Sem embargo, por suas propriedades, com grande concentração de matéria orgânica e de minerais como potássio, cálcio e enxofre, bem como por sua concentração hidrogeniônica variar de 3,7 a 5,0, é utilizada na cultura da cana (LUDOVICE, 1996). Paulino et al. (2011) advertem que existe uma congruência entre pesquisas e utilização da vinhaça, sendo preciso práticas corretas e seguras para o setor, principalmente no controle e monitoramento contínuo do uso no solo.

No que diz respeito aos aspectos sociais, o discurso de que o cultivo da cana-de-açúcar tem favorecido a geração de emprego e promovido o desenvolvimento local é um paradoxo, uma vez que grande parte dos empregos gerados são temporários (OLIVEIRA, 2009). Além disso, a remuneração mensal do trabalhador rural da cana-de-açúcar enquadra-se em uma das mais baixas em consideração a outras culturas, chegando ao mínimo necessário para a sobrevivência (WWF, 2013). Ao relacionar essa remuneração à qualidade do trabalho e ao nível de insalubridade, este normalmente estabelecido por acordos informais que não atendem aos direitos trabalhistas, percebe-se que tampouco oferecem condições favoráveis de trabalho. O relatório da ÚNICA apresenta dados que demonstram a informalidade do setor, o emprego de trabalho infantil e o alto nível de analfabetismo funcional (DE CARVALHO MACEDO, 2005).

Além do exposto, outro agravante são os efeitos de todo o processo na saúde do trabalhador, principalmente os ocasionados pela queima. Em conformidade com os dados apresentados pela Organização Mundial de Saúde (OMS), após as queimadas, o índice de umidade relativa do ar é inferior a 30%, chegando a 12%, valor já definido como estado de alerta, provocando, sobretudo, secura na garganta, olhos e problemas respiratórios. Os estudos de Langowski (2007) descrevem que existem diagnósticos de que é possível encontrar, no sangue dos trabalhadores, a presença de Hidrocarboneto Policíclicos Aromático (HPAs)⁹, gerados depois da queima da cana.

Embora a expectativa de aumento do corte mecanizado e a redução da queima da cana-de-açúcar possam minimizar a insalubridade da atividade canavieira, a mecanização não

⁹ “Os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) são compostos formados a partir da queima incompleta de material orgânico e compreendem uma importante classe de contaminantes ambientais, muitos deles comprovadamente carcinogênicos” (TFOUNI; VITORINO; TOLEDO, 2007).

está voltada apenas para os aspectos ambientais ou sociais, há, na verdade, uma tendência voltada às vantagens econômicas e operacionais, que levam as usinas a utilizar colhedoras mecânicas (SCOPINHO; VALARELLI, 1995).

Algumas das variáveis que impactam consideravelmente o emprego e a renda estão diretamente vinculadas às várias inovações tecnológicas e às mudanças institucionais. Frente a esse cenário, Ricci, Alves e Novaes (1994) apontam que existem três níveis de inovações tecnológicas que interferem no mercado de trabalho, a saber: a) inovações mecânicas, que interferem na jornada de trabalho; b) inovações físico-químicas, que alteram a naturalidade do solo e aumentam a produtividade do trabalho; c) inovações biológicas, que alteram o capital e o trabalho e ainda explicam que na lavoura de cana podem ocorrer quatro impactos resultantes das inovações mecânicas – tempo de realização das tarefas, redução da mão de obra que se encontra nas lavouras, uma vez que algumas funções, como motorista e operador de máquinas, necessitam de mais qualificação.

Os atores do cultivo da cana-de-açúcar, principalmente os cortadores de cana, possuem baixo grau de instrução e percebem no setor a única possibilidade de sustento. Por isso, várias pessoas, em todo o país, mesmo sem experiência no corte da cana, saem de sua terra natal para desenvolver a atividade, esperando melhorar sua qualidade de vida (KANASHIRO; REYNOL, 2007). Contraditoriamente, a visão desses profissionais é a de que novas oportunidades surgem junto com esses postos de trabalho, entretanto, o conflito ocorre quando percebem que a remuneração se dá por produtividade individual, ou seja, produção em toneladas por homem. Assim, para serem aceitos é imprescindível que produzam de oito a dez toneladas por homem/dia e, nesse sentido, a necessidade de aumentar a produtividade faz com que sofram vários problemas de saúde, como lesões, tonturas, câimbras e outros ocasionados pelo excesso de trabalho. A ilusão de que o setor canavieiro é rentável para o trabalhador braçal surge da dimensão e da expectativa de produtividade; acredita-se que quanto maior a produtividade, maior a remuneração (RAMOS; BUAINAIN, 2007).

A colheita manual, na compreensão de Rocha, Marziale e Robazzi (2007), pode gerar um custo maior com corte, carregamento e transporte, um percentual aproximado de 25% em comparação à mecanização, que consegue substituir o trabalho de cem homens. Por esse motivo, o setor escolhe, preferencialmente, a colheita mecanizada.

Além desses fatores, Piacente (2005) ainda aponta que o cultivo da cana-de-açúcar proporciona impactos sociais por competir com outras culturas, favorecer a concentração e a incorporação de terras.

Evidencia-se, assim, que os impactos ao meio ambiente têm ocorrido em função do complexo desenvolvimento tecnológico, científico e econômico que tem modificado irreversivelmente, ao longo dos anos, o cenário mundial, causando alterações profundas no meio ambiente (RAMPAZZO, 1997).

Entretanto, não é muito usual, por parte dos pesquisadores e das instituições de pesquisa, a produção de tecnologia com o objetivo estratégico de melhorar a situação presente e proteger os recursos ambientais. Ademais, as estruturas administrativa e operacional tampouco correspondem ao enfoque específico de validação e correção dos resultados, de acordo com as novas pesquisas agrícolas. As relações interdisciplinares e multidisciplinares devem ser estimuladas constantemente, proporcionando união ou estruturas de trabalho consolidadas entre os diversos agentes envolvidos com o desenvolvimento tecnológico (LOPÉZ, 1999).

2 INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Há um conjunto significativo de estudos sobre inovação tecnológica que serão apresentados neste capítulo, mas sem o objetivo de esgotar o sentido do tema, e sim de direcionarmos como o percurso teórico foi construído, a ponto de nos permitir concretizar o propósito desta tese.

A inovação tecnológica alcançou uma importância indiscutível para o progresso econômico, fruto do encontro da ciência com a produção. Nesse instante, a atividade científica abandona a fase de contemplação e começa a vivenciar a transformação, soluções práticas combinadas às soluções científicas. Um período significativo, que se coloca como um fator determinante para a definição de paradigmas e trajetórias tecnológicas. Esse novo arranjo técnico-científico é impulsionado pela associação das atividades científicas junto às instituições de pesquisa ou universidades, tendo como propósito, antes mesmo da aplicabilidade dos resultados, o avanço da fronteira do conhecimento, muito embora a geração de tecnologia esteja voltada a atender às demandas do mercado.

O conceito de inovação está vinculado à noção de tecnologia e têm sido amplamente estudado nas últimas décadas, especialmente em função de suas contribuições ao processo de desenvolvimento. Segundo Bignetti (2006), vários autores são citados em trabalhos acadêmicos e, considerando suas contribuições teóricas sobre a inovação, destacamos os seguintes:

Sobre os conceitos básicos de inovação e sobre a importância da inovação para a competitividade, prevalecem as visões de Schumpeter (1982) e Drucker (1994) e os preceitos do Manual de Oslo (1997). Michael Porter (1989) é citado por suas contribuições sobre vantagem competitiva. Coutinho e Ferraz (1995) são trazidos quando a discussão se faz sobre a competitividade da indústria brasileira. Sobre dimensões organizacionais, Van de Ven (2000) e seus estudos em Minnesota merecem destaque entre os citados. No que diz respeito a estruturas organizacionais para a inovação, Vasconcellos, Waack e Pereira (1990) são referidos. Com relação às capacidades tecnológicas desenvolvidas pelas empresas, Bell & Pavitt (1995) e Lall (1992) estão entre os autores clássicos mais citados [...] dos assuntos discutidos e das diferentes formas de abordagem adotadas dentro do tema Organização e Inovação. (BIGNETTI, 2006, p. 6).

Os grandes avanços da ciência e da tecnologia e o intenso debate sobre as profundas transformações provocadas pela globalização indicam que a inovação e o progresso técnico determinam o desenvolvimento das Nações, ainda que os vários elementos causadores de mudanças não se relacionam apenas com bases técnico-científicas, mas também com

perspectivas políticas, econômicas e socioculturais. A interação entre ciência e produção, de acordo com Zawislak (2014), apontada por primeira vez pela Revolução Industrial, ganha relevância na Segunda Guerra Mundial, ao incorporar um singular componente: a coordenação das atividades de produção científica e tecnológica.

Para os economistas Nicolas e Mytelka (1994, p. 7),

[...] abstraem o fato de que a tecnologia seja uma construção social, determinada não somente pela acumulação de conhecimentos, mas também pelas forças sociais, necessidades econômicas, decisões políticas e pelas pressões públicas que influenciam a direção da mudança tecnológica [...]. Adotar uma definição estreita da noção de progresso tecnológico e torná-lo o motor de toda uma cadeia de acontecimentos faz com que um processo dinâmico pareça estático e linear [...].

Todos os procedimentos são uma inovação, maiormente se trabalhados sistematicamente na resolução de problemas ou maneiras diferenciadas de realizar alguma ação. Não necessariamente uma genialidade, mas sim trabalho e persistência na melhoria dos processos, conscientização do ato de fazer melhor e de evoluir constantemente.

Atualmente, é inaceitável compreender as estruturas das economias capitalistas sem o progresso técnico que proporcione mudanças importantes ao ambiente mundial. As novas tecnologias e sua aplicação têm ampliado a diversidade competitiva e afetado diretamente as sociedades contemporâneas, transformando a realidade econômica e social por meio de mudanças associadas ao progresso tecnológico e à aptidão criativa, inovadora e empreendedora do homem.

Para a Ciência Econômica, a inovação tecnológica é substancial para a continuidade do crescimento. No entanto, assim como o ambiente ideal, a difusão e a inovação tecnológica ainda são motivo de desacordo entre os economistas. O debate indica que os mais variados modelos de inovação e paradigmas tecnológicos atestam ser necessário uma interface em várias áreas de conhecimento com a participação de pesquisadores, produtores, fornecedores e outros.

Sousa (2010, p. 107) destaca que,

[d]e acordo com tal perspectiva, a inovação em dimensão individual começa com o reconhecimento de um problema e a geração de idéias e soluções, seja inteiramente novas, seja adaptadas de outras já existentes. Em seguida, o indivíduo inovador busca apoio para a nova idéia, no sentido de construir uma coalizão de patrocinadores no contexto social considerado. Por fim, o indivíduo inovador completa a idéia, produzindo um protótipo ou modelo da inovação, que pode ser

testado e experimentado, de forma a ser difundido, utilizado, produzido em massa ou institucionalizado.

Estudos ao longo dos anos apresentam a evolução da inovação tecnológica e o enfoque econômico. Entretanto, nos debates alusivos a P&D, principalmente entre os séculos XVII e início do século XX, vários economistas consideraram o progresso técnico uma variável indispensável às discussões econômicas. Teóricos como Adam Smith e Karl Marx dispunham de grande consciência acerca do progresso técnico, mas atribuíam relevância, em suas discussões, não só à inovação, mas a outras variáveis para o desenvolvimento econômico.

Adam Smith tinha como maior preocupação compreender a dinâmica do crescimento e do desenvolvimento, identificando os principais fatores que pudessem contribuir e as ações políticas a serem adotadas. O teórico atribuía ao crescimento econômico a investigação da acumulação do capital, o crescimento populacional e a produtividade da mão de obra (SMITH, 2009). Apesar disso, ainda presume que existe um fluxo de inovações, com a finalidade de condicionar a divisão do trabalho para uma adequação frente ao tamanho do estoque de capital e que os progressos na produtividade em momento algum são ocasionados por privação de conhecimento tecnológico, e sim o oposto: incrementos na tecnologia só ocorrem conforme a disposição considerável de capital (SMITH, 2009).

Richardson (1996) assinala que Smith considerava que o progresso técnico não é uma variável exógena ao crescimento, mas uma parte fundamental que estrutura sua teoria do desenvolvimento econômico.

Assim como Adam Smith, Karl Marx não tratou a inovação tecnológica como uma teoria. No entanto, é possível identificá-la em suas obras nas relações de produção, de trabalho e na divisão social de classes. Foi em sua obra *O Capital: a crítica da economia política*, publicada pela primeira vez em 1867, que as discussões teóricas de Marx se estabeleceram como um forte legado sobre as inovações tecnológicas e áreas afins. O autor discute minuciosamente a passagem da ciência em força produtiva e apresenta a inovação tecnológica como uma área distinta da ciência, porém, decorrente das relações de outras áreas do conhecimento (PAULA; CERQUEIRA; ALBUQUERQUE, 2001).

Mudando esse paradigma, o economista Joseph Alois Schumpeter excepcionalmente tratou, em suas obras, a inovação tecnológica inserida em suas teorias, apontando o progresso tecnológico como essencial para o desenvolvimento econômico das economias capitalistas.

Schumpeter incorporou a inovação nas pesquisas acadêmicas como indutora do progresso técnico econômico e incentivadora de concorrência entre as empresas.

Coube a Schumpeter, conforme apresentado *a posteriori*, facultar à inovação um papel importante na teoria do desenvolvimento econômico ao considerar que esse conceito deve ser abordado fora das questões econômicas. Ele ousou ao empregar a palavra “inovação” para explicar grandes mudanças ocasionadas por novidades que poderiam ser inseridas nas teorias econômicas e que modificariam o vínculo entre produtores e consumidores. Como consequência, a ciência econômica foi o estímulo à construção da agenda da inovação, sustentada pelas teorias de Schumpeter, que causaram revolução no início do século XX, contribuindo para as argumentações a respeito das mudanças tecnológicas e o desenvolvimento econômico. Desse momento em diante, o conceito e a aplicação da inovação tecnológica ganharam discussões mais amplas.

Nesse mesmo período, surgem inovações com elementos de estudos de base científica, que provocaram novas infraestruturas de estímulo ao surgimento das empresas industriais e que apregoavam que a ciência econômica e suas teorias deveriam evoluir gradativa e constantemente para acompanhar esse novo processo (CAMPOS, 2006).

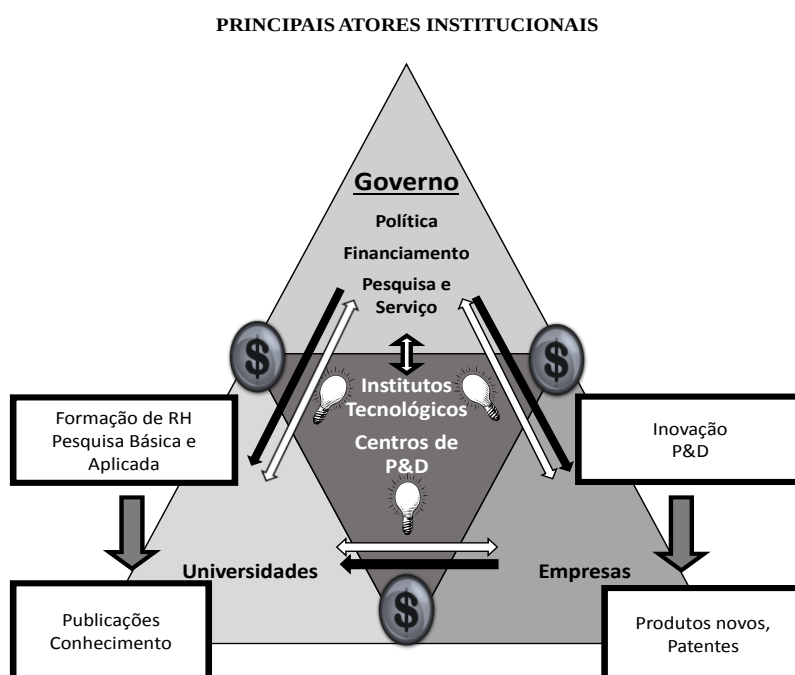
A ciência deu ênfase excessiva aos determinantes da transformação econômica, desconsiderando seus efeitos, inclusive os de ordem não econômica (LANDES, 2003). De acordo com Hessen (2009) e outros teóricos, como Musson e Robinson (1990), nos séculos XVII e XIX havia uma estreita relação entre as ciências e a tecnologia industrial (FREEMAN; LOUÇÃ, 2002).

Já no fim do século XIX e início do século XX, o aumento do fluxo de inovações tecnológicas foi motivado pela revolução industrial, o que repercutiu no desenvolvimento econômico. Carneiro (1995) afirma que essa realidade proporcionou um aumento das novas ideias e invenções, que motivaram inúmeras inovações tecnológicas dos processos produtivos. Contudo, a análise da inovação tecnológica é visualizada como estratégia necessária para aumentar a competitividade e a produtividade, fomentando o desenvolvimento econômico do país (TIGRE, 2006).

A inovação proporcionou uma nova dinâmica da informação e do conhecimento no sistema econômico e produtivo, o que tem favorecido o resgate das atribuições e o reposicionamento das universidades, especialmente no papel de fornecedoras de conhecimento decisivo para o crescimento e o progresso de vários segmentos industriais. O

processo de inovação, talvez mais do que qualquer outra atividade econômica, depende do conhecimento (FELDMAN, 1994). Promover atividades de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) vai além da acirrada competição econômica entre as nações, mas alcança a diversidade dos benefícios sociais, culturais, educacionais, políticos e sustentáveis previstos (MCTI, 2013, p. 28).

FIGURA 2 – Principais atores institucionais.



Fonte: Elaboração própria a partir de CNPq (2013).

A partir da década de 1980, ocorre um fortalecimento das relações entre universidades e empresas, primeiramente pensado com a criação de vários mecanismos institucionais de transmissão de tecnologia e de conhecimento, em seguida pelas influências de fluxos bilaterais de conhecimentos e técnicas (MEYER-KRAMER; SCHMOCH, 1998). Contudo, a essas mudanças se somam a presença de institucionalidades e a incontestável conexão com a infraestrutura nacional de ciência e tecnologia (PAVITT, 1998), importante para que a compreensão desse processo seja associada ao desenvolvimento e ao fortalecimento do Sistema Nacional de Inovação (SNI). Isso certamente demonstra que para se fomentar tecnologia e, conseqüentemente, a inovação, se faz necessária a união de três pilares fundamentais: governo, empresas e universidades e agentes institucionais que estimulem o crescimento econômico.

O uso da palavra “inovação” provém do latim *innovo*, *innovare*, significando renovar, introduzir novidades de qualquer espécie, tornar novo; já a palavra “inovação” deriva de *innovatione*, que significa renovado ou tornado novo (BARBIERI et al., 2004; MACHADO, 2004).

Na década de 1970, as discussões teóricas sobre a tônica da inovação chamam a atenção da comunidade acadêmica, embora só ao final do século XX esse assunto seja tratado como fator decisivo para a competitividade das organizações. Ainda que inicialmente inserida em uma visão simplista, a inovação não é uma concepção instintiva, natural, sendo indispensável lançar-se em pesquisa e desenvolvimento.

Segundo o Manual de Oslo (2004, p. 55):

Uma inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas.

O Manual de Oslo¹⁰, fundamentado nos estudos de Schumpeter, descreve que os tipos de inovação podem ser de produto, de processo, organizacionais e de marketing e, apesar de apresentarem conceitos diferentes, a aptidão para diferenciar os tipos de inovação é imprescindível, uma vez que muitas inovações podem ter características semelhantes.

Todavia, as inovações tecnológicas constituem a efetivação de produtos e processos tecnologicamente novos ou aperfeiçoados, com o uso de tecnologias tanto para o produto quanto para o processo, interligando necessidades sociais e demandas do mercado à ciência e à tecnologia na resolução (CARON, 2003).

Lastres e Albagli (1999) afirmam que a inovação pode ser de dois tipos: radical, que ocorre quando as novas ideias resultam em produtos ou processos definitivamente novos, que não existiam antes no mercado e que tendem a configurar uma ruptura dos processos com o padrão tecnológico que existia anteriormente; incremental, na qual ocorre uma introdução de melhorias em produtos, processos ou organização das estruturas produtivas, mas sem caracterizar uma ruptura com o padrão tecnológico estabelecido.

A implantação das inovações radicais é um fenômeno contínuo, fruto de pesquisas tanto em empresas quanto em instituições de pesquisas, e qualquer variação tecnológica

¹⁰ Desenvolvido pela Eurostat e pela OCDE, com a finalidade de tratar as informações referentes à ciência, tecnologia e inovação.

interfere nas demais áreas da economia. A inovação incremental é mais conhecida, ao contrário da inovação radical, cuja compreensão ainda é limitada (HAMEL, 2000).

De acordo com Souza e Bastos (2007), as inovações tecnológicas podem ser advindas das mudanças em normas, estruturas, processos e objetivos e devem ser consideradas uma ferramenta estratégica para a economia da empresa.

Os estudos de Cassiolato e Lastres (2000) atestam que o procedimento de inovação expõe diversos entendimentos. Inicialmente, ressaltam que a inovação é constituída por um permanente interesse pelo aprendizado e que depende da sustentação institucional e organizacional. O segundo entendimento destaca que só há inovação se houver uma variedade de atores envolvidos, capazes de transferir, incorporar ou aprender o conhecimento tecnológico. Assim, a interatividade da inovação depende de instituições públicas, privadas e da aptidão para aprender, gerar e absorver conhecimentos que se convertam em inovações.

Com a mesma inquietação teórica, Tigre (2006) destaca a inovação pela competitividade, possibilitando que o empreendedor a aumente a eficiência na produção e restringindo a subordinação à mão de obra e ao mercado concorrencial.

A inovação tecnológica, para Laranja, Simões e Fontes (1997), significa o uso de conhecimento tecnológico que resulte em novos produtos, processos e serviços ou em seu aperfeiçoamento. Entretanto, Porter (2005) afirma que a inovação acontece em todas as etapas, tanto em tecnologia, métodos, novos produtos e formas de administrar quanto de produzir, bem como nas novas formas de comercialização, percepção de clientes e possibilidade de distribuição.

Para Freeman e Louçã (2002), a relação entre ciência, tecnologia e inovação depende da atividade. A partir dessa ideia, Pavitt (1984) classificou os setores econômicos conforme a aplicação das inovações tecnológicas. O setor definido como “fornecedores” depende dos avanços dos fornecedores de insumos e máquinas. A agricultura é um exemplo, uma vez que depende dos avanços tecnológicos dos insumos como fertilizantes, sementes e outros para aumento da produtividade. Outros setores são: intensivos em escala e fornecedores especializados.

Nesse sentido, Feenberg (2003) confirma que a inclinação para determinada tecnologia em detrimento de outra não tem fundamento apenas em escolhas de cunho econômico ou racionais, mas na equivalência das crenças e interesses comuns e dos setores estratégicos ativos tecnologicamente.

A inovação tecnológica é tida, atualmente, como essencial às estratégias de diferenciação, competitividade e crescimento em um número cada vez maior de negócios. A adoção de estratégias e práticas inovadoras nas empresas está estreitamente associada à busca de diferenciações capazes de produzir produtos e serviços para o mercado que geram vantagens competitivas sustentáveis em relação a seus competidores (VILHA, 2009). Todavia, uma contemporânea conceituação de inovação, que incorpore os *insights* schumpeterianos, pode ser formulada como "[...] novos e melhores produtos e processos, novas formas organizacionais, a aplicação da tecnologia existente em novos campos, a descoberta de novos recursos e a abertura de novos mercados" (NIOSI et al., 1993, p. 209).

A história da Ciência Econômica aponta como um dos maiores expoentes do desenvolvimento econômico Joseph Alois Schumpeter. Suas teorias, embora desenvolvidas no século XX, são contemporâneas para a economia mundial, principalmente com o forte processo de globalização (KUPFER; HASENCLEVER, 2002). Suas influências teóricas sobre o desenvolvimento vieram de Karl Max e Léon Walras, embora tenha tratado de forma bem particular sua visão do desenvolvimento econômico (SCHUMPETER, 1985).

Schumpeter incorpora em suas obras conceitos importantes para a consolidação de sua teoria, cuja contribuição para a economia envolve abordagens que influenciaram a dinâmica das inovações tecnológicas, o papel do empresário, as organizações empresariais, a concentração do capital, as instituições de crédito e a competitividade no mercado (SCHUMPETER, 1985).

Cabe ressaltar que, dentre as suas contribuições, dois pontos são notáveis para a abordagem econômica: a construção da ciência, com base na natureza da economia teórica sem desconsiderar a prática, e a Teoria do Desenvolvimento Econômico, de 1911, com enfoque em um modelo de economia inerte, cuja atividade econômica se repete continuamente, com base em um fluxo circular da econômica. No entanto, essa visão se modifica quanto Schumpeter insere o papel do empresário inovador, que, pelo uso eficiente dos recursos produtivos ou da inovação tecnológica, oferta novos produtos para o mercado:

O objetivo da produção tecnológica é na verdade determinado pelo sistema econômico; a tecnologia só desenvolve métodos produtivos para bens procurados. A realidade econômica não executa necessariamente os métodos até que cheguem à sua conclusão lógica com inteireza tecnológica, mas subordina sua execução a pontos de vista econômicos. O ideal tecnológico, que não leva em conta as condições econômicas, é modificado. A lógica econômica prevalece sobre a tecnológica. E em consequência vemos na vida real por toda a parte à nossa volta

cordas rotas em vez de cabos de aço, animais de tração defeituosos ao invés de linhagens de exposição, o trabalho manual mais primitivo ao invés de máquinas perfeitas, uma desajeitada economia baseada no dinheiro em vez de na circulação de cheques, e assim por diante. O ótimo econômico e o perfeito tecnologicamente não precisam divergir, no entanto o fazem com frequência, não apenas por causa da ignorância e da indolência, mas porque métodos que são tecnologicamente inferiores ainda podem ser os que melhor se ajustam às condições econômicas dadas. (SCHUMPETER, 1985, p. 16).

Em sua obra “Teoria do Desenvolvimento Econômico”, Schumpeter (1985) analisa as principais causas das mudanças econômicas e conclui que, inicialmente, não apenas a propriedade privada, mas também a divisão do trabalho e a livre concorrência eram os pilares desse sistema. Com base nessa observação, ele descreve um sistema econômico que chama de “fluxo circular” (COSTA, 2006).

Na visão de Schumpeter (1985), existe uma diferença entre crescimento e desenvolvimento econômico, embora as mudanças na vida econômica – espontâneas, inconstantes e que promovam o crescimento – possam permitir novas formas de desenvolvimento. Ele aponta o desenvolvimento econômico como resultado do uso da inovação tecnológica, isto é, uma forma diferente de produzir algo novo ou melhorar o processo produtivo, reunindo técnicas criativas com organização industrial e necessariamente recrutando todas as exequíveis habilidades e potencialidades dos recursos produtivos. Portanto, o desenvolvimento é a possibilidade de novas combinações ou inovações tecnológicas.

Ainda que a inovação tecnológica represente um dos elementos da trilogia “invenção-inovação-difusão”, sua efetividade desempenha um efeito maior do que as demais variáveis inseridas no desenvolvimento econômico. Isso se deve ao forte estímulo transformador que a inovação tecnológica proporciona, transpondo os limites tecnológicos e disseminando novos processos e produtos, mudando hábitos e costumes sociais institucionalizados em toda a sociedade.

No início do século XX, as obras de Schumpeter provocaram uma ampla discussão referente às mudanças tecnológicas e à natureza do desenvolvimento econômico. Como um de seus maiores legados teóricos, Schumpeter (1985) contribuiu para a base teórica da inovação tecnológica, sendo o primeiro e, possivelmente, um dos maiores formuladores dessa teoria. A forte influência de suas obras se deve à apresentação de um debate sobre o ciclo de vida da produção. Em *Teoria do desenvolvimento econômico*, Schumpeter claramente distingue os

conceitos de inovação, invenção e difusão, mostrando suas fases e alterações (CHRISTIANSEN, 2001).

A invenção, a inovação e a difusão são etapas da inovação tecnológica essencialmente endógenas ao sistema econômico e possuem diferentes fases que, posteriormente, se complementam (COLARES, 1995). Todavia, para Schumpeter (1985), existem diferenças relevantes: a invenção trata-se de desenvolver um processo ou produto com sentido de exploração comercial que, no entanto, ainda não foi concluído; já a inovação é quando a invenção passa a ser explorada comercialmente; por fim, a difusão ocorre quando esse produto ou processo é adotado pelo mercado.

Roman e Fuett Júnior (1983) afirmam que a invenção deve envolver a compreensão de uma ideia e a inovação é o uso dessa ideia voltada à economia. Porter (1990) também percebeu a importância de se distinguir a invenção da inovação. Segundo ele, a invenção se caracteriza como uma nova forma de fazer as coisas para comercializar, mas não necessariamente é preciso revertê-las em algo tangível.

Nesse mesmo entendimento, Tigre (2006) acrescenta que a invenção se estabelece na criação de novos produtos, técnicas ou processos, embora não inseridos no mercado para comercialização, diferentemente da inovação, que é a invenção inserida comercialmente no mercado. Por fim, a difusão é a divulgação dessa invenção para a sociedade. Dessa forma, compreende-se que a fase de invenção ocorre a partir da criação de novos produtos e/ou processos produtivos. À medida que essas inovações tecnológicas são introduzidas no sistema econômico ocorre, então, a fase de inovação produtiva.

É propício considerar as mudanças de base econômicas observadas por Schumpeter visto que, a princípio, as inovações estão voltadas para alguns setores da economia, em particular para os mais consolidados, promovendo um processo de difusão mais agressivo e, desse modo, empresas com mais possibilidade de inovação terão como foco manter-se à frente do progresso técnico com outras inovações (SHIKIDA; BACHA, 1998).

No entanto, Ruttan (1959), ao confrontar os trabalhos de Schumpeter e García (1983) e Usher (1955), percebe que essa diferenciação não é tão importante quanto se apresenta e propõe a junção dos conceitos. A solução estava em conceituar a invenção relacionada a “novas coisas” resultantes de ideias que recrutem habilidades técnicas e profissionais (USHER, 1955). Schumpeter (1985) apresenta cinco importantes tipos de invenção, mas destaca como imprescindíveis apenas dois: o lançamento de um novo produto e a descoberta

de novos métodos de produção, os quais certamente acarretam mudanças substanciais na produção.

Embora seja consenso, a importância da inovação e da invenção, bem apresentadas na obra de Schumpeter, e da difusão, também reforça a trilogia exposta pelo autor. A capacidade inovadora e de criação sem dúvida promove o progresso técnico, ainda assim, somente com a difusão dessas novas tecnologias é possível reforçar o desenvolvimento econômico. A restrição ou limitação do progresso técnico a grupos específicos geram irrelevantes contribuições para a economia. Nessa interface, uma vasta difusão de inovações possibilita mudança técnica e substancial crescimento da economia (HALL, 2005).

Uma contribuição relevante para a ciência econômica refere-se ao conceito de “destruição criativa”, de Schumpeter, apresentado pela primeira vez em 1911, em seu famoso trabalho “A teoria do desenvolvimento econômico”. Neste trabalho, o autor aponta a inovação como o principal componente para um desenvolvimento econômico sustentado em longo prazo.

Nessa obra, Schumpeter destaca que a inovação é atribuída aos empresários, ao passo que a invenção é função dos inventores; da inovação surge, nos mercados, a destruição criativa, conceito proposto pelo economista visto a inovação tornar obsoletos os estoques antigos, as ideias, as tecnologias, as habilidades e os equipamentos, desencadeando um contínuo progresso e melhorando os padrões de vida para todos (HENDERSON, 2008).

A inovação tecnológica tem influenciado amplamente o desenvolvimento do capitalismo, ocasionando grandes transformações na economia, o que Schumpeter (1985, p. 112) considera como “processo evolutivo”:

O impulso fundamental que inicia e mantém o movimento da máquina capitalista decorre de novos bens de consumo, dos novos métodos de produção ou transporte, dos novos mercados, das novas formas de organização industrial que a empresa capitalista cria [...] A abertura de novos mercados – estrangeiros ou domésticos – e o desenvolvimento organizacional, da oficina artesanal aos conglomerados [...], ilustram o mesmo processo de mutação industrial [...] que incessantemente revoluciona a estrutura econômica a partir de dentro, incessantemente destruindo a velha, incessantemente criando uma nova. Esse processo de Destruição Criativa é o fato essencial do capitalismo. É nisso que consiste o capitalismo e é aí que têm de viver todas as empresas capitalistas. (SCHUMPETER, 1985, p. 112-113).

Embora o avanço tecnológico trouxesse inúmeras vantagens, como melhorias na produção, redução de tempo e aumento da produtividade, o período pós-revolução industrial intensificou esse fenômeno. Diante disso, a abertura comercial interna ou externa contribuiu

para a evolução das organizações em todos os setores, provocando variações industriais que impactaram na estrutura da economia, continuamente criando novas tecnologias e destruindo as velhas. As estruturas se tornam obsoletas e, conseqüentemente, novas serão feitas, levando a economia a um aumento de renda e do bem-estar social, bem como da qualidade de vida. Essa percepção é o retrato do capitalismo.

As inovações, sob a ótica de Dosi (2006), acarretam um intenso procedimento de substituição de antigos produtos por novos ou até mesmo melhorados. Essas mudanças, segundo Schumpeter, definidas como “Destruição Criativa”, estão vinculadas às mudanças no equilíbrio das empresas e de seus setores. As empresas que se destacarem positivamente na inovação ou exploração comercial das inovações desenvolvem-se mais drasticamente e agregam suas participações de mercado em relação a empresas estagnadas que, no futuro, podem sofrer um declínio ou, inclusive, chegarem ao fim (DOSI, 2006, p. 143).

Para Schumpeter a inovação tecnológica era a grande força promotora do desenvolvimento econômico, pois uma tecnologia anterior considerada moderna, tornava-se ultrapassada e obsoleta, sendo substituída por uma outra inovadora, a qual produzia bens mais atrativos para os consumidores e com menores custos as empresas, proporcionando-lhe ganhos de produtividade maiores que poderiam virem a serem reaplicados no sistema econômico vigente. (SOUZA, 2005, p. 127).

Esse processo, no entanto, não é radical, como apontaram Usher (1955) e Ruttan (1957): a tecnologia antiga coexiste com a nova e há uma transição gradual. A constante inovação e promoção do sistema capitalista são tratadas, na teoria do desenvolvimento econômico, com base na destruição criativa, que é a consequência da inserção dessas inovações. Entretanto, Schumpeter e Schumpeter (1994) esclarecem que as tecnologias destroem ao mesmo tempo em que criam. Para os autores, a primeira etapa do processo de destruição criativa é a própria invenção, seguida da inovação e difusão tecnológica.

Na visão de Schumpeter (1985), o desenvolvimento econômico deve ser considerado em constante evolução, em consonância com as abordagens da destruição criativa. Em suas teorias, o autor faz menção às inovações radicais e contextualiza que a inovação proporciona mudanças na economia, sendo as inovações radicais as maiores na mudança econômica. Nas palavras de Schumpeter (1985), elas provocam grandes mudanças no mundo, enquanto as incrementais preenchem continuamente o processo de mudança. Nessa leitura, a inovação radical é a introdução de um novo produto, processo ou forma de organização da produção de maneira inteiramente nova, o que pode levar a uma ruptura estrutural com o então padrão

tecnológico, gerando novas indústrias, setores ou mercados. Já a incremental ocorre quando um novo produto passa a incorporar novos elementos em comparação ao anterior, mas mantém as funções básicas iniciais. Ainda que em segundo plano, ele trata as inovações incrementais em suas teorias, permitindo todas as possibilidades de análise da inovação.

Apesar de a inovação tecnológica ter sido inserida como uma importante contribuição para o desenvolvimento econômico e seu marco teórico ser as obras de Schumpeter, a origem e o conceito têm evoluído ao longo dos anos e se tornado cada vez mais abrangente (MÜLLER NETO, 2005).

Certamente, é imprescindível que empresas, setores e países atuem com suas operações comerciais devidamente vinculadas à coordenação de atividades institucionais de Ciência e Tecnologia (C&T), assim como as atividades de inovação. “Transformar invenções em inovações é uma atividade difícil de ser conduzida de modo informal, exigindo das empresas um esforço profissional de organização para combater os fatores aleatórios e reduzir incerteza” (ZAWISLAK, 2014, p. 36).

Depois das discussões teóricas de Schumpeter e com seu legado singular, a percepção é a de que a inovação é um marco no desenvolvimento econômico, favorecendo os estudos sobre as inovações, reacendendo as discussões e iniciando, assim, a corrente dos neo-schumpeterianos, dentre eles, especialmente, Nathan Rosenberg, Christopher Freeman, Richard R. Nelson e Sidney G. Winter, bem como Giovanni Dosi.

O contraste da abordagem neo-schumpeteriana da economia frente à abordagem convencional se diferencia por contradizer diretamente algumas de suas inferências. Na obra de Nathan Rosenberg (1969), a inovação é tratada como procedimento de busca, mas seus resultados não são identificados *ex-ante*. A variação da adesão de uma tecnologia, até mesmo a orientação, relaciona-se às perspectivas de futuro do progresso tecnológico e o nível de aprendizado influencia no destino da mudança tecnológica.

Muito embora tenha concentrado seus esforços na questão da tecnologia e de sua influência nas empresas, Christopher Freeman (1974) lança mão das estratégias tecnológicas verificadas nas empresas, que, adaptadas a outros setores da economia, possibilitam avaliar o desempenho e a conduta empresarial referentes à forma de adoção de novas tecnologias. Ainda, o autor classifica a inovação em radical e incremental.

Dando ênfase ao comportamento da firma de Schumpeter, os autores Richard R. Nelson e Sidney G. Winter (1982) apontam que as rotinas definem o que a empresa faz, sendo

função das variáveis externas e internas, que podem distinguir-se em três classes: (a) características de operação; (b) conjunto de rotinas; e (c) as modificações que as rotinas sofrem com o tempo devido aos processos das empresas, que passam por alterações ao longo do tempo.

Giovanni Dosi, em seu trabalho “Technological paradigms and technological trajectories”¹¹, publicado na revista *Research Policy*, em 1982, questiona a base do pensamento econômico convencional como o pressuposto do “mecanismo de preços” como principal instrumento de concorrência entre as empresas, além da premissa da “tendência ao equilíbrio” dos mercados.

Dois conceitos importantes para a compreensão das mudanças tecnológicas foram apresentados por Giovanni Dosi (1984), relativos à trajetória e aos paradigmas tecnológicos, levando as estratégias operacionais desses conceitos a um entendimento sobre a atuação do Estado em um determinado setor, uma vez que o paradigma tecnológico e a trajetória tecnológica estão sujeitas não só aos interesses econômicos dos inovadores, mas também à capacitação tecnológica acumulada e às variáveis institucionais.

À medida em que o autor trabalha esses conceitos, acrescenta: “*We will define a technological trajectory as the pattern of “normal” problem solving activity (i.e. of “progress”) on the ground of a technological paradigm.*” (DOSI, 1982, p. 152)¹² e finaliza “*we shall define a “technological paradigm” as “model” and a “pattern” of solution of selected technological problems, based on selected principles derived from natural sciences and on selected material technologies.*” (DOSI, 1982, p. 152)¹³.

Os estudos de Dosi apontam que o paradigma tecnológico tem como princípio um conjunto de métodos que orientam a análise sobre um problema tecnológico, delimitando o cenário, o escopo a ser alcançado e os recursos utilizados. Refere-se a um modelo para solucionar problemas tecnológicos selecionados, com base em princípios selecionados, derivados das ciências naturais e de tecnologias selecionadas. Atesta também que o paradigma atua como um condutor do progresso técnico, definindo *ex-ant* as possibilidades a serem alcançadas e aquelas a serem desprezadas (DOSI et al., 1988).

¹¹ Paradigmas tecnológicos e trajetórias tecnológicas.

¹² “Vamos definir uma trajetória tecnológica como o padrão de “normal” atividade de resolução de problemas (ou seja, do “progresso”) no chão de um paradigma tecnológico” (DOSI, 1982, p. 152).

¹³ “[...] Vamos definir um “paradigma tecnológico” como “modelo” e um “padrão” de solução de problemas tecnológicos selecionados, baseados em princípios selecionados derivados das ciências naturais e em tecnologias de materiais selecionados” (DOSI, 1982, p. 152).

O autor ainda explica a tecnologia como um conjunto de conhecimentos teóricos e práticos, que envolvem desde equipamentos físicos, *know-how*, procedimentos metodológicos, somados às experiências (DOSI et al., 1988), cuja tecnologia abarca a “percepção de um conjunto limitado de alternativas tecnológicas e de desenvolvimento nacionais futuros” (DOSI, 1982, p. 151-152).

2.1 INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA AGRICULTURA

O Brasil, desde a década de 1960, reflete as grandes transformações ocorridas na agricultura, em especial as mudanças tecnológicas. A atividade agropecuária, segundo o pensamento econômico, é um dos três setores que compõem a economia, entretanto, foi apenas nessa década que vários estudos evidenciaram as relações entre os setores e a influência para o desenvolvimento do país.

Ao longo dos anos 1960, os economistas se concentraram em entender o processo de inovação da agricultura tendo como referência a obra de Hicks (POSSAS; SALLES FILHO; MELLO, 1994). Contudo, foi no fim da década de 1970 e início da de 1980 que as atividades agrícolas ganharam aporte científico, após a criação do Sistema de Gestão de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação na agricultura, com a responsabilidade de proporcionar condições favoráveis para o desenvolvimento econômico por meio do setor agrícola, e, para isso, os fatores naturais eram os elementos principais a serem superados.

Ainda nesse período, os investimentos em ciência, tecnologia e inovação produziram novos conhecimentos, fator importante para a competitividade brasileira e para a implementação de um sistema de pesquisa e desenvolvimento voltado às atividades agrícolas. Grandes avanços ocorreram a partir de 1973, com a criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), com vista a impulsionar o setor técnico científico, com uma nova organização e apoio do Sistema Nacional de Pesquisas Agropecuárias (SNPA), abrangendo todo o país (EMBRAPA, 2003, p. 14).

De acordo com Barros e Manoel (1988), nos anos 1960, a agricultura se expandiu a partir do uso de insumos modernos, com grande intensificação na década de 1970 em razão dos incentivos à produção interna, muitos deles ocasionados pelo II Plano Nacional de Desenvolvimento (PND), que ocorreu de 1974 a 1979.

Nessa perspectiva, Graziano da Silva (1998) caracteriza esse processo de modernização da base técnico-produtiva, ou apenas cientifização, como uma internalização de técnicas desenvolvidas pela ciência para a produção agrícola. Segundo o autor, mesmo o crescimento da agricultura tendo seus pilares na expansão das áreas de cultivos e tecnologias tradicionais, estava evidente que ocorria uma incorporação de algumas mudanças importantes.

Conduzida pelo capitalismo, a agricultura moderna consiste em intensa produção para atender aos mercados, com o aumento da produtividade e redução de custos, tornando a Revolução Verde a inserção do capitalismo no campo, com vistas a maximizar lucros.

Na definição de Graziano da Silva (1999, p. 16), a tecnologia é

[u]ma relação social e não um conjunto de ‘coisas’, como poderíamos pensar ao olhar as máquinas, os adubos químicos, as sementes etc. A tecnologia é o conjunto dos conhecimentos aplicados a um determinado processo produtivo. Ora sabemos que, no sistema capitalista, o objetivo da produção é o lucro: portanto, a tecnologia que lhe adequada é aquela que permite gerar mais lucro.

Isso significa que a economia brasileira é o reflexo das transformações que apontam o crescimento exponencial das atividades agrícolas. Esse ponto é particularmente importante à medida que a Revolução Verde deu início a uma profunda transformação nas estruturas sociais rurais no Brasil nas últimas décadas. Isso se deve principalmente à mudança ocorrida no setor de educação, pesquisa e desenvolvimento.

O Brasil inicia um processo de modernização da agricultura, ressaltando novos objetivos e formas de exploração agrícola. Esse comportamento teve como consequência uma acirrada concorrência na produção e relevantes efeitos sociais e econômicos. A discussão estabelecida pelas abordagens teóricas de vários autores mostrou as características do desenvolvimento agropecuário brasileiro, cuja expansão “moderna” ocorre simultaneamente à constituição dos Complexos Agroindustriais (CAIs) e seus reflexos, bem como as relações de trabalho e com o mercado, a produção, a produtividade e a sociedade como um todo:

[...] a modernização da agricultura brasileira teve seu início fortemente direcionado e estimulado pelo Estado, através de medidas de políticas econômicas. As ideias oriundas da Revolução Verde criaram a expectativa de superação do subdesenvolvimento através de transformações no setor agropecuário. Com isso o setor agrícola se dinamizaria e geraria um aumento de produção através do qual acabaria com a fome da população e, com excedente, poderia incrementar suas exportações e gerar divisas promovendo um progresso generalizado e auto-suficiente. (FLEISCHFRESSER, 1998, p. 12).

Desde a década de 1950, o Brasil tem passado por constantes mudanças tecnológicas importantes para a agricultura do país, em grande parte fruto de um momento favorável às importações de bens de capital. Na década de 1960, a agricultura se fortalece, estruturada pela modernização do setor, acompanhada de um forte movimento internacional liderado pelos EUA e marcada pelo início da inovação tecnológica: “a partir de meados dos anos 60 que o processo de modernização atinge uma fase mais avançada, a de industrialização da agricultura” (KAGEYAMA, 1990, p. 121).

Graziano da Silva (1996) descreve que a modernização da agricultura é um conceito empregado para designar as constantes mudanças na base técnica da produção agropecuária no período pós-guerra e a transformação do processo de produção agrícola, bem como as relações que se estabelecem no campo. Essas grandes mudanças promoveram a aproximação crescente da agricultura com o sistema capitalista. Nesse sentido, o desenvolvimento se direcionou não só para o campo, mas para todo o país, impulsionada pela substituição das importações. Segundo Graziano da Silva (1998), o termo “modernização” tem sido utilizado para caracterizar as transformações capitalistas na parte técnica da produtividade, ou até mesmo se referindo à evolução da agricultura, na qual o processo natural de cultivo é substituído pelo uso de insumos industrializados.

Por outro lado, Graziano da Silva (1999) destaca que a modernização ocorreu parcialmente, no sentido de alcançar apenas alguns produtos e regiões, favorecendo produtores e fases do ciclo produtivo, o que não só aumentou a dependência da agricultura em relação a outros setores da economia, com destaque para o setor industrial e financeiro, como gerou, ainda, um desequilíbrio social e ambiental.

Sobre a modernização da agricultura, Almeida (1997, p. 39) incorpora quatro elementos ou noções:

[...] (a) a noção de crescimento (ou de fim da estagnação e do atraso), ou seja, a ideia de desenvolvimento econômico e político; (b) a noção de abertura (ou do fim da autonomia) técnica, econômica e cultural, com o consequente aumento da heterônoma; (c) a noção de especialização (ou do fim da polivalência), associada ao triplo movimento de especialização da produção, da dependência à montante e à jusante da produção agrícola e a inter-relação com a sociedade global; e (d) o aparecimento de um tipo de agricultor, individualista, competitivo e questionando a concepção orgânica de vida social da mentalidade tradicional.

As fases da modernização agrícola brasileira, na visão de Graziano da Silva (1996), podem ser tratadas de acordo com os seguintes aspectos: transformação da base técnica,

industrialização da produção rural, integração entre agricultura e indústria e, por fim, a integração de capitais. No entanto, as mudanças tecnológicas nos últimos anos vêm influenciando a agropecuária, modificando significativamente o padrão de produtividade (BARRETO; ALMEIDA, 2009).

Importantes inovações tecnológicas e práticas agrícolas foram substanciais para a modernização da agricultura. Essas mudanças ficaram conhecidas como Revolução Verde e iniciaram transformações na estrutura produtiva, com o uso de sementes, fertilizantes e defensivos, bem como de máquinas e implementos, aumentando a produtividade das culturas de grãos e levando o Brasil a participar intensamente do mercado agrícola. Na visão de Souza e Santos (2009), a Revolução Verde foi a difusão de novas formas de produção agrícola e de sementes, sendo a utilização de agrotóxicos a tecnologia mais importante, seguida de sementes melhoradas e mecanização, promovendo o aumento da produção em países em desenvolvimento.

De acordo com Hayami (1971, p. 446):

Of particular significance is the fact that the green revolution demonstrates the process of international transfer of agricultural technology from temperate zone developed countries to tropical zone developing countries through the transfer of scientific knowledge and capacity embodied in scientists rather than through the direct transfer of known technology.

Em 1964, esse processo ficou conhecido como modernização conservadora, termo utilizado depois de um movimento que ocorreu no Brasil após a revolução de 1964, que representava um período de crescimento econômico que acontecia logo depois da abertura comercial, com alterações na base técnica da produção, porém, sem mexer na estrutura fundiária do país e com a proposta de manter o capital. No entanto, ocorreu após a inserção da tecnologia no campo, interligando a indústria ao setor agrícola.

Apesar de promover o crescimento econômico, os efeitos da modernização conservadora foram considerados não só pela concorrência na produção, mas principalmente pelas alterações sociais. Entretanto, foi na década de 1970 que a modernização se intensificou e grandes produtores incorporaram na produção um pacote tecnológico contendo fertilizantes, mudas e sementes melhoradas, máquinas e outros, procedentes de países desenvolvidos (MARTINE; GARCIA, 1987).

De acordo com os estudos da EMBRAPA (2003, p. 92):

A década de 70 pode ser caracterizada como o período de internacionalização do modelo de produção agrícola intensiva em insumos e tecnologia, denominado de Revolução Verde, tendo requerido de países como o Brasil a implementação de políticas públicas ativas para sua viabilização: políticas de crédito rural, de assistência técnica pública, de pesquisa e desenvolvimento apropriados à agricultura tropical e políticas de implantação de indústrias de insumos básicos (fertilizantes, corretivos, defensivos agrícolas, etc.).

Para Graziano da Silva (1999), a principal contribuição do progresso técnico foi superar os obstáculos ocasionados pela natureza, facilitando o desenvolvimento capitalista na agricultura. Todavia, a modernização, no contexto da inovação na agricultura de acordo com seu efeito na produção, pode ser classificada em quatro bases técnicas importantes, que se complementam ao longo do processo. A mecânica, a físico-química, a agrônômica e a biológica (GRAZIANO DA SILVA, 2003).

Dois momentos são considerados marcantes na modernização da agricultura, sendo o primeiro a utilização intensiva de técnicas, máquinas, implementos e insumos, ou seja, a modernização da produção agrícola, que permite aumento da produtividade, mecanização e tecnificação da lavoura. Outro momento determina que a modernização não pode se limitar a máquinas e implementos, mas deve considerar todas as alterações que ocorrem nas relações sociais de produção. Segundo Salles Filho (1993), o uso de pesticidas no fim do pós-guerra, intensificado pelo padrão tecnológico, contribui expressivamente para complementar as mais variadas tecnologias produzidas pela agricultura.

Já na visão de Delgado (1985), o modelo de modernização agrícola chamado de Revolução Verde destina o setor agrícola a ligar o setor industrial, fornecedor de insumos, ao setor de transformação e comercialização, com a esperança de colheitas abundantes e o domínio de técnicas para a exploração de novas áreas.

Todos os conceitos tratados, na visão de Kageyama (1990), são distintos, muito embora a modernização represente uma mudança na base técnica da produção agrícola, modificando a agricultura tradicional por meio de técnicas modernas, mecanizadas e intensivas. Apesar disso, a industrialização da agricultura, por sua vez, ocorre quando sua produção é semelhante ao de uma indústria, comprando bens intermediários, como insumos, para a produção de outros bens, que serão disponibilizados a outros setores da produção. Por fim, os CAIs surgem como uma composição de todos ao mesmo tempo, na qual todas as atividades se inter-relacionam e a agricultura se especializa não mais isoladamente, mas em atuação com vários complexos industriais.

2.2 MODELO DE INOVAÇÃO INDUZIDA

Os avanços tecnológicos na agricultura se fortaleceram com a contribuição dos teóricos da modernização, que promoveram uma reestruturação das políticas direcionadas para a agricultura. Nessa interface, o progresso técnico é visto como parte essencial para a entrada do capital na agricultura, tendo como foco suplantando as limitações ocasionadas pela natureza (DA SILVA, 1981).

Nesse campo de interação, identificaram que o progresso se daria não só pelo aumento de áreas agricultáveis, mas também, em grande parte, pelo aumento da produtividade, por meio de mecanismos capazes de replicar aos agricultores o aporte científico tratado mundialmente. No entanto, essas variações de produção e de produtividade estariam diretamente vinculadas aos ajustes da tecnologia, frente aos recursos produtivos acessíveis e aptos para reduzir as limitações desses fatores.

Dentre as teorias elaboradas para o desenvolvimento da agricultura, a teoria do modelo insumos modernos, proposta por Theodore W. Schultz (1964) em seu livro *Transforming traditional agriculture*, é considerada o ponto de partida da nova perspectiva de desenvolvimento agrícola com base em inovações tecnológicas.

O autor considera que, assim como nos países desenvolvidos, o setor agrícola pode promover o desenvolvimento dos países pobres pela modernização no processo produtivo. Em seu modelo, aponta a carência tecnológica como determinante do desenvolvimento, possivelmente ocasionada pela ausência de condições para investimentos vantajosos, e, em relação às demais teorias, ele ainda acrescenta que a procrastinação do progresso técnico em países pobres não ocorre necessariamente por questões socioeconômicas e culturais que de alguma forma possam impedir a difusão do conhecimento.

Hayami e Ruttan (1971) atestam que a teoria de Schultz apresenta uma limitação por não esclarecer justamente fatores econômicos e sociais que norteiam as empresas a produzirem novas tecnologias. Muito embora os autores apresentem um novo modelo de inovação para o desenvolvimento da agricultura, tem como base teórica o modelo de progresso econômico de Hickis, que considera o progresso técnico uma variável endógena.

Na construção dessa teoria, os trabalhos de Schumpeter (1985) e, posteriormente, os de Schmookler (1966), apesar de terem tratado de forma diferente os conceitos de indução,

auxiliaram na construção dos modelos de indução da inovação, principalmente por considerarem as inovações tecnológicas um componente substancial do desenvolvimento econômico.

Vários autores trabalharam o conceito de inovação induzida, entre eles nomes importantes como Koppel (1995), Sadoulet e de Janvry (1995), Binswanger-Mkhize e Deininger (1997) e outros, entretanto, foram as obras de Hayami e Ruttan que fortaleceram esse conceito, principalmente na agricultura (SILVEIRA, 2002a).

Hayami e Ruttan (1988), após análise crítica da obra de Schultz, constataram que caberia complementar a discussão e, a partir desse diagnóstico, elaboraram uma teoria e a intitularam de Modelo de Inovação Induzida (*Induced Innovation*). Esse modelo vem sendo tratado em suas obras desde 1971, como proposta para elucidar os mecanismos endógenos que caracterizam o progresso técnico, com base na perspectiva de Schultz, tendo como proposta configurar novos rumos para o desenvolvimento. Segundo os autores, a teoria e o conceito de inovação por indução se relacionam com a produtividade dos fatores de produção. Dois exemplos da aplicação dessa teoria podem ser identificados pelo desenvolvimento orientado dos Estados Unidos, especialmente na Califórnia, região onde a terra não é tão escassa e a tecnologia avança para a modernização da mão de obra por máquinas e equipamentos, e do Japão, região de escassez de terra, mas cujo desenvolvimento se deu por constantes investimentos em biologia, que propiciou o aumento da produtividade por área produzida (HAYAMI; RUTTAN, 1971).

The induced development hypothesis is tested starting with an analysis of productivity data for various countries. This test is used to trace the agricultural productivity gap among countries. Specifically, the hypothesis is tested using the agricultural development experience of Japan and the United States since 1880. These experiences are related to countries now experiencing the "green revolution. (HAYAMI; RUTTAN, 1971, p. 393).

Em suas teorias, os autores afirmam que a tecnologia pode ser empregada, na agricultura, em dois tipos diferentes de inovações tecnológicas: as mecânicas, poupadoras de mão de obra, e as biológicas e químicas, poupadoras de terra (HAYAMI; RUTTAN, 1988). Assim, Peterson e Kislev (1981) atribuem a essa teoria dois setores distintos, sendo o primeiro o setor de manufatura, no qual se inicia o desenvolvimento da tecnologia, e, posteriormente, o setor agrícola, onde essas novas tecnologias, desenvolvidas no primeiro setor, serão utilizadas.

Gomes (1986) afirma que no modelo de inovação induzida de Hayami e Ruttan (1971) as inovações tecnológicas decorrem da necessidade de substituir os limitados fatores de produção, com valor mais caro, por outros com mais disponibilidade. Dessa forma, a teoria tem como base o uso da tecnologia como poupadora dos fatores de produção, que são mais escassos, e aperfeiçoam os fatores abundantes:

Como a oferta de terra é inelástica, os aumentos produtivos dependem do desenvolvimento tecnológico. As variedades de alto rendimento que respondem aos usos de fertilizantes anulam as restrições do crescimento econômico impostas pelo fator escasso, no caso a terra. De forma análoga, numa economia que apresente escassez relativa de trabalho os melhoramentos de máquinas e implementos agrícolas são uma maneira de promover o aumento da produção. A mecanização agrícola propiciou um aumento da produtividade do trabalho e consequentemente, uma expansão da área cultivada, já que foi capaz de poupar trabalho como recurso escasso. (VIEIRA FILHO; SILVEIRA, 2012, p. 733).

A teoria de Hayami e Ruttan, apresentada na década de 1980, propôs que a inovação tecnológica fosse induzida pela dotação de fatores dada historicamente, de tal maneira que essa teoria configura uma possibilidade de elucidar o uso dos recursos disponíveis e que relativamente se intensificam de acordo com as inovações tecnológicas empregadas, isto é, para solucionar o problema da escassez relativa de fatores é possível substituir recursos. Dessa forma, Ruttan (1996) descreve que “a teoria da mudança técnica induzida representa uma tentativa de esclarecer o impacto que tem a disponibilidade relativa de recursos sobre a intensidade e a direção da mudança técnica”. Assim, estabelece que tendo selecionado esses recursos, quer seja recursos escassos por mais abundantes e com menor custo, ou até mesmo recursos por conhecimento, todavia, tais escolhas decorrem das forças de mercado que conduzem o uso dos fatores de acordo com os preços relativos.

O modelo exerce um papel fundamental no processo de percepção das oportunidades tecnológicas e na existência de um sistema eficiente de informações entre os atores (produtores, universidades, instituições públicas de pesquisa, serviços tecnológicos, indústria e empresários). Significa que a mudança tecnológica representa um aumento na produtividade, seja da terra ou do trabalho, observando as mudanças relativas dos insumos, induzidas por novos conhecimentos no setor privado e público.

A experiência histórica demonstra que quanto mais escassa a mão de obra, maior a pressão por parte da economia, da política e, em especial, dos produtores, para que as instituições de pesquisa desenvolvam tecnologias de natureza mecânica poupadoras de mão

de obra. Não diferente, na escassez de terra as instituições de pesquisa se direcionam para a criação de tecnologias prioritariamente de natureza biológica.

Esse arcabouço teórico proposto por Hayami e Ruttan (1971) para o desenvolvimento da agricultura difere das demais teorias desenvolvimentistas principalmente pela forte relação com a pesquisa e a conexão dos agricultores com os pesquisadores, estimulando, e, por consequência, promovendo o desenvolvimento das instituições. Esse modelo é uma tentativa de desenvolver uma teoria integrada ao desenvolvimento do setor agrícola e agregar modificações tecnológicas e institucionais.

Nessa teoria, os agricultores indicam suas necessidades aos pesquisadores e estes reagem com tecnologias que atendam a essas demandas. Portanto, condiciona o progresso técnico dependente de pesquisas para promover o desenvolvimento agrícola. Por sua vez, grande parte dessas novas tecnologias depende de instituições de pesquisas e da oferta do mercado de insumos com baixo custo, que possam, nessa proposta, substituir os fatores de produção de terra e mão de obra.

Face ao cenário exposto, a inovação, no modelo induzido, é obtida pelas instituições públicas de pesquisa e indústrias produtoras de insumos e equipamentos agrícolas. Claramente, o modelo indica que novas tecnologias dependem da interação de fatores de produção, na qual a mudança técnica é guiada com eficiência por sinais emitidos ao mercado pelos preços desses fatores. Desse modo, com o aumento do custo da mão de obra, os agricultores pressionam as instituições de pesquisa e as indústrias para que elas apresentem ofertas de tecnologia e insumos agrícolas que poupem mão de obra.

Nessa perspectiva, a hipótese central do modelo, para Hayami e Ruttan (1985, p. 88), é a de que

[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.

As inovações tecnológicas são induzidas quando ocorrem mudanças nos preços relativos e conforme a reação das instituições em atender as demandas do mercado (HAYAMI; RUTTAN, 1971). Assim, constata-se que os produtores agrícolas são induzidos, por mudanças nos preços relativos, a buscarem novas técnicas que economizem os fatores produtivos que, ao longo do tempo, se tornam escassos. Nesse sentido, iniciam uma demanda,

por um lado, por pesquisas públicas, para que possam desenvolver novas tecnologias e, por outro, para que as empresas forneçam insumos técnicos modernos em substituição aos fatores escassos. “Cientistas e administradores científicos com sensibilidade respondem, tornando disponíveis novas possibilidades técnicas e novos insumos, que permitem aos agricultores substituir, com lucro, fatores escassos por abundantes, orientando, assim, o progresso técnico na direção socialmente ótima” (HAYAMI; RUTTAN, 1988, p 102-103).

Tais observações revelam que as inovações institucionais na perspectiva dos autores encontram referência nas obras de Marx, entretanto, de maneira mais complexa, por acreditar que as mudanças institucionais têm sua importância baseada nas mudanças relativas dos fatores e na demanda por produtos. Um exemplo disso seria a redução nos preços da produção de fertilizantes químicos, que induziram os países a criarem centros de pesquisas que desenvolvessem variedades vegetais com ampla possibilidade de resposta a abundante fertilização química (HAYAMI; RUTTAN, 1985). Isso só ocorrerá de acordo com as forças estabelecidas entre os grupos interessados, além dos fatores culturais e ideológicos de cada grupo, de forma a exercer influências negativas ou positivas.

Nesse campo tão abrangente, essa teoria descreve o grau de desenvolvimento que um país consegue atingir estando condicionado por suas habilidades à escolha eficiente das possibilidades tecnológicas, frente ao esforço de inovação com base em poupar fatores escassos. Diante desse cenário, é correto associar progresso técnico e mecânico em face à escassez relativa de fatores, considerando, especialmente, a alocação de recursos, uma vez que os progressos serão resultados de pesquisas científicas. O desafio é superar os obstáculos, o que acontecerá com pesquisas científicas, principalmente do setor público, que permite dotação de recursos e transformações na economia. Por esse motivo, é primordial a relação da inovação tecnológica com a inovação institucional para o desenvolvimento da agricultura (NASCIMENTO; SANTOS; ALMEIDA, 2012).

A realidade da agricultura brasileira, segundo Hayami e Ruttan (1985), possui um pacote tecnológico fruto de escolhas feitas com base em distorções dos preços relativos dos fatores, que austeramente foram influenciados por políticas públicas. Todavia, cabe evidenciar que qualquer alteração nos preços relativos possivelmente proporcionará uma nova estrutura nas bases técnicas para o desenvolvimento da agricultura.

Within this framework a change in the relative factor prices is itself a spur to innovation, and to invention of a particular type of technology, which is directed to

economizing the use of a factor which has become relatively expensive. In the context of agriculture, the seminal work was made by Hayami (1969) and Hayami and Ruttan (1971), who proposed a model of induced technical change for the agricultural sector, in which development and application of new technology is endogenous to the economic system. (KLUMP; CABRERA, 2008, p. 5).

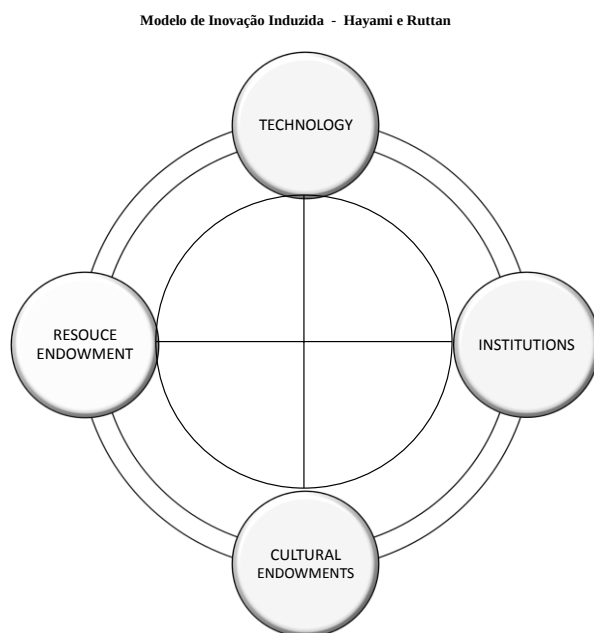
Produtos com alta elasticidade de preço de demanda teriam mais prioridade nas inovações. A pesquisa agrícola e o desenvolvimento tecnológico funcionariam, portanto, como resposta aos sinais de mercado como, por exemplo, na oferta da terra, que é inelástica, na qual os produtos terão aumento em função do desenvolvimento tecnológico, ou seja, as variedades mais produtivas em resposta ao incremento de fertilizantes anulam o crescimento econômico devido à escassez da terra (VIERA FILHO; SILVEIRA, 2012).

Mesmo esse debate estando voltado para a teoria evolucionista, vale destacar que a mudança técnica pode ser provocada pelas alterações dos preços relativos, porém, quando se substitui um insumo técnico pelo fator escasso, se caracteriza a presença de alterações institucionais, ou seja, “a teoria da inovação induzida fica condicionada a teoria institucionalista, pois o viés induzido da mudança técnica é mais complexo do que um ajuste de equilíbrio” (VIEIRA FILHO e SILVEIRA, 2012, p. 733).

Essa teoria é orientada no decorrer de uma trajetória eficiente, que sinaliza preços de mercado sob a condição de que estejam refletidas, de maneira também eficiente, mudanças na demanda e na oferta de produtos e fatores e que exista vínculo entre produtores rurais, instituições públicas de pesquisa e empresários agrícolas.

Não apenas a demanda, mas também a oferta de inovações institucionais é considerada no modelo de inovação induzida de Hayami e Ruttan que, para além das demais teorias, identifica e testa componentes que entram em outras teorias que tratam de tendências e mudanças históricas, econômicas e sociais. Contudo, mesmo com toda a tradição marxista, que defende a preponderância da mudança técnica sobre a mudança cultural e/ou a institucional, esse modelo combina recursos, tecnologias e instituições.

FIGURA 3 – Modelo de inovação induzida – Hayama e Ruttan.



Fonte: *Cooperatives and Local Development: Theory and Applications for the 21st Century*. Adaptação do gráfico de Marisa Egerstrom, elaborado pela autora.

O modelo de inovação proposto por Hayami e Ruttan foi ilustrado em *Cooperatives and local development: theory and applications for the 21st Century* e no trabalho de Lee Egerstrom, em 2004. A figura anterior, adaptada para este trabalho, esclarece as interações entre os principais componentes que sustentam ou induzem mudanças em uma economia local ou regional ou em um setor da economia, como a agricultura. Segundo Ruttan (1975), dos quatro elementos que induzem as mudanças, dois são herdados (cultura e recursos naturais), havendo uma relação de interesse em trabalhar esses fatores, e os outros dois são criações.

A ideia apresentada nas obras de Hayami e Ruttan (1998) espera promover uma teoria que incorpore, nos anseios de desenvolvimento da agricultura, as mudanças da base técnica com as mudanças institucionais. Nesse modelo, Hayami e Ruttan percebem que as instituições têm uma função primordial de criar instrumentos que promovam e disponibilizem tecnologias modernas para beneficiar o desenvolvimento rural (GOMES, 1986).

A inovação tecnológica na agricultura é desenvolvida em meio a complexos arranjos produtivos e de instituições públicas e privadas fomentadoras do conhecimento. Compreende-se que essa inovação decorre da acumulação do conhecimento, a princípio sendo constituída por um arcabouço teórico institucional, promotora de conhecimento público e de possibilidades tecnológicas.

3 PRODUÇÃO DE PESQUISA NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Por um longo período, a agricultura teve suas bases na extração dos recursos ofertados naturalmente na natureza, com poucas técnicas e, inclusive, com manejos mais simples. O processo de seleção de sementes e mudas é bastante antigo, tendo a atividade se expandido quando essas mudas foram levadas de uma região para outra. “A disseminação de espécies agrícolas foi de extrema importância para garantir a segurança alimentar” (DEL NERO, 2011). Ciente disto, percebe-se que as práticas de melhoramento genético são tão antigas quanto a agricultura, com início no período de domesticação das espécies e cultivo de plantas, onde o homem pôde estar próximo de várias espécies e passou a trocar genes de plantas que ele cultivava com plantas selvagens. Entretanto, o grande impacto que a ciência exerceu sobre o melhoramento de plantas aconteceu a partir de 1900, com a descoberta das leis da Genética por Gregor Mendel.

As primeiras abordagens teóricas da evolução do melhoramento genético são tratadas por Borém (2005), uma vez que o autor relata que a princípio, na década de 1920, surgiram os métodos de melhoramento clássico, cuja obtenção de novas variedades ocorreu por cruzamentos de indivíduos da mesma espécie ou de espécies próximas. Já na década de 1930 o marco científico foram as pesquisas da mutagênese e do uso da estatística. Nos anos 1940, houve a evolução da genética quantitativa, constituída nas bases da genética populacional, tendo como ponto inicial dados fenótipos e as relações entre os indivíduos. Posteriormente, a partir da década de 1950, surge a fisiologia, como norteadora das pesquisas e, em seguida, já nas décadas de 1960, 1970 e 1980, a bioquímica, a cultura de tecidos e a biologia molecular, respectivamente.

Ressalta-se que o melhoramento de plantas tem representado, para a agricultura brasileira, a possibilidade de atingir mais produtividade, com plantas mais tolerantes às pragas e doenças e, principalmente, por propiciar o cultivo de espécies em regiões onde até então isso não seria possível de maneira natural. Nas regiões brasileiras, de acordo com suas particularidades locais, a pesquisa na área agrícola tem encontrado caminhos para a resolução das dificuldades identificadas, como o aumento da produtividade e dos pilares do desenvolvimento sustentável, principalmente com investimentos em pesquisas e qualificação de recursos humanos. Além do mais, as pesquisas na agricultura são profundamente importantes no desenvolvimento de tecnologias que proponham o aumento da produtividade

com a redução dos impactos ambientais, da mesma forma que as questões ambientais não devem comprometer a produtividade (MORI et al., 2009).

A cultura da cana-de-açúcar, já bastante conhecida no Brasil, há séculos tem sido estimulada pela expectativa da sustentabilidade e do crescimento do mercado, e, por isso, o setor tem experimentado um sobressalto de produção e produtividade com base em um excelente progresso tecnológico, que marca o início das novas trajetórias da inovação tecnológica e das mudanças institucionais (CRAMER; ZEGVELD, 1991).

O conjunto de incentivos adotados pelo PLANALSUCAR e pelo Proálcool marcou um novo ciclo de pesquisa, que teve início com o apoio à expansão da cultura no país. Em um curto tempo, houve um excessivo aumento da área plantada com a cana-de-açúcar, que invadiu áreas que até então eram impróprias, reforçando que o setor sucroenergético tem apontado com um dos mais competitivos e que se fazem necessários investimentos em melhoramento genético para aumento da produtividade nas áreas plantadas.

Contudo, foi a instituição do Pagamento da Cana pelo Teor de Sacarose que produziu uma das maiores revoluções do agronegócio do século XX, com grande estímulo aos novos métodos de melhoramento de plantas. Sobretudo, a planta, quando possui uma maior proporção de sacarose, sofrerá, como resultado, um aumento do carboidrato, mas sem aumentar a biomassa, promovendo uma redução nos custos de colheita, transporte e produção (BONNETT; HEWITT; GLASSOP, 2006). Nessa perspectiva, o melhoramento genético tem dado condições para o crescimento da cana-de-açúcar no agronegócio. Além disso, os programas de pesquisa, que no Brasil tiveram início nesse mesmo período, hoje contam com importantes instituições de pesquisa da cana-de-açúcar como o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), fundado em 1887, com os primeiros trabalhos com cana-de-açúcar desde 1890 e com o início do programa de melhoramento genético da cana em 1933, tendo as primeiras variedades em 1959. São exemplos o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), criado em 1969 por um grupo de usinas, Canavialis, fundado em 2003, que atua no melhoramento clássico da cana-de-açúcar, e a RIDESA (BARBOSA; SILVEIRA, 2011).

De acordo com Landell (2003), os programas de destaque na área de melhoramento genético no Brasil são: Instituto Agrônomo de Campinas (IAC); programa de melhoramento da Cooperativa dos Produtores de Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo (COPERSUCAR) e o programa de melhoramento das Universidades Federais que compõem a Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético (RIDESA).

Em 1992, toda estrutura do PLANALSUCAR foi transferida para um conjunto de universidades federais, compondo assim a Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro, com o objetivo de dar continuidade ao desenvolvimento de pesquisas e melhoramento genético de cana-de-açúcar. (LOPES, 2011, p. 25).

A produção de tecnologia é essencial para a competitividade do setor canavieiro, cujos resultados são fruto de técnicas de melhoramento genético e das variedades melhoradas de cana-de-açúcar. Matsuoka et al. (2000) acreditam que esse progresso se deve ao sério trabalho empreendido nas atividades dos programas de melhoramento genético e à continuidade em médio e longo prazo.

A evolução do cultivo da cana-de-açúcar é dada pela importância dessa cultura. Mesmo ela sendo uma planta com grande complexidade genética, especialistas e pesquisadores têm avançado, ao longo dos anos, em pesquisas de melhoria genética, possibilitando novas variedades de cana-de-açúcar, com o aumento de produtividade, principalmente pela tolerância a pragas e doenças, mantendo o equilíbrio ambiental (MACEDO, 2007). Cabe ressaltar que essas complexidades genéticas têm prejudicado a compreensão do processo e dificultado a especialização da cultura, e isso reforça, por outro lado, que a pesquisa na área se tornou uma ferramenta indispensável. Nesse sentido, os estudos genéticos têm possibilitado um novo olhar sobre o cultivo da cana-de-açúcar.

3.1 O MELHORAMENTO DE PLANTAS: A CANA-DE-AÇÚCAR

O melhoramento genético de plantas é uma técnica que visa melhorar as culturas agrícolas utilizando os procedimentos da genética, hibridação, biotecnologia e indução artificial de mutações genética, sobretudo, “[o] melhoramento de plantas é a ciência, a arte e o gerenciamento dos recursos para o aperfeiçoamento das plantas visando o benefício da sociedade” (BERNARDO, 2002). Prossegue, à medida que outras áreas da ciência, como fisiologia, genética, estatística, agronomia e outras, estão em constante evolução, o que retrata uma nova realidade no melhoramento, o qual deixa de ser uma arte e se torna uma ciência (BORÉM, 2005).

Na cultura de cana-de-açúcar, a utilização do melhoramento genético tem a preocupação de obter da planta mais produtividade e tolerância aos fenômenos bióticos e abióticos (GARCIA et al., 2007), tendo como direcionador o uso de técnicas da engenharia

genética para sanar os problemas que possam prejudicar a agricultura, com vistas à redução de doenças e pragas, melhor qualidade dos produtos e menos estresse ambiental. É nesse sentido que Picelli (2010) reforça que as mudanças genéticas na planta são a principal razão para o aumento da produtividade e das características agronômicas dos cultivares de cana-de-açúcar. “Os trabalhos de melhoramento persistem até os dias atuais e conferem a todas as variedades em cultivo uma mistura das cinco espécies originais e a existência de cultivares ou variedades híbridas” (SANDOVAL; SENÔ, 2010).

À vista disso, Ming et al. (2002) descrevem cinco fases relevantes no melhoramento da cana, sendo: a) fase cruzamento e seleção de clones de cana nobre para a obtenção de cultivares nobres; b) fase onde ocorreram hibridações interespecíficas entre as canas; c) fase em que ocorreu o cruzamento das canas nobilizadas para produzir as canas híbridas; d) fase atual, desenvolvidas no cruzamento entre híbridos anteriores e a nobilização; e) uso de germoplasma selvagem.

Entretanto, Cortez (2010, p. 334) apresenta que:

De forma geral, as principais etapas de um programa de melhoramento para cana-de-açúcar são: i) a geração de variabilidade genética; ii) seleção e clonagem nas etapas iniciais; iii) seleção e clonagem através de experimentos com repetições; iv) realizações de ensaios de competição.

Entre as etapas de melhoramento genético, a ponderação de cultivares e a percepção dos métodos necessários é compreendida como a principal fase (CESNIK; MIOCQUE, 2004). Além disso, o manejo da cultura e a escolha do cultivar são fatores que afetam a produção e a evolução da cana-de-açúcar (CESAR et al., 1987). No entanto, o início do melhoramento genético da cana é marcado pelo acesso a populações com grande variabilidade genética, o que se obtém por meio de processo de hibridação para geração de populações segregantes (RESENDE, 2002).

Em cultivares de cana-de-açúcar, as principais características necessárias para o sucesso da cultura são: alta produtividade, alto teor de sacarose, variação no teor de fibra, brotação e tempo de durabilidade das socas, características de perfilhamento dos colmos, pouco florescimento e tolerância a pragas e doenças (BARBOSA; SILVEIRA, 2010).

Não raramente, o melhoramento da cana-de-açúcar pode acontecer por dois caminhos: pelo melhoramento genético clássico, que oferece possibilidades de novas combinações de genes por diferentes métodos, explora a genética quantitativa por meio da hibridação (o que

cruzar) e seleção (quanto, onde e como) e seleciona cada espécie (FERREIRA; FALEIRO, 2008); e biotecnologia, com a técnica da transgenia ou pela técnica de marcadores moleculares, que auxilia no melhoramento clássico, deixando a hibridação e seleção mais eficientes.

Um elemento eminentemente relevante no progresso da agricultura é o melhoramento genético, com numerosas técnicas de manipulação genética, podendo ser estas convencionais ou biotecnológicas. Não se intenciona empreender uma revisão metodológica da genética e de suas técnicas, visto que essa temática está extensamente disponível na literatura especializada.

Acentua-se, nessa compreensão, a dimensão do conhecimento do DNA, molécula responsável pela herança dos caracteres dos seres vivos, cujo alicerce de pesquisa inicia-se na era contemporânea da biotecnologia. Em princípio, a biotecnologia, por ser uma área multidisciplinar mais do que qualquer outra atividade, é uma das áreas de mais diálogo entre o universo da ciência, pesquisa e tecnologia. As várias definições encontradas para o conceito de biotecnologia se relacionam, necessariamente, por sua forma de utilização. “A natureza da pesquisa em biotecnologia é orientada pela busca do tipo de inovação que faz erodir as fronteiras entre ciência e tecnologia.” (RAMOS; BUAINAIN, 2007).

Em sua evolução científica, os estudos de biotecnologia apontam dois momentos importantes: primeiramente, os estudos dos pesquisadores Stanley Cohen e Hebert Boyer, com a descoberta do DNA recombinante e as pesquisas de César Milstein e Georges Kohler, com procedimentos científicos e tecnológicos na produção de anticorpos monoclonais, conhecida como tecnologia do “Hybrydoma” (RAMOS; BUAINAIN, 2007).

A biotecnologia tradicional é a prática mais utilizada há anos e se refere a técnicas que utilizam organismos vivos – agentes biológicos –, com o objetivo de desenvolver processos e produtos para usos específicos. Já a Biotecnologia, tratada atualmente como “moderna”, é fundamentada em uma junção de “blocos de conhecimento” (*building blocks*) puros, grande parte em estágio inicial, e em uma conjunção de pesquisas já consolidadas com novas áreas de conhecimento científico (KREUZER; MASSEY, 2002). Bell e Pavitt (1997), a propósito do tema, inferem que a profunda ligação da biotecnologia com a atividade científica é tratada pelos economistas como *science based sector*.

Figueiredo, Penteado e Medeiros (2006, p. 32-33) reforçam esse conceito, afirmando que:

A Biotecnologia pode ser definida como sendo a manipulação de seres vivos ou parte destes para produzir bens e serviços englobando tecnologias de diversos níveis, desde a fermentação, utilizada na produção de alimentos e bebidas até a manipulação genética, que resultou dos recentes avanços científicos no campo da biologia Molecular. Existe portanto, uma clara distinção entre atividades que envolvem antigas e modernas biotecnologias.

A utilização da biotecnologia tradicional já era utilizada há anos, com o uso de técnicas de fermentação, cultura de micro-organismos e cultura de tecidos animais e vegetais. Entretanto, a biotecnologia moderna teve seu marco inicial nos anos setenta, como resultado de descobertas científicas no campo de engenharia genética.

Os conceitos que norteiam a biotecnologia demonstram que tanto a tradicional quanto a clássica fazem uso de seres vivos disponibilizados na natureza ou, do mesmo modo, daqueles melhorados pelo homem, para que possam cumprir uma função produtiva específica, utilizando-se dessas funções na estruturação de uma rede de técnicas que será largamente disseminada (SILVEIRA, 2002b).

Os anos 1980 marcam os debates e as discussões sobre a aplicação da biotecnologia no setor agrícola. Matsuoka (1996) esclarece que, no século passado, várias lavouras de cana-de-açúcar apresentaram sérios problemas fitossanitários, comprometendo a produção e o setor industrial. Contudo, no cenário nacional a produção do etanol combustível tem se revelado uma excelente alternativa para minimizar a dependência do petróleo, embora o maior problema apresentado é que boa parte do território brasileiro não está apto para o cultivo da cana-de-açúcar. Nesse sentido, a biotecnologia se reforça e propicia condições para gerar plantas melhoradas geneticamente e adaptáveis a várias condições ambientais e com mais produtividade.

Os avanços da agricultura moderna têm sido proporcionados, em grande parte, pela ação do melhoramento genético promovido pelos denominados “melhoristas”, que são os profissionais/pesquisadores que se preocupam em desenvolver novos cultivares, com grande variedade de espécies e que atendam às demandas do mercado.

A eficiência desse processo, na visão de Pires (1993), resulta das habilidades do melhorista em todas as fases. Entretanto, cada cientista possui suas habilidades em perceber as possíveis diferenças de cada fase para que sejam direcionados à eficiência econômica, tornando essa ferramenta de grande relevância (BORÉM, 2005).

Em busca de contemplar esse universo de análise, percebe-se que cada melhorista tem a potencialidade de trabalhar com todas as espécies, sendo o elo entre pesquisa e extensão,

sobretudo no envolvimento com outros profissionais na coleção de germoplasma. Cada pesquisador preserva e avalia o germoplasma para disponibilizá-lo aos demais interessados na espécie. Os métodos utilizados são a preservação e a avaliação. Oportunamente, cada melhorista cria novos cultivares, com mais eficiência produtiva, considerando os aspectos tratados anteriormente.

Os estudos já realizados nas últimas décadas têm demonstrado a parceria entre universidades e centros de pesquisas, com a articulação do setor privado, para que a agroindústria sucroalcooleira se desenvolva por meio de P&D. Sem embargo, a evolução tecnológica e institucional e as expectativas do mercado apontam que a capacitação do melhoramento genético de plantas vem exigindo mudanças no perfil do melhorista de plantas, considerando-o como o agente mais importante na pesquisa de novos cultivares.

4 CIÊNCIA E CIENTISTAS

Os esforços para estudar a produção de conhecimento científico situam-se, tradicionalmente, em um *continuum* que se estende entre dois polos. De um lado, perceber o conhecimento científico como exclusivamente determinado por questões lógicas e voltado exclusivamente para seu próprio avanço traz-nos à mente a metáfora da “torre de marfim”. A antípoda a essa posição é a percepção do laboratório como um espaço social como outro qualquer, sem buscar suas especificidades. Apesar de essas posições serem caricatas, podem nos servir de limite para avançarmos na compreensão do fazer ciência, procurando identificar posições de equilíbrio que busquem, por um lado, identificar as especificidades da ciência e, por outro, mostrar como ela se insere em um contexto social mais amplo.

O objetivo deste capítulo é tentar perceber um modelo de interpretação da produção de conhecimento científico, de modo a compreender os limites nos quais agem os sujeitos de nossa pesquisa: os pesquisadores da RIDESA e da EMBRAPA.

É possível uma reflexão da ciência sobre a sua própria produção? Como se dá esse “olhar no espelho”? Apesar de se esperar que seja uma prática recorrente dos cientistas pensar a sua própria atividade, nos atemos à análise de uma tradição de debates sobre a ciência produzida por um grupo específico de cientistas: os sociólogos. Essa opção decorre do fato de já termos uma tradição nesse debate que nos ajudará a compreender essa articulação entre as especificidades da ciência e as pressões sociais.

Nessa perspectiva, iniciamos nossa análise com Karl Mannheim (1893-1947) e a “Sociologia do Conhecimento”, definida pelo autor da seguinte maneira: “enquanto teoria, procura analisar a relação entre conhecimento e existência; enquanto pesquisa histórico-sociológica, busca traçar as formas tomadas por esta relação no desenvolvimento intelectual da humanidade” (MANNHEIM, 1986, p. 286).

Dado o contexto intelectual vivenciado por Mannheim, a ideia de que, em alguma medida, a possibilidade de conhecimento está circunscrita ao contexto social tem nítida influência da perspectiva marxista e do conceito de ideologia. Porém, o autor afasta-se do conceito de ideologia por discordar da noção que ele carrega de um pensamento “falso” ou “distorcido” da realidade. Ao invés disso, considera que toda e qualquer percepção do real está inserida em um contexto histórico-social específico: “as estruturas mentais são inevitavelmente formadas diferentemente em conformações sociais e históricas diferentes”

(MANNHEIM, 1986, p. 287). Não se trata, portanto, de descobrir o “real” que se esconde por trás de algum discurso, mas de reconhecer que toda e qualquer possibilidade de conhecimento traz em si mesmo limites precisos, estabelecidos pelo contexto histórico-social.

Em termos de um projeto de investigação, o primeiro passo seria dado pela descrição das estruturas sociais e das formas pelas quais elas influenciam a produção de conhecimento. A partir disso é possível perguntar-se como essa relação se articula com a questão da validade.

Assim, lança-se a base para compreender a ciência como um produto social, esforço que será continuado por Robert Merton (1910-2003) desde sua tese de doutorado, publicada em 1938. Inspirado por Weber e pela ideia de um *ethos* capitalista (*A ética protestante e o espírito do capitalismo*), Merton se propõe a encontrar um *ethos* científico. Parte desse *ethos* pode ser encontrada no sistema de reconhecimento formulado na comunidade científica por meio de citações, publicações, etc. Porém, além desse sistema de reconhecimento interno podemos observar uma espécie de “contaminação” por meio do sistema de financiamento:

De esta forma, se configuran jeraquías en las estructuras sociales, y se definen roles como el de los pares evaluadores, editores o los administradores de la ciencia, que, dadas unas condiciones sociopolíticas, entran en conflicto o permiten el desarrollo de disciplinas científicas y la aplicación de sus conocimientos en la instrumentalidad de la solución de problemas en la sociedad. (OROZCO; CHAVARRO, 2010, p. 145).

Dessa forma, a ciência se institucionaliza em uma estrutura que envolve procedimentos internos e resposta a pressões externas. A autonomia relativa da ciência vai se dar por meio da formação do *ethos* anteriormente referido e Merton busca justamente a institucionalização desse *ethos*. Por exemplo, ao analisar as constantes disputas observadas na comunidade científica, ele notará que a explicação para elas não pode ser encontrada no egoísmo da natureza humana ou na personalidade contenciosa dos cientistas, mas nas próprias normas institucionalizadas: “*to say, however, that these conflicts are largely a consequence of the institutional norms of science itself comes closer, I think, to the truth. For, as I shall suggest, it is these norms that exert pressure upon scientists to assert their claims*” (MERTON, 1957, p. 639).

O desenvolvimento posterior dos debates na chamada “sociologia da ciência” conduz a posições particularmente radicais, levando a que se menospreze ao extremo as especificidades atribuídas à produção de conhecimento vis-à-vis outras atividades sociais

(BLOOR, 2010; LATOUR; WOOLGAR, 1997). Uma contribuição interessante a esse debate é estabelecida por Chalmers (1994) ao apresentar a distinção entre as críticas aos aspectos “cognitivos” e “não cognitivos” da ciência. Nestes últimos teríamos “a organização social da ciência, a influência da ciência sobre outros aspectos da sociedade e as influências contrárias” (CHALMERS, 1994, p. 110). Assim, se procura, segundo uma linha de interpretação, limitar a interpretação sociológica da ciência aos aspectos “formais”, tais como política científica, sociedades científicas, etc. Da mesma forma, seria possível estudar os claros exemplos de “má-ciência” como resultado de influências indevidas, tais como no caso da Biologia, na União Soviética (Lisenko), ou da Física, na Alemanha nazista (com a recusa de Hitler de apoiar uma “física” de judeus).

Contudo, Chalmers avança no esforço de identificar influências sociais para aspectos cognitivos da ciência. Um exemplo interessante seria dado por Darwin na elaboração da teoria da evolução, com grande influência (reconhecida pelo autor) da obra de Malthus (existia um exemplar do *Ensaio sobre o princípio das populações* no Beagle). Aliás, cabe reconhecer que a própria palavra “evolução” foi cunhada inicialmente por Spencer e estava muito mais voltada à análise da realidade social. Ainda, segundo o autor, as técnicas estatísticas empregadas por Maxwell para estudar o movimento aleatório das moléculas empregou técnicas que teóricos sociais empregavam para estudar regularidades em fenômenos sociais.

Esses exemplos levam Chalmers (1994, p. 119) a apresentar sua posição como uma versão da tradicional distinção entre descoberta e justificação:

Segundo essa distinção, a maneira como uma teoria vem a ser proposta é um tipo de questão que exige uma resposta história, ao passo que a forma pela qual ela é justificada como conhecimento satisfatório é outra espécie de questão, que exige uma resposta epistemológica.

De acordo com a perspectiva proposta por Chalmers, é possível perceber como fatores sociais podem, eventualmente, ter algum peso na elaboração de uma teoria científica. Porém, sua avaliação ficaria restrita aos pares.

A concepção que Chalmers apresenta de perceber influências sociais nos fatores cognitivos ou não cognitivos permite uma leitura interessante da obra de Thomas Kuhn. Ao discordar da visão de Popper, para quem a ciência busca sempre falsear os modelos teóricos propostos, Kuhn mostra certo “apego” dos cientistas a alguns modelos dominantes, denominados por ele de Paradigma. Assim, enquanto Popper mostra uma atividade científica

voltada à contestação dos modelos teóricos, Kuhn expõe sobre a chamada “ciência normal”, uma atividade de quebra-cabeça voltada a comprovar o paradigma para adequá-lo à realidade. Na perspectiva kuhniana, vemos claramente o papel de socialização das novas gerações, que faz com que elas reproduzam os modelos vigentes em determinada comunidade científica:

Com a escolha do termo [paradigma] pretendo sugerir que alguns exemplos aceitos na prática científica real [...] proporcionam modelos dos quais brotam as tradições coerentes e específicas da pesquisa científica. São essas tradições que o historiador descreve com rubricas como: “astronomia ptolomaica [...] O estudo dos paradigmas, muitos dos quais bem mais especializados do que os indicados acima, é o que prepara basicamente o estudante para ser membro de uma comunidade científica determinada na qual atuará mais tarde. Uma vez que ali o estudante reúne-se a homens que aprenderam as bases de seu campo de estudo a partir dos mesmos modelos concretos, sua prática subsequente raramente irá provocar desacordo declarado sobre pontos fundamentais. Homens cuja pesquisa está baseada em paradigmas compartilhados estão comprometidos com as mesmas regras e padrões para a prática científica. (KUHN, 1998, p. 30).

Na citação anterior, podemos identificar uma série de elementos que poderiam ser empregados para mostrar como se pode identificar fatores sociológicos mesmo na formulação científica (em uma perspectiva *stricto sensu*). Nesse caso, não estamos nos remetendo à influência de outras áreas sociais, mas a uma ação social na própria prática da ciência. O conceito de paradigma nos permite perceber que existe uma ideia de adesão a determinado modelo em detrimento de outros. Por exemplo, quando Kuhn apresenta as situações de crise dos paradigmas podemos observar a emergência de modelos que disputam entre si. Por motivos que o autor não explora, um desses modelos recebe a adesão da comunidade científica. Mais importante ainda, o processo de formação das novas gerações de pesquisadores se dá, basicamente, por mecanismos de socialização que tomam por referência o paradigma vigente. Isso leva a um profundo comprometimento dos cientistas, por meio de reprodução de normas e procedimentos científicos. Isso implica comprometimento para além de fatores puramente lógicos: “Não haverá argumento puramente lógico que demonstre a superioridade de um paradigma sobre outro e que force, assim, um cientista racional a fazer a mudança.” (CHALMER, 1993, p. 132).

É interessante observar como são os jovens praticantes da ciência, na perspectiva de Kuhn, aptos a propor novos modelos em uma crise dos paradigmas, justamente por terem uma adesão menor ao modelo dominante que os praticantes mais antigos de profissão. Esse ponto será retomado por Bourdieu mais adiante em nosso texto.

Após expor essa visão panorâmica sobre os autores mais significativos na percepção da prática científica como uma prática social, apresentamos o autor que fundamenta as análises de nosso objeto: Pierre Bourdieu. A abordagem fornecida por Bourdieu também procura identificar qual o grau de autonomia da ciência frente aos demais aspectos da vida social, assim como outros autores anteriormente citados. Uma das preocupações centrais de Bourdieu é refletir sobre a autonomia da ciência frente às outras esferas (campos) da vida social, porque para ele essa autonomia, conquistada durante um longo processo, encontra-se ameaçada: "A autonomia que, a pouco e pouco, a ciência conquistou aos poderes religiosos, políticos ou até mesmo econômicos, e, pelo menos parcialmente, às burocracias estatais que lhe asseguram as condições mínimas de independência, está muito enfraquecida" (BOURDIEU, 2004, p. 7).

É interessante observar que para Bourdieu a maior ameaça à autonomia da ciência ocorre justamente pelo significado econômico que a pesquisa adquire em certas áreas, especialmente no campo de pesquisa desta tese: a tecnologia biológica voltada à agricultura:

Tudo leva a pensar que as pressões econômicas são cada vez maiores, principalmente nos domínios em que os produtos da investigação são altamente rentáveis, como a medicina, a biotecnologia (especialmente em matéria agrícola) e, de forma geral, a genética. (BOURDIEU, 2004, p. 7-8).

O problema de pesquisa da obra de Bourdieu sobre ciência articula-se com o restante da produção intelectual do autor, que procura analisar os diversos campos constituintes da sociedade. Assim, a pergunta apresentada por ele é justamente esta: constitui a Ciência um campo de pesquisa para a análise do sociólogo?¹⁴

Para responder a essa pergunta, Bourdieu apresenta uma revisão das principais posições encontradas na Sociologia da Ciência antes de posicionar-se sobre o tema. Antes de abordar as posições, o autor atenta para o fato de observarmos uma pluralidade de abordagens, de modo geral remetidas a um autor de referência:

Cada protagonista desenvolve uma visão desta história conforme os interesses ligados à posição ocupa nesta história, sendo as diferentes narrações histórias

¹⁴ "Somos assim levados a uma última questão: se é indiscutível que o mundo científico é um mundo social, será que podemos perguntarmo-nos se é um microcosmo, um campo análogo (com algumas diferenças que se devem especificar) a todos os outros e, em particular, aos outros microcosmos sociais: campo literário, campo artístico, campo jurídico? [...] Será que é um campo como os outros, e se não for o caso, quais são os mecanismos que constituem a sua especificidade e, ao mesmo tempo, a irredutibilidade à história daquilo que aí se engendra?" (BOURDIEU, 2004, p. 14).

orientadas em função da posição daquele que as faz, não podendo portanto aspirar ao estatuto de verdade indiscutível. (BOURDIEU, 2004, p. 21).

Bourdieu inicia sua trajetória de investigação do subcampo da sociologia da ciência por uma análise da produção inspirada em Merton, que ele chama de "uma visão encantada". Isso porque, segundo Bourdieu (2004, p. 24), essa produção enfatiza a funcionalidade da ciência ou dos mecanismos de reconhecimento produzidos pelos cientistas: "a 'comunidade científica' é uma dessas entidades coletivas, que alcança seus fins através de mecanismos sem sujeito orientados para fins favoráveis aos sujeitos". Assim, o sistema de competição e de reconhecimento teria a propriedade de fazer avançar a ciência, reconhecendo o que seria a melhor ciência. A crítica de Bourdieu a este modelo interpretativo é que ele não faz referência aos mecanismos de resolução de conflitos científicos.

A seguir, Bourdieu analisa a obra de Thomas Kuhn, mostrando como ela ressalta a ruptura e, portanto, contrapõe-se a uma perspectiva acumulativa da ciência. Da mesma forma, aponta que Kuhn elabora a própria ideia de "comunidade científica" e, assim, se enfatiza a prática da ciência como atividade profissional, visto a longa formação necessária para o domínio do paradigma predominante em cada uma das ciências. O próprio direcionamento da ciência seria voltado não para a produção de novas teorias, mas para a adequação da teoria dominante à realidade por meio da solução de quebra-cabeça.

Na interpretação de Bourdieu (2004, p. 29), a própria noção de paradigma, central na teoria de Kuhn, constitui o substrato para a compreensão da comunidade científica:

O paradigma é o equivalente de uma linguagem ou de uma cultura: determina as questões que podem ser formuladas e as que são excluídas, o pensável e o impensável; sendo simultaneamente um conhecimento adquirido e um ponto de partida, é um guia para ação futura, um programa de investigações a empreender, mais do que um sistema de regras e normas.

Pela análise de Bourdieu existe, na elaboração de Kuhn, uma percepção da ciência como um campo específico, na medida em que apresenta regras próprias de funcionamento que o "descolam" da sociedade, porém, essa perspectiva não é desenvolvida pelo autor. Isso se dá porque Kuhn não perceberia que "uma das propriedades paradoxais dos campos muito autônomos, ciência ou poesia, é o fato de tenderem a já não ter outro laço com o mundo social senão as condições sociais que asseguram a sua autonomia relativamente a esse mundo" (BOURDIEU, 2004, p. 29).

Apesar da obra de Kuhn apresentar como elemento central a noção de revolução científica, Bourdieu considera que não propõe um modelo coerente para explicar a mudança, pois ele percebe que Kuhn esgota a mudança ao embate entre os defensores dos paradigmas vigentes e aqueles que propõem modelos alternativos durante a própria etapa da crise dos paradigmas. Segundo Bourdieu (2004, p. 30), falta considerar que nos momentos de crises paradigmáticas os propositores de novos modelos podem sentir-se reforçados "pela queda das barreiras entre a ciência e as grandes correntes intelectuais no seio da sociedade". Nesse embate, podemos perceber uma proposta que relativiza a autonomia do campo científico, "relativismo" que reflete em uma leitura interessante que Bourdieu faz da obra de Kuhn: a percepção que seu sucesso se deve ao contexto histórico no qual é formulada. O fato de ter sido divulgada nos anos 1960, marcados por elementos de contracultura, garantiu o sucesso de uma produção intelectual que enfatizava o papel da revolução científica, lido como crítica ao *status quo* acadêmico.

O próximo autor analisado por Bourdieu é David Bloor, que estuda a produção da ciência a partir das normas socioculturais impostas por grupos particulares, uma análise das atividades sociolinguísticas de grupos de pesquisadores: "As normas científicas tem os mesmos limites que os grupos pelos quais são impostas" (BOURDIEU, 2004, p. 33). Essa perspectiva fornece elementos para perceber alguma relação entre o campo científico e o restante da sociedade, a partir da abordagem de Barry Barnes, ao permitir perceber que "os interesses sociais suscitam táticas de persuasão, estratégias oportunistas e tendências culturalmente transmitidas que influenciam o conteúdo e o desenvolvimento do conhecimento científico." (BOURDIEU, 2004, p. 34). Para Bourdieu (2004), Bloor e Barnes se baseiam na subdeterminação da teoria pelos fatos, segundo a qual não existe uma articulação perfeita entre as teorias e os fatos, além de distintas teorias poderem recorrer aos mesmos fatos. Essa perspectiva tende a contrapor-se à ideia de consenso entre os pesquisadores proposta por Kuhn, remetendo o autor a uma espécie de conformismo social. Na interpretação de Bourdieu (2004, p. 36), essa abordagem aponta que "os cientistas insistem no fato de os dados experimentais não bastarem por si para determinar em que medida uma experiência pode validar ou invalidar uma teoria, e é o consenso no seio de um núcleo central (core set) de investigadores interessados que determina se uma questão está ou não solucionada". Ou seja, mais do que a lógica interna à ciência, prevaleceriam as soluções dadas pela articulação entre os cientistas.

Ao analisar os estudos que têm por objeto os laboratórios, Bourdieu (2004, p. 37) ressalta que eles mostram os aspectos simbólicos da produção do conhecimento científico não apenas no espaço do laboratório, mas também na publicação de artigos: “os melhores cientistas rejeitam os resultados desfavoráveis como aberrações que omitem dos relatórios oficiais, como por vezes transformam experiências equívocas em resultados decisivos ou modificam a ordem em que as experiências foram feitas, etc.”. Com isso, temos uma visão da ciência muito mais “burocrática” e empobrecida, com pouco espaço para a paixão e a imaginação. A partir dos estudos de G. Nigel Gilbert e Michael Mulkay, Bourdieu identifica dois repertórios presentes nas comunicações científicas: o primeiro, denominado de “repertório empirista”, procura reproduzir ao máximo a “neutralidade” científica, com uma linguagem impessoal e técnica e ênfase na repetição dos experimentos; já o “repertório contingente”, mais informal, é reconhecido pelos cientistas como contendo um “sentido intuitivo da investigação”, dependente de um estreito contato social. É interessante observar como essa duplicidade persiste nos próprios laboratórios, onde os cientistas têm conhecimento de uma face “publicável” do conhecimento produzido, que deve ser formulada de modo a “mascarar” a realidade vivida. Como exemplo Bourdieu cita uma interessante passagem da obra de Gilbert e Mulckay (1984, p. 176), na qual os autores reproduzem trechos de manuais encontrados nos próprios laboratórios e que satirizam a produção científica em forma de “tradução”. A seguir produzimos um quadro adaptado da obra de Bourdieu para ilustrar essa afirmação:

QUADRO 1 – O que o cientista fala e o que gostaria de falar.

O que o cientista fala	O que gostaria de falar
Desde há muito que se sabe...	Não me dei ao trabalho de procurar a referência
Embora não tenha sido possível dar respostas definitivas a estas questões...	A experiência não resultou, mas pensei que poderia pelo menos publicar qualquer coisa sobre ela
Três das amostras foram escolhidas após um estudo pormenorizado	Os resultados das outras não tinha qualquer sentido e foram ignoradas
Danificado acidentalmente durante a montagem	Caiu ao chão
De grande importância teórica e prática	Interessante para mim
Sugere-se que... sabe-se que...	Eu penso
Pensa-se geralmente que...	Outros tipos também pensam.

Fonte: Adaptado de Bourdieu (2004, p. 40).

Com a reprodução desse quadro Bourdieu procura mostrar que é um elemento muito comum da vida social a coexistência de uma perspectiva “oficial” e outra “prática” em um

número significativo de discursos. Eventualmente, poderíamos encontrar situações comuns na prática da medicina, do magistério, de esportes, etc. Assim, não se trata de enganar o leitor, mas de reconhecer e legitimar os próprios fundamentos da prática científica.

Ao analisar a obra *Laboratory Life*, de Latour e Woolgar (1997), Bourdieu apresenta uma concepção de ciência estruturada em torno do laboratório, considerado como uma realidade artificial, isolada do mundo exterior física e socialmente. Ao reforçar a artificialidade da produção científica, segundo Bourdieu (2004, p. 43-44), esses autores incorrem no equívoco de radicalizarem na crítica, atribuindo um caráter ficcional ao fato científico:

Latour e Woolgar sublinham o papel muito importante que, no trabalho de fabricação de fatos como ficção, cabe aos textos. Concluem que os investigadores que observaram durante o estudo do Salk Institute não tinham como objeto das suas experiências as coisas em si mesmas, mas dados compilados por técnicos que trabalham com instrumentos de registro.

Nessa perspectiva, criticada por Bourdieu, o trabalho científico comunicado (o *paper*) torna-se essencialmente uma atividade literária e interpretativa. Mais do que isso, a ciência é vista como um discurso ficcional, dentre outros, mas que consegue se impor: “[o] universo da ciência é um mundo que consegue impor universalmente a crença em suas ficções” (BOURDIEU, 2004, p. 45).

A principal crítica de Bourdieu às análises apresentadas refere-se ao fato de apresentarem uma visão muito “estanque” da produção de conhecimento científico. Assim, a proposta do autor é compreender o laboratório como inserido em uma estrutura mais ampla, composta pelo conjunto de laboratórios que compõem a disciplina em análise¹⁵. Dessa forma, procura articular fatores internos e externos aos laboratórios, à semelhança do esforço da sociologia em articular micro e macro fundamentos à ação, e o faz recorrendo à noção de *campo*, central em sua obra: “o campo científico, tal como outros campos, é um campo de forças dotado de uma estrutura e também um espaço de conflitos pela manutenção ou transformação desse campo de forças” (BOURDIEU, 2004, p. 52). Por essa concepção, tanto a ação dos indivíduos, considerados de forma isolada, quanto a ação do conjunto de indivíduos inseridos no mesmo campo deve ser levada em consideração na análise. O possível

¹⁵ “O laboratório é um micro-cosmo social situado num espaço que abrange outros laboratórios constitutivos de uma disciplina (ela própria situada num espaço, também hierarquizado, de disciplinas) e que deve uma parte muito importante das suas características à posição que ocupa nesse espaço.” (BOURDIEU, 2004, p. 51-52).

conhecimento do campo se dá por meio da revelação dessa dinâmica entre indivíduos e estruturas. Isso decorre do fato de não existir um campo *a priori*, mas de ele ser moldado pela ação conjunta dos indivíduos concretos. O campo é construído à medida que ocorrem as interações, sem uma perspectiva finalista, em uma constante interação entre indivíduos e estrutura: “são os agentes, ou seja, os cientistas isolados, as equipes ou laboratórios, definidos pelo volume e pela estrutura do capital específico que possuem, que determinam a estrutura do campo que os determina.” (BOURDIEU, 2004, p. 52-53).

A interação entre os atores sociais no campo não se realiza de forma igualitária, pelo contrário, está implícita uma insuperável desigualdade de recursos, que Bourdieu chama de capital. Apesar de tomar por referência a esfera econômica, o capital, na perspectiva do autor, não se limita aos recursos financeiros, mas abrange diversos outros recursos que podem ser desigualmente distribuídos: políticos, sociais, culturais, etc. No caso específico, Bourdieu (2004, p. 53) considera o capital científico como uma espécie de capital simbólico: “[o] capital científico é uma espécie particular de capital simbólico, capital fundado no conhecimento e no reconhecimento”. Na medida em que está fundamentado no reconhecimento, ele funciona como uma espécie de crédito ou crença atribuída pelos outros atores sociais. A estrutura do campo será determinada justamente pela distribuição do capital, na medida em que reflete a distribuição de forças. Isso não significa uma imposição direta de vontades, mas alterações (ou possibilidades de alterações) nas oportunidades dos diferentes atores. Um exemplo para ilustrar esse ponto seriam as diferentes possibilidades que se apresentam a um cientista em início de carreira e um cientista com elevado reconhecimento por seus pares (um ganhador do prêmio Nobel, por exemplo).

A partir da teoria de campo, Bourdieu apresenta duas questões articuladas: o campo científico pode ser compreendido a partir da teoria geral dos campos? Quais as especificidades do campo científico? Para responder a essas questões o autor se vale, além do conceito de campo, de outro conceito fundamental de sua obra: o de *habitus*, o que pode ser observado quando ele (2004, p. 54) retrata o agir “concreto” do fazer ciência: “[c]ada ato científico é, como qualquer prática, produto do encontro entre duas histórias, uma história incorporada na forma de disposições e uma história objetivada na própria estrutura do campo”.

Como principal especificidade do campo científico, Bourdieu aponta a própria história e tradição da ciência. Isso implica um acúmulo de procedimentos e rotinas que limita e orienta

as ações dos praticantes da ciência contemporânea no espaço de manobra em que os atores sociais interagem, como já visto, em função da própria estrutura do campo. Essa estrutura é marcada pela distribuição desigual de capital, que pode se dar desde uma hierarquia extremamente rígida até uma situação de distribuição bastante homogênea. No caso do campo científico, os atores que detêm maior capital são designados por Bourdieu como dominantes e os dominados como *challengers*. O poder dos dominantes está, acima de tudo, na capacidade de formular uma visão de ciência mais favorável aos seus interesses.

Cabe ressaltar que temos diversos níveis de análise. Podemos tanto considerar o objeto de análise “campo” como composto por toda a comunidade científica de uma determinada disciplina, como um laboratório em particular. É importante destacar que na obra de Bourdieu a própria definição de campo é construída pelo pesquisador. Assim, podemos realizar estudos que tomem por objeto um determinado laboratório, utilizando as mesmas categorias de análise empregadas para estudar um campo científico mais amplo: “[o] próprio laboratório é um campo [...] que dispõe de uma certa autonomia” (BOURDIEU, 2004, p. 56). Para esse campo, a estratégia de pesquisa é a mesma que para os outros campos: identificar a distribuição de poder (capital) que o estrutura.

Bourdieu defende introduzir o conceito de *habitus* como forma de combater o que ele chama de “ilusão escolástica”, que seria conceituada como uma espécie de viés de análise da ciência que enfatiza, para ele em excesso, a lógica e a razão científica. A partir de uma análise *ex post*, o estudioso da ciência tenderia a ignorá-la como produção de uma ação social, atendo-se à sua lógica interna de produção. Assim, a introdução do *habitus* propicia uma análise da prática científica: “[r]eintroduzir a ideia de *habitus* remete as práticas científicas [...] para a ideia de “ofício”, ou seja, um sentido prático dos problemas a tratar, das maneiras adaptadas para os tratar, etc.” (BOURDIEU, 2004, p. 59).

A introdução do conceito de *habitus* permite entender a ciência (ou o laboratório) como atividade prática, composta por rotinas – muitas vezes manuais – progressivamente aprendidas. Isso implica ver a prática da ciência como um duplo desafio, seja no domínio teórico, seja no domínio prático. No entanto, esse domínio prático tem muito menos “glamour” (capital simbólico) e, portanto, tende a ser menosprezado tanto pelos cientistas quanto pelos que estudam a ciência. Apesar desse pouco reconhecimento da prática, é importante ressaltar que os equipamentos do laboratório e seu manuseio são a objetivação da

própria ciência: “para manipular utilizamos instrumentos que são concepções científicas condensadas e objetivadas num conjunto de aparelhos” (BOURDIEU, 2004, p. 61-62).

Existe uma correspondência entre a teoria e os instrumentos científicos que pode ser observada no próprio cientista. O próprio *habitus* do cientista é a objetivação, em alguma medida, do seu campo de conhecimento. Existe um processo de adesão do cientista aos valores, às regras e práticas de seu campo, que se estrutura ao longo de sua formação profissional. Essa objetivação se manifesta tanto na prática da ciência quanto em sua divulgação por meio de *papers*, nos quais se observa a reprodução da linguagem e da estrutura de texto comum à área. Da mesma forma, pode-se observar que a prática presente nesses textos é a preconizada e ritualizada, diferentemente da verdadeira prática científica.

Na perspectiva de Bourdieu temos a dinâmica entre indivíduo e estrutura, traduzida pelos conceitos de campo e *habitus*. Devemos compreender a estrutura do campo, sua estrutura de distribuição de capital, suas relações de poder, mas sem esperar que os indivíduos sejam a mera objetivação dele, inclusive porque distintos fatores podem influenciar a forma com que os indivíduos implementarão suas práticas:

Esses sistemas de disposições variam conforme as disciplinas, mas também conforme princípios secundários como os trajetos escolares ou até sociais. Por conseguinte, pode-se supor que os *habitus* são princípios de produção de práticas diferenciadas de acordo com variáveis de gênero, origem social, certamente de nação... (BOURDIEU, 2004, p. 64)

Para Bourdieu, entender a ciência como um campo permite evitar problemas identificados por ele ao tratar os cientistas como compondo uma comunidade: a percepção de que a comunidade científica forma um grupo homogêneo. Pelo contrário, o conceito de campo permite romper com uma visão idealizada da ciência, na qual todos os atores agiriam de forma altruísta em busca da “verdade”; ele permite ver o universo científico como “universo de disputas pelo ‘monopólio da manipulação legítima’ dos bens científicos” (BOURDIEU, 2004, p. 68). Por outro lado, permite também perceber que existem pontos de convergência, de normatização de conduta, que condicionam as próprias disputas. Não se trata, portanto, de algo à semelhança do “reino da natureza hobesiano”, e a produção de instituições científicas deve ser compreendida nesse sentido, tais como organizações, sociedades, etc. Cada área tem sua sociedade, como a Sociedade Brasileira de Sociologia; a Associação Brasileira de Antropologia; a Sociedade Brasileira de Física, etc. Além de uma perspectiva corporativista,

de defesa dos interesses dos membros em nome, essas sociedades ajudam a regular as formas pelas quais as disputas se darão.

A perspectiva de Bourdieu (2004, p. 70) é interessante justamente ao ressaltar a autonomia relativa que o campo científico apresenta em relação aos demais setores da sociedade. Essa autonomia significa “que o sistema de forças constitutivas da estrutura do campo (tensão) é relativamente independente das forças que se exercem sobre o campo (pressão)”. Pensemos no tradicional debate, no caso brasileiro, sobre a aplicação da ciência. O Brasil, nos últimos decênios, tem observado um aumento expressivo de sua produção científica, que, por sua vez, não é acompanhado da produção tecnológica, aferida por meio de patentes. Podemos observar uma estrutura que recompensa em demasia a produção de ciência “convencional” (por exemplo, *paper*) em detrimento da ciência aplicada. Seria interessante uma análise da produção dos cientistas contemplados com Bolsa de Produtividade do CNPq para percebermos como, provavelmente, temos uma expressiva participação da produção de artigos científicos como principal fator de reconhecimento de mérito. Isso partindo do pressuposto de que essa bolsa é o principal instrumento de reconhecimento de mérito na comunidade científica brasileira atualmente. Esse exemplo mostra como o campo científico pode desenvolver mecanismos de reconhecimento (capital simbólico) próprios da ciência, com pouca influência do campo econômico, por exemplo.

Nessa perspectiva, a autonomia é resultado de um processo histórico, de conquistas dos praticantes da ciência. Um dos principais elementos desse processo, no caso das ciências da natureza, foi a crescente importância da matemática, especialmente na física. Isso ocorre pela separação entre profissionais e amadores, pois o domínio da matemática como linguagem excluirá não apenas os possíveis produtores como também os possíveis consumidores (de artigos científicos) de ciência. É interessante como podemos observar hoje um caminho de volta: em busca de legitimação, as ciências têm cada vez mais incentivado a produção de um conhecimento voltado para o público leigo. Um claro exemplo disso é o trabalho do astrofísico Carl Sagan (1934-1996).

O processo de autonomização do campo científico prossegue por meio da constituição de um corpo especializado, voltado para uma prática específica (investigação científica) em locais próprios, especialmente na Universidade. Temos, portanto, a constituição de “profissionalização” da ciência.

Um dos fatores de autonomia do campo científico reforçado por Bourdieu (2004, p. 74) diz respeito ao requisito de admissão, que implica tanto a competência para dominar a linguagem e a teoria científica quanto os valores dominantes:

O requisito de admissão é a competência, o capital científico incorporado, que se tornou o sentido do jogo, mas é também a apetência, a libido *scientifica*, a *illusio*, crença não só naquilo que está em jogo, mas também no próprio jogo, ou seja, no fato de o jogo valer a pena ser jogado.

A competência se traduz na materialização do conhecimento acumulado ao longo de gerações de praticantes da ciência. Tanto é o domínio teórico quanto o domínio prático, ou o *habitus* científico nas palavras de Bourdieu, uma perspectiva de certo automatismo do saber/fazer ciência.

5 RIDESA E EMBRAPA

5.1 RIDESA

A ideia de consolidar uma rede em pesquisa de cana-de-açúcar surgiu antes do Proálcool, no início da década de 1970, com a criação do Instituto de Açúcar e Alcool (IAA), com o objetivo de coordenar toda a produção e comercialização da atividade sucroalcooleira. Em seguida, ocorreu a constituição do Programa Nacional de Melhoramento Genético de Cana-de-açúcar (PLANALSUCAR), vinculado ao IAA e que desenvolvia, também nessa década, um programa em âmbito nacional que teve como meta a obtenção de novos cultivares com elevados índices de produtividade e mais resistência a pragas e doenças, em substituição àqueles até então cultivados no país (BARBOSA; SILVEIRA, 2010).

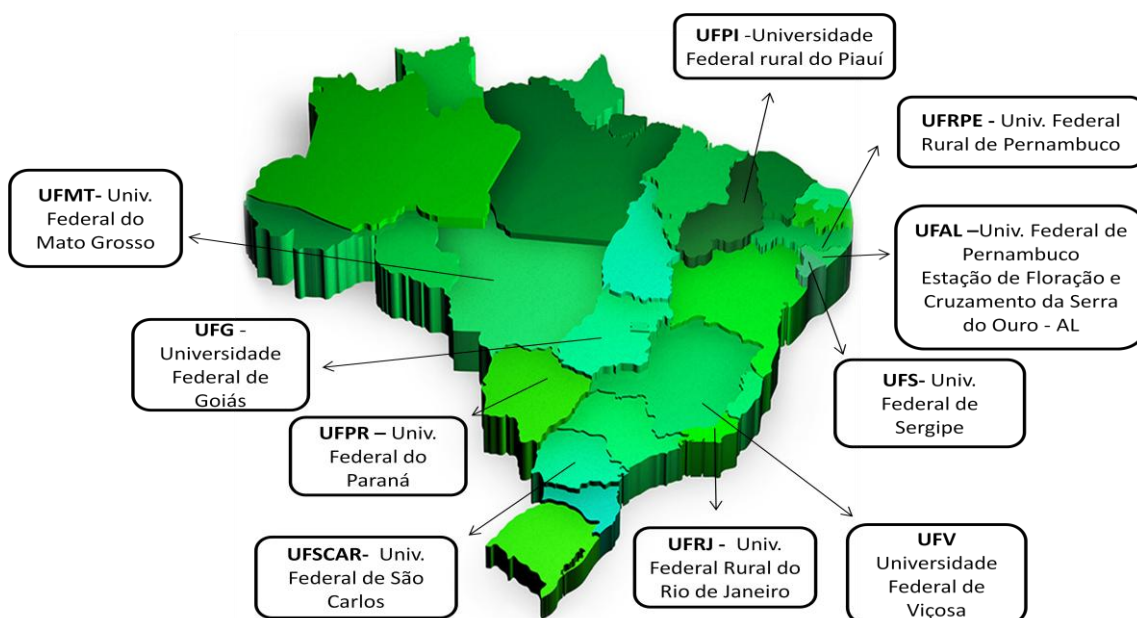
O PLANALSUCAR possuía um sistema de difusão de tecnologias para o fornecimento de produtos, serviços e conhecimentos técnicos disponíveis de forma mais rápida. Esse sistema baseava-se numa ação integrada, onde adaptação, criação e difusão de tecnologia eram desenvolvidas de forma direta ou através de convênios com instituições que estavam capacitadas para esse fim. A ação começava nas áreas Pesquisa e Desenvolvimento onde as informações básicas obtidas eram transformadas em produtos e serviços, utilizados pelos usuários. (CATÁLOGO NACIONAL DE VARIEDADES “RB” DE CANA-DE-AÇÚCAR, 2010).

Esse programa de melhoramento genético – o qual obteve excelentes variedades da sigla RB (República Brasil) – engendrou quatro estações experimentais situadas em Carpina-PE, Rio Largo-AL, Campos-RJ e Araras-SP, com parcerias para o desenvolvimento de uma nova proposta de produção de tecnologia para o setor, principalmente novas variedades de cana. Nesse período articularam-se vários grupos de pesquisadores em cada estação, diversas áreas como solos, herbicidas e controle biológico de pragas, além de um grupo que promoveu o desenvolvimento de um grande banco de germoplasma em Alagoas. Posteriormente, passados alguns anos, veio o Programa Nacional de Alcool (PROÁLCOOL).

Na década de 1990, logo após a extinção do PLANALSUCAR, um grupo de professores e pesquisadores de várias Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) adotaram como estratégia, para dar continuidade às pesquisas sobre o melhoramento da cana-de-açúcar, incorporar todo o arcabouço técnico científico e, ainda, toda a infraestrutura e estação experimental do programa, como patrimônio científico, físico e pessoal. Nesse período, todo o acervo foi repassado para um grupo de sete universidades federais (UFPR,

UFSCar, UFV, UFRRJ, UFSE, UFAL e UFRPE) e, mais tarde, elas formariam a Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético (RIDESA) (SOUZA, 2011; DUNHAM, 2009). Entretanto, “nesta etapa, acordou-se que toda a área de cana-de-açúcar seria repartida entre as IFES formadoras da rede e que, com a demonstração do interesse por outras instituições federais de ensino em assumir a parceria e desenvolver a atividade no seu Estado, poderiam ser acrescentadas como membros da rede.” (RIDESA, 2010, p. 7), incluindo, assim, UFPI, UFG e UFMT.

FIGURA 4 – Mapa das estações experimentais da Rede Interuniversitária para Desenvolvimento do Setor Sucroenergético – RIDESA.



Fonte: Elaboração própria a partir de RIDESA (2012).

O marco dessa fase é a estruturação de um aporte teórico e técnico feito pela colaboração dos agentes envolvidos para aprimorar as pesquisa da cana-de-açúcar com base nos conceitos de redes (FREY, 2003). Nesse conceito, a RIDESA tem se estabelecido a partir de um desenho mais amplo, cujos atores trabalham considerando os interesses dos demais participantes, sabendo que esse modelo possibilita o sucesso dos objetivos individuais. A respeito desse princípio, a rede é responsável, atualmente, por grande parte das pesquisas em biotecnologia e fitossanidade, gestão ambiental, sociologia, solos, sobretudo em pesquisas fundamentais de transferência de tecnologia e melhoramento genético.

Nos dias de hoje, a RIDESA integra várias atividades, se destacando no aporte técnico científico de melhoramento da cana e biotecnologia e no levantamento de informações genômicas para o desdobramento de novas variedades, além da condução e coordenação de contratos, fontes de recursos e direitos de propriedades correspondentes à variedade RB.

Nesses vários anos de estudos, a preocupação das universidades sempre foi prosseguir com as pesquisas implantadas anteriormente, o que motivou a manutenção da sigla RB (República Brasil), antiga PLANALSUCAR, registrada no *Germplasm Committee of International Society of Sugar Cane Technologists*¹⁶ e utilizada na identificação dos cultivares.

Atualmente, mais de 60% das áreas cultivadas com cana-de-açúcar são variedades RB, sendo o mais utilizado, no Brasil, o “RB 867515”, desenvolvida pela Universidade de Viçosa e devidamente protegida pelo Sistema Nacional de Cultivares (SNPC) por ser importante na produção de açúcar e álcool, bem como da forragem (BARBOSA; SILVEIRA, 2011).

Mesmo dando sequência em algumas regiões, apesar das dificuldades a movimentação das pesquisas para a obtenção de cultivares RB foi retomada por intermédio de um modelo de parceria público-privada, com o aporte de recursos da iniciativa privada para financiamento das pesquisas. Essa parceria proporcionou, em 2012, novos contratos registrados de parceria das Universidades participantes da RIDESA com 350 empresas do setor sucroalcooleiro (BARBOSA et al., 2012).

Grande parte dos recursos são provenientes do setor privado, sendo mais de 65 cultivares por meio do Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar (PMGCA), instituído pela RIDESA, que teve início na Estação de Floração e Cruzamento da Serra do Ouro na Universidade Federal de Alagoas (UFAL), criado em 1966 pelo convênio entre IAA e Sindaçúcar-AL, precisamente no município de Murici. Nesse portfólio “estão reunidos mais de 2.000 genótipos de vários cultivares do país, clones, outras espécies relacionadas ao gênero *Saccharum* e cultivares importados das diferentes regiões canavieiras do mundo.” (BARBOSA; SILVEIRA, 2011, p. 317).

¹⁶ A Sociedade Internacional de Açúcar de Cana Technologists (ISSCT) é uma associação de cientistas, tecnólogos, gerentes, instituições e empresas/corporações preocupadas com o avanço técnico da indústria de açúcar de cana e seus coprodutos. A ISSCT tem 89 anos, durante os quais organizou 28 congressos, geralmente com intervalos de três anos. O último congresso foi realizado em São Paulo, Brasil, em junho de 2013. O próximo congresso está previsto para ocorrer de 5 a 8 de dezembro de 2016, em Chiang Mai, no norte da Tailândia.

Em 2012, o banco de germoplasma contém cerca de 2.700 genótipos de diferentes origens, os quais permitem realizar mais de 3.000 cruzamentos para atender aos programas da RIDESA. Anualmente são obtidos pelas universidades da RIDESA mais de dois milhões de *seedlings* (plântulas oriundas do semeio das cariopses de diversos cruzamentos genéticos), que são distribuídos pelos diversos ambientes do Brasil. (SILVA, 2014, p. 210).

Anualmente, são realizados centenas de cruzamentos genéticos na Serra do Ouro para atender aos programas das Universidades da RIDESA (BARBOSA; SANTOS, 2011). As etapas do programa de melhoramento genético instituído pela RIDESA iniciam a partir da seleção de sementes de cruzamentos já determinados por membros de cada universidade participante da rede e enviados para cada estado, onde serão definidas as plântulas (BARBOSA; SILVEIRA, 2011). Assim, têm início as etapas da adequação do cultivar. Esses experimentos são estabelecidos por meio da semeadura das cariopses e, em seguida, as plântulas (*seedlings*) obtidas são distribuídas em campo, passando pelas fases conhecidas por T1, T2 e T3. A T1 corresponde ao plantio das sementes selecionadas. A segunda fase, T2, compreende a seleção dos clones, baixando para trezentos indivíduos. Em T3 são produzidos tubetes e promovida a germinação das sementes, ou seja, gradativamente reduz-se o número para chegar às condições para as quais se deseja obter melhoramento. Ainda ocorrem a FM (fase de multiplicação), FE (fase de experimentação), CV (curva de maturação) e TD (teste de doença). Depois de estabelecida em campo, as plantas têm seu desenvolvimento analisado, a princípio um grande número de genótipos e, em seguida, após diversos métodos de seleção, obtêm-se genótipos com alto potencial para registrar como cultivar RB (PMGCA, 2009).

As novas variedades de cana-de-açúcar apresentadas pela RIDESA têm como proposta priorizar as necessidades consideradas urgentes pelo setor, como plantio e colheita mecanizados, controle de pragas, redução de custos e aumento da produtividade. O clima é considerado um elemento que compõe naturalmente o processo de seleção, não sendo necessário o fortalecimento de pesquisas na área. Além disso, a RIDESA trabalha com pesquisas de melhoramento em cana-de-açúcar tanto na questão energética (produção de álcool combustível) quanto alimentar (produção de açúcar e seus derivados).

O programa de desenvolvimento de novos cultivares de cana-de-açúcar é, por natureza, de longa duração. Logo, a persistência é uma virtude de pessoas envolvidas nesse processo. Normalmente, o lançamento de novos cultivares tem ocorrido após cerca de 13 anos de inúmeras avaliações dos clones, por meio de experimentos, observando-se a reação dos clones às doenças e pragas, bem como a produtividade deles em diferentes ambientes de produção. (BARBOSA; SILVEIRA, 2011, p. 317).

Hoje em dia, a RIDESA tem atuação efetiva em todo o Brasil e vem cumprindo um notável papel no desenvolvimento da agroindústria canavieira, o que a condicionou a ser uma importante ferramenta de pesquisas da cana-de-açúcar no âmbito do Governo Federal, graças à multidisciplinaridade da equipe de pesquisadores que compõem a rede, dentre eles melhoristas, geneticistas, biólogos, agrônomos e outros (RIDESA, 2010).

O setor tem se expandido consideravelmente graças à efetiva participação da RIDESA e de outras instituições de pesquisas na criação de cultivares propícios às condições edafoclimáticas de cada região. Esses cultivares são a resposta frente a um conjunto de processo de transferência de tecnologia envolvendo atores privados e instituições governamentais.

Considerando a transferência de conhecimento, conforme Molas-Gallart et al. (2002), pode ser vista como uma noção distinta de outras, interligadas como a disseminação de tecnologias ou difusão de inovação. Segundo o autor, é um procedimento espontâneo e de frequente envolvimento, que beneficia, de forma recíproca, as instituições de pesquisa, empresas, governos e comunidade em busca de gerar, adquirir, aplicar ou permitir o acesso ao conhecimento indispensável para melhorar a qualidade de vida, o bem-estar social e o meio ambiente.

De acordo com David (1994), um dos principais atores relacionados à produção de conhecimento são as universidades, que se encarregam de atuarem como elo das redes científicas e tecnológicas globais. As grandes transformações paradigmáticas vividas pelas universidades demonstram a atribuição de geração de conhecimento, somadas a novas necessidades sociais na expectativa de que sejam respondidas.

Para Boaventura de Sousa Santos (2008, p. 35), o conhecimento “pluriuniversitário” é um conhecimento contextual, por entender que o princípio organizador da sua produção acontece, em grande parte, afastado do ambiente universitário. A categorização da relevância da produção é oriunda do entendimento do pesquisador e de quem faz uso desse conhecimento, o que caracteriza todo o entendimento transdisciplinar.

No ambiente da RIDESA, a transferência de conhecimento tem realidades diferentes, conforme apresenta Silva (2013), nas quais a dinâmica se dá de forma distinta para cada grupo de pesquisadores e para as unidades produtoras parceiras. A função da universidade é, diante disso, contribuir com o desenvolvimento econômico e as limitações dos recursos de

financiamento público têm reforçado a busca por parcerias com o setor privado para a disponibilidade dos resultados das pesquisas.

Considerando uma dimensão empírica, percebe-se a importância da institucionalização pelo fato de compor uma notável característica de inovação, que envolve pesquisas em instituições públicas com aporte financeiro do setor produtivo. Contudo, tão importante quanto em um olhar teórico, a própria institucionalização contempla uma agenda de pesquisas em várias áreas de conhecimento:

In the last five years, 286 agronomists were trained in sugarcane breeding programs of the universities that comprise Ridesa, as an internship, specialization course or scientific initiation. Since 2007, the network has formed 35 Masters, 24 Doctors and seven Post-Docs, who developed researches related to sugarcane genetic improvement. (SEDIYAMA et al., 2012).

Ao considerar o ambiente da RIDESA, o reconhecimento da institucionalização tem sido precisamente delimitado, em virtude das singularidades sobrepostas nas relações existentes do setor público com o setor privado, atuantes no setor sucroalcooleiro e intermediadas pelas parcerias das Instituições Federais de Ensino Superior (IFEs).

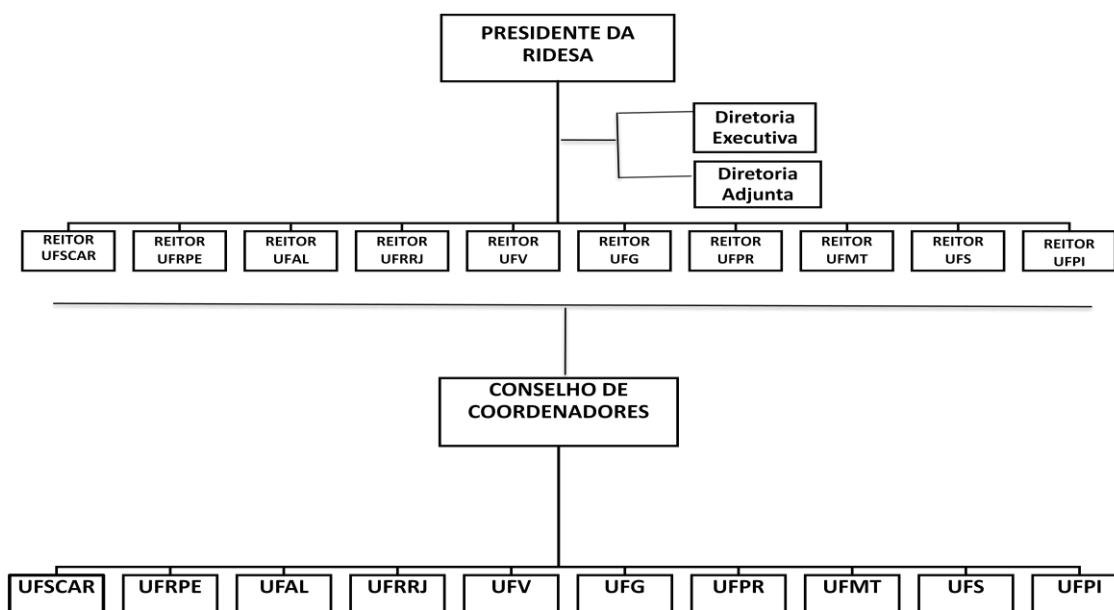
A RIDESA se estrutura em uma rede que reúne pesquisa e inovação já existente, somada à união de esforços para atender a um setor em franco desenvolvimento. Sua base institucional é atribuída a um conjunto mais amplo, constituído pela criação de políticas de C&T que envolvem a participação do Estado. Nesse cenário está a parceria do Estado com ações de coordenação e investimentos junto ao empreendimento do setor produtivo.

No ambiente tecnológico da pesquisa agrícola e da produção de cana, a RIDESA tem demonstrado resultados significativos em termos de desenvolvimento tecnológico e inovação em suas áreas de especialização e projetos de pesquisa atuais. Isso representa, do ponto de vista de uma rede tecnológica, a cooperação, a participação e a interface com os demais elos da cadeia de valor da indústria de cana-de-açúcar, ancorados em um sistema que envolve também as agências governamentais para o financiamento da pesquisa, em áreas como direito ambiental, produção, indústria em parceria com outras instituições com atividades de assessorias ou complementares ao setor de pesquisa.

Muito embora composta por universidades públicas, a RIDESA tem se organizado e funcionado como uma rede no sistema de inovação, com criação de pesquisas voltadas para o melhoramento de cana, sobretudo a imposição frente à comunidade científica como um centro de excelência em tecnologia, produção e desenvolvimento regional.

Um elemento fundamental na trajetória de redes para a produção da cana-de-açúcar tem como base a estruturação adequada do aparato institucional, envolvendo todos os órgãos, tanto públicos quanto privados, inclusive Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs), com o objetivo de promover o alinhamento das estratégias de promoção do desenvolvimento da produção de pesquisa. Essa estrutura de atividades diversas é representada graficamente pela Figura 5:

FIGURA 5 – Organograma da RIDESA.



Fonte: RIDESA (2014).

Atualmente, a estrutura organizacional da RIDESA possui um presidente, que se articula com duas diretorias e com os reitores das Universidades, e um conselho de coordenadores, que atuam diretamente ligados com o grupo de pesquisadores de cada universidade.

A RIDESA não é uma entidade jurídica autônoma, seus convênios são firmados entre cada Usina individualmente e cada grupo de pesquisadores, que tem como objetivo firmar um convênio para o desenvolvimento de novos cultivares que correspondam às intempéries edafoclimáticas dos grupos que compõem essa parceria.

Além disso, existe também um componente de extensão da tecnologia produzida. As experiências em campo são desenhadas e desenvolvidas pela equipe de pesquisadores da RIDESA, com mão de obra, maquinário e apoio das Usinas. Isso implica no fato de muitas vezes os pesquisadores da rede acabarem determinando as variedades cultivadas em cada talhão (menor unidade produtiva da Usina, definida em função da topografia e fertilidade do solo, variando entre dez e vinte hectares).

A institucionalização da RIDESA deve ser compreendida dentro de um contexto mais amplo de elaboração de políticas de C&T. Estes desenhos envolvem tanto a ação do Estado, tanto de coordenação quanto de investimento, quanto as iniciativas do setor produtivo. (SILVA, 2013, p. 18).

Cada Universidade possui uma dinâmica própria para a gestão dos recursos, normalmente por meio de suas agências de fomento à pesquisa, que possuem elevada autonomia financeira e administrativa, estabelecem um centro de custo que recebe todos os recursos advindos dos convênios e gerencia o pagamento de pessoal, a aquisição de equipamento, etc. Para a execução financeira existe um plano de trabalho firmado entre a equipe de pesquisadores e as Usinas, que serve de instrumento para a fiscalização dos trabalhos realizados, bem como dos pagamentos efetuados.

Outro elemento definido pela Rede é a vinculação de cada Usina aos grupos de pesquisadores. O critério principal é que cada Universidade integrante da Rede seja responsável por todas as Usinas na área do estado onde está sediada. Existem estados que não possuem Universidade integrante da Rede e, nesses casos, a própria Rede define a distribuição de atividades. Por exemplo, a equipe da UFG ficou responsável pelas Usinas instaladas no estado de Tocantins, enquanto o Mato Grosso do Sul ficou sob a responsabilidade da UFSCar (SILVA, 2013).

Apesar da finalidade principal da RIDESA ser o melhoramento genético da cana-de-açúcar, suas atividades não se limitam a isso e o desenho da Rede permite a flexibilidade necessária. Como o instrumento básico de cooperação são convênios específicos para a realização de diversas atividades, há a celebração de tantos convênios quantos necessários. Isso permite que seja objeto de atuação da RIDESA, além do melhoramento, a parte de mecanização, combate a pragas, questões ambientais e até mesmo questões relacionadas à parte industrial da Usina, desenvolvidas pelos grupos de pesquisadores da UFPE, UFSCar e UFAL.

The RIDESA maintains agreements with agricultural producers and private industrial area that support financially the Institution and returns through the advice on selection and planting the appropriate varieties. Testing the varieties, the producers begin to multiply the plants in their area of production. Not all do this work because experimentation is a major cost to the company and the Institution provide the manpower and machines. The RIDESA sells seedlings, primary and secondary nursery and varieties selected to yield eight to ten cuts. The healthier is the cane, the longer it remains in the field and brings savings to the producer in the cost of renovating the area. (FERREIRA; BAZANINI, 2014, p. 7).

De acordo com Silva (2013), cada grupo de pesquisadores tem sua autonomia, principalmente por parte dos coordenadores locais, os encontros entre o grupo ocorrem em média até quinze vezes ao ano e nessas reuniões se definem os novos coordenadores e os grupos de trabalho, o próximo presidente, a dinâmica e os custos dos convênios, divisão de recursos e próximas atividades da Rede. Ainda, ocorrem os encontros com todos os grupos da rede, envolvendo todos os pesquisadores.

Na avaliação dos próprios membros da Rede, esse baixo nível de institucionalização pode ter aspectos positivos, com empresas privadas que poderiam desenvolver o mesmo serviço que a RIDESA. Uma estratégia adotada por empresas tanto nacionais quanto internacionais em outras culturas (como a soja, por exemplo) tem sido a contratação de pesquisadores-chave. Como a formação de um pesquisador é muito cara e muito demorada, a contratação de alguns pesquisadores especialmente importantes para a rede e a dificuldade das Universidades em sua reposição poderia desarticular toda a rede. No entanto, os obstáculos para identificar esses pesquisadores, bem como a peculiaridade da articulação da Rede, a tem preservado desse tipo de assédio. Por outro lado, seu tipo de institucionalização eventualmente acarreta problemas para ela, uma vez que são vinculadas a Universidades Federais e o Reitor em exercício muitas vezes não conhece seu funcionamento e suas peculiaridades.

Outro problema decorrente dessa institucionalização diz respeito ao pagamento de royalties. Como a RIDESA não é constituída juridicamente, a solicitação de patentes e o recolhimento de royalties deve ser feito por cada Universidade. Isso implica em pagamentos diferenciados para os pesquisadores da Rede. Por exemplo, a UFSCar, mais antiga e com mais estrutura, consegue uma remuneração maior para seus pesquisadores por ser a única a cobrar royalties. Em parte, a desigualdade no tratamento desse tema decorre do fato de a estrutura

que dá suporte à RIDESA – as Universidades Federais – apresentar interpretações distintas, com diferentes Fundações de Apoio à Pesquisa e núcleos jurídicos (SILVA, 2013).

5.2 EMBRAPA

A história da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) se encontra com a trajetória de pesquisa de Norman Borlaug, considerado o pai da Revolução Verde, nascido nos EUA, na cidade de Cresco, estado de Dallas, em 1914. Formou-se em Agronomia pela Universidade de Minnesota, em 1942. Falecido em 2009, revolucionou a produção de alimentos no mundo.

Após ter concluído o Doutorado em Fitopatologia e Genética, trabalhou como pesquisador agrícola em países como México, Índia e Paquistão, onde iniciou o desenvolvimento dos primeiros cruzamentos de sementes híbridas resistentes a doenças causadas por fungos. Isso reduziu significativamente a fome nessas regiões, aumentando a segurança alimentar.

Em reconhecimento à sua contribuição para a paz mundial graças ao crescimento da oferta de alimentos, foi premiado com o Nobel da Paz em 1970. Esse aumento da produtividade agrícola foi chamado de Revolução Verde.

Com o propósito de majorar a produção agrícola pelo desenvolvimento de pesquisas em sementes, fertilização de solo e utilização de máquinas no campo que crescessem à produtividade das terras, a Revolução Verde atua de forma a adaptar os cultivares conforme a localidade onde serão inseridos.

Na década de 1970, em um momento conturbado da história, a agricultura se intensificava no Brasil pelas inovações tecnológicas e a população crescia em ritmo acelerado. Segundo dados do Censo Demográfico do IBGE (2000), a população brasileira mais que dobrou no período entre 1950 e 1980 e a renda *per capita* aumentava, acompanhada por um intenso êxodo rural.

A abertura para o mercado externo mostrou ao país a necessidade de investimentos nos setores agrários, sem os quais não seria possível a redução do diferencial entre o crescimento da demanda e da oferta entre alimentos e fibras. A assistência técnica e o suporte financeiro aos produtores rurais ganharam mais proeminência no conjunto de mudanças da época. No âmbito governamental, surgiam debates a respeito da importância do conhecimento

científico para apoiar o desenvolvimento agrícola e surgiu a necessidade de se estabelecer conhecimentos técnicos no país para serem repassados aos agricultores.

Um grupo de trabalho foi constituído pelo então Ministro da Agricultura Luís Fernando Cirne Lima, o qual estaria diretamente ligado ao Gabinete do Ministro, “com plenos poderes para consultar autoridades, visitar instituições de pesquisa, convocar assessores, requisitar auxiliares e teria o prazo de 30 (trinta) dias para o cumprimento dessa missão” (EMBRAPA, 2006). Dentre as metas estavam: estabelecer objetivos e funções das pesquisas agropecuárias, identificar limitações, sugerir providências, indicar fontes e formas de financiamento e propor legislação adequada para assegurar a dinamização desses trabalhos.

O Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária (DNPEA) auxiliava o grupo, cuja missão era reformular políticas e métodos de pesquisa agrícola no país. Pontos de estrangulamento foram diagnosticados em levantamentos sobre as condições de pesquisas da agricultura brasileira, vislumbrou-se a fragilidade institucional do enredo e a lacuna vazia no setor privado. Havia grande carência de profissionais com formação especializada; além da escassez de recursos financeiros havia a centralização em alguns Institutos Regionais.

Essa pesquisa e a reformulação política deram origem ao documento chamado *Livro Preto*. O trabalho continha as informações necessárias para a tomada de decisão por um panorama mais detalhado. Dentre as decisões estavam a dinamização das atividades do DNPEA ou a instituição de uma nova empresa pública que guiaria o sistema de pesquisa brasileiro.

Nesse momento, foi sancionada a Lei n. 5.851, pelo então Presidente da República Emílio Garrastazu Médici, que autorizava o Poder Executivo a instituir a empresa pública denominada de Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), vinculada ao Ministério da Agricultura (MAPA). Por meio do artigo 7º, estabeleceu-se um prazo de sessenta dias para a formalização dos estatutos, além de determinar que fosse fixada a data de instalação da empresa. No dia 28 de março de 1973, o decreto n. 72.020 aprovou os estatutos da empresa e determinou sua instalação em vinte dias.

No Ministério da Agricultura, em 26 de abril de 1973, a primeira diretoria da Embrapa foi empossada, tendo José Irineu Cabral como Diretor Presidente e Eliseu Roberto de Andrade Alves, Edmundo da Fontoura Gastal e Roberto Meirelles de Miranda como diretores.

No discurso de posse foram destacados o inventário de tecnologia, a análise de projetos prioritários, a geração de tecnologias para os pequenos e médios produtores, a

atenção para áreas de menor expressão econômica e a base de um programa de captação de recursos humanos.

A Diretoria da EMBRAPA se concentrou, durante o período inicial (1973-1979), nas áreas prioritárias em âmbito nacional, pesquisa aplicada, formulada por institutos de pesquisas nacionais e regionais em toda a extensão nacional. Ainda, ressaltou-se a política de formação, treinamento e capacitação pessoal, tanto dentro quanto fora do Brasil, o que possibilitou melhorar e desenvolver o ambiente de pesquisa. Dessa maneira, o intuito era somar às pesquisas feitas nas universidades e em redes de institutos estaduais de pesquisas agropecuárias, responsáveis pelas prioridades de cada região (ALVES, 1992).

A EMBRAPA foi instalada, provisoriamente, no Edifício Palácio do Desenvolvimento em Brasília-DF, onde a diretoria procurava encontrar, no mercado, os quadros que pudessem liderar as atividades da nova estrutura de pesquisa.

Uma portaria do Poder Executivo encerraria, em 1973, a existência do Departamento Nacional de Pesquisa e Experimentação (DNPEA), responsável por coordenar todos os órgãos de pesquisa existentes até a criação da EMBRAPA. Dessa forma, foi herdado do DNPEA uma estrutura formada por nove sedes dos institutos regionais, setenta estações experimentais, onze imóveis e dois centros nacionais, se tornando a maior instituição de pesquisa agropecuária nacional. A partir de então, a nova empresa pública iniciava a sua fase operativa, passando a conduzir todo o sistema de pesquisa agropecuária em âmbito federal, ficando sob sua competência a coordenação do novo Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), formado pelas Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária (Oepas), a saber: Instituições Públicas Federais, Estaduais, Universidades, Empresas Privadas e Fundações, que, de forma integrada, têm o dever de efetuar estudos, campos de pesquisa científica nas diferentes regiões geográficas do Brasil, buscando uma rede de inovações capaz de revigorar as iniciativas de PD&I (EMBRAPA, 2008).

No intuito de amparar as ações da diretoria e funcionar como elo entre as áreas responsáveis pela execução de pesquisas foram instituídos os departamentos de Diretrizes e Métodos, Técnico-Científico, de Difusão de Tecnologia, de Recursos Humanos, Financeiro e de Informação e Documentação.

Em parceria com os parceiros do SNPA, o desafio é desenvolver um modelo de agricultura e pecuária tropical, legitimamente brasileiro, ultrapassando os entraves que limitam a produtividade de alimentos, fibras e energias no país, mas o país não reduziria a

diferença entre a demanda e a oferta por alimentos e fibras sem investimentos em ciências agrárias. Essa constatação foi feita no início do desenvolvimento das atividades desenvolvidas pela EMBRAPA, sendo também possível amenizar as complicações do cenário (EMBRAPA, 2012).

Graças às políticas públicas creditícias atreladas ao suporte e à reformulação do sistema de pesquisa, o Brasil pode constituir um sistema produtivo mais eficiente e competitivo, pois havia sido instaurado um ambiente propício ao desenvolvimento da agricultura.

Por meio do desenvolvimento sustentável de soluções viáveis voltadas à agricultura brasileira, a EMBRAPA tem desempenhado seu papel, de modo a beneficiar a sociedade pela geração de novas tecnologias, adaptações e transferências de conhecimentos. Inúmeras inovações já foram criadas, a maioria delas voltadas à redução dos custos de produção e à potencialização da cadeia produtiva, diminuindo a dependência por tecnologias, materiais genéticos e outros insumos estrangeiros.

Há uma extensa agenda de temas estratégicos, antecipando cenários e soluções agropecuárias. Apesar de condições naturais favoráveis às práticas agrícolas, graças a estas e a outras atuações há tamanha diversidade nas atividades agrárias brasileiras. Seja empresarial ou familiar, a fronteira do conhecimento e a preservação de velhas práticas estão entre os propósitos da EMBRAPA (EMBRAPA, 2014).

Por ser uma empresa de inovação tecnológica focada na geração de conhecimento e tecnologia para a agropecuária brasileira, os esforços contribuíram para a transformação do Brasil em uma das mais eficientes e sustentáveis atividades rurais do planeta, agregando uma extensa área degradada aos sistemas produtivos. Essa é apenas uma das soluções que resgataram o país de uma característica de importador para um dos maiores produtores e exportadores do mundo, passando a ser considerado o futuro celeiro agrícola do planeta.

A empresa de pesquisa brasileira aposta em construir o conhecimento em conjunto com os diversos segmentos do setor, de maneira a promover a sustentabilidade da atividade no Brasil, com respeito às diversidades ambientais, étnicas e culturais (EMBRAPA, 2014).

Estando dispostas por quase todo o território nacional, possibilita a atuação de cada unidade conforme as condições e as necessidades de cada cenário, bem como as condições ecológicas próprias de onde se encontram. Isso proporcionou um vasto acervo de pesquisas acerca de uma grande diversidade cultural, as quais estão inseridas em diferentes arranjos

produtivos, cada uma com suas peculiaridades, conforme as condições naturais existentes. Nesse cenário, são trabalhadas dezenas de cadeias produtivas em projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, gerando benefícios não apenas econômicos, mas também de cunho social e ambiental para toda a sociedade.

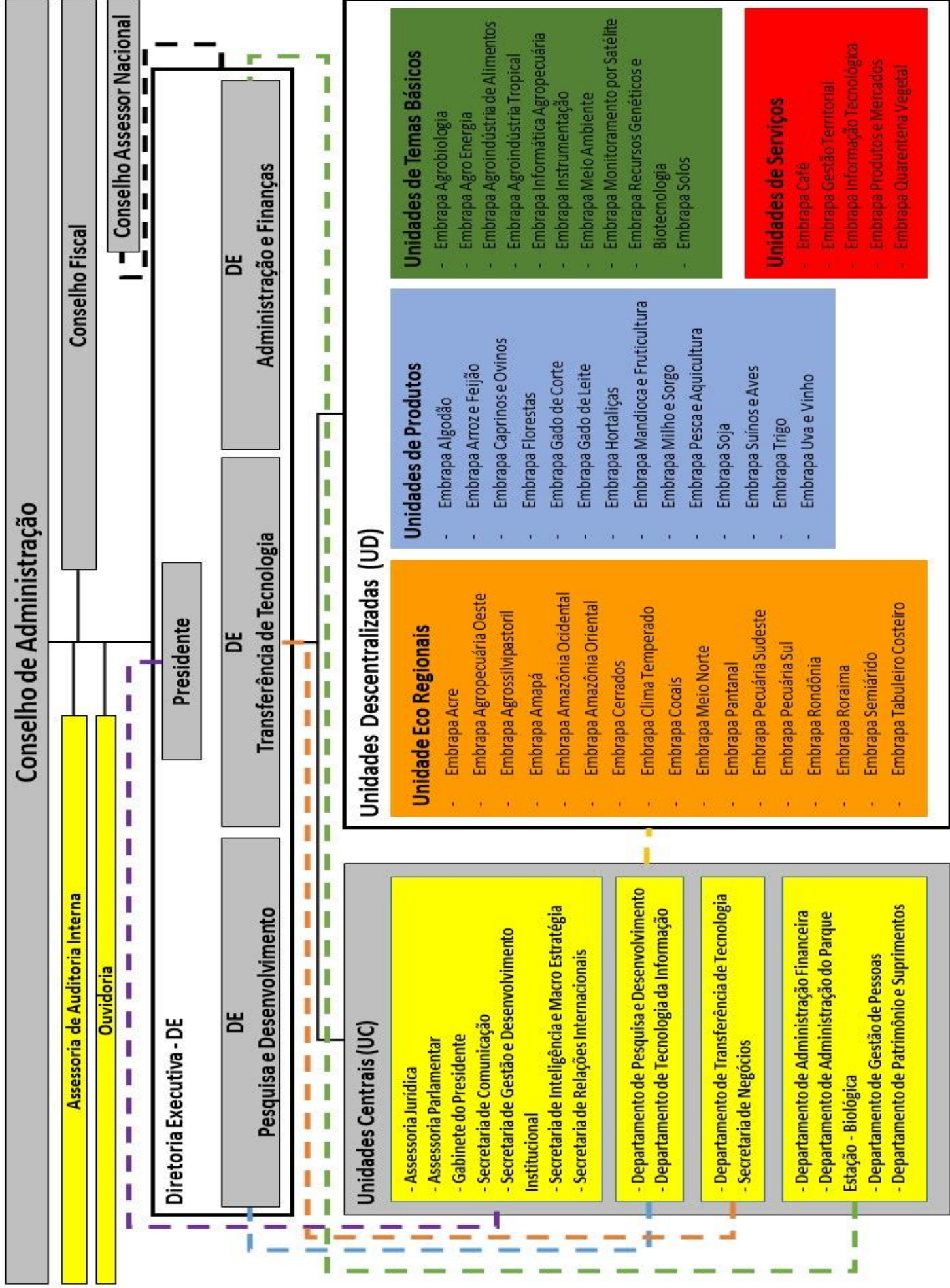
A estrutura física da instituição de pesquisa agropecuária brasileira, hoje composta por uma rede de dezessete unidades centrais localizadas em Brasília, 46 unidades descentralizadas em todas as regiões do Brasil, quatro laboratórios virtuais no exterior (Labex) – EUA, Europa, China e Coreia do Sul – e três escritórios internacionais na América Latina e África (EMBRAPA, 2014) conferem grande capilaridade internacional à empresa.

Composta por 9.790 empregados, 2.444 deles pesquisadores – 84% com doutorado ou pós-doutorado em universidades do Brasil e do exterior –, sob a orientação da Diretoria de Pesquisa & Desenvolvimento, atuando em rede com instituições do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA) e com pesquisadores de várias áreas do mundo, 2.503 analistas, 1.780 técnicos e 3.063 assistentes, com um orçamento de 2,6 bilhões para o ano de 2014, a EMBRAPA prima por estabelecer redes de informações e ampliar horizontes, potencializando, dessa maneira, suas ações (EMBRAPA, 2014).

A produção científica desenvolvida pela organização ocupa lugar de destaque no âmbito das pesquisas científicas no país, sendo o conhecimento gerado em 2013 compartilhado com programas de pós-graduação de várias universidades, onde os pesquisadores da empresa foram orientadores de 299 teses/dissertações (EMBRAPA, 2014).

Internacionalmente, desde o início das atividades da EMBRAPA se buscava a cooperação com os principais centros de pesquisa do mundo, prática que ainda é adotada, procurando na cooperação científica uma forma de enfrentar os grandes desafios futuros. Atualmente, por ser uma referência mundial em agricultura tropical, a empresa continua apoiando o governo brasileiro em ações que visam promover o desenvolvimento não só em terras nacionais, mas também em territórios estrangeiros, como em alguns países emergentes (EMBRAPA, 2014).

De maneira interligada, porém independentes, tem-se as Unidades Descentralizadas, responsáveis por levar a EMBRAPA a quase todos os territórios nacionais. Elas funcionam por meio de temáticas, com focos de pesquisa orientados aos temas específicos, que podem ser relacionados aos serviços, produtos e à produção propriamente dita ou assuntos ecorregionais.



Apesar de independentes e de trabalharem focadas em pesquisas relacionadas a temas específicos, também são promovidos arranjos de P&D, que são conjuntos de projetos convergentes, complementares e sinérgicos, desenvolvidos para fazerem frente a desafios prioritários em temas específicos, a partir da visão conjunta de mais de uma Unidade da EMBRAPA.

Por meio desse elo, a instituição trabalha de forma sinérgica, com temas como melhoramento genético, sustentabilidade e sistemas de produção vegetal e animal, pragas, toxinas de grãos armazenados, entre outros, além disso, possui ainda um sistema competitivo interno, no qual as propostas de projetos são submetidas e avaliadas conforme seu mérito técnico e estratégico. Apenas os melhores projetos são financiados com recursos do próprio orçamento.

6 RESULTADO E DISCUSSÕES

6.1 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DA RIDESA

A redescoberta das leis mendelianas, em 1900, e, posteriormente, o desenvolvimento da genética, fez com que o melhoramento de plantas chegasse a níveis de eficiência em razão de uma série de tecnologias desenvolvidas ao longo do século XX. Consideravelmente, os avanços nas ciências agrárias têm obtido expressividade com destaque para as áreas de nutrição e adubação de plantas, fitopatologia, entomologia, engenharia agrícola e outras.

De acordo com os registros do cientista Russo Nicolai Vavilov (1951), o melhoramento de plantas é a “[e]volução direcionada pela vontade do homem”. Subentende-se que o homem emprega, no melhoramento de plantas, os mesmos recursos que a natureza utiliza para a melhoria das espécies.

Diante disso, o papel do melhorista na rede é obter características que favorecerão tanto o agricultor que busca aumento da produtividade, mais resistência a pragas e doenças, quanto atender as expectativas da indústria de transformação e do consumidor final em relação à qualidade do produto.

6.1.1 Principais atividades apresentadas pelos pesquisadores

Ao identificarmos as principais atividades desenvolvidas pelos pesquisadores da RIDESA, percebemos que o foco da pesquisa é voltado para o melhoramento genético por meio do uso de novas tecnologias que beneficiem a produção em todas as etapas. A inovação tecnológica é um critério muito forte ao elaborar um plano de pesquisa, sendo a preocupação com a seleção do cultivar apropriado para cada tipo de solo. Notamos, portanto, que todas as ações voltadas para o melhoramento genético se dão com vistas ao aumento de produtividade.

No âmbito da RIDESA, de acordo com o Entrevistado 1, o melhoramento de plantas tem início com a seleção feita pelos pesquisadores, por meio da escolha dos cruzamentos que ocorrem durante todo o ano. Os cruzamentos são feitos no Centro de Cruzamento Serra do Ouro, em Murici-AL. Essa estação básica de produção de semente botânica, conhecida como cariópse da cana-de-açúcar, distribui entre as universidades que fazem parte da rede, para a sequência de etapas do melhoramento genético dessa cultura, onde são selecionadas e

enviadas as sementes que serão trabalhadas por marcadores moleculares, definidos como qualquer fenótipo molecular oriundo de um gene expresso ou de um segmento específico de DNA (FERREIRA; GRATTAPAGLIA, 1998).

A tecnologia de marcadores moleculares possibilita a caracterização genética de grande número de genótipos por intermédio de técnicas relativamente simples e de forma rápida. Esses procedimentos têm por objetivo possibilitar o progresso intenso na seleção de genitores com a capacidade específica e geral de combinação (BREEDING, 1997).

São muitos os propósitos dos marcadores moleculares, principalmente para contribuir com os programas de melhoramento, em estudos de variabilidade genética, identificação de cultivares, proteção dos direitos dos melhoristas, avaliação da pureza genética de sementes, mapeamento genético e ampliação dos conhecimentos na organização dos genomas.

A ideia central de trabalhar com esses marcadores é, de acordo com o Entrevistado 1, apanhar esses cruzamentos e fazer a genotipagem na população de melhoramento para a obtenção de um bom modelo, reduzindo, assim, o tempo, a partir de experimentos de campo:

... através de estratégias moleculares, a gente quer acelerar esse melhoramento, então hoje, demora ali dez, doze anos para lançar um plano de cana, a gente quer reduzir isso para quatro, cinco anos, através de biologia molecular, como que funciona isso, a idéia é o seguinte, ao invés de você plantar a planta e ver que ela produz mais biomassa, mais açúcar, a gente com a biologia molecular, analisando o DNA dessa planta, uma estratégia que chama marcadores moleculares, você consegue escanear a variabilidade genética por todo o genoma da cana, então a gente não precisa plantar. Através da análise do DNA você tem um modelo matemático que você entra com as variáveis do DNA, que você consegue fazer uma boa apresentação de fenótipo, então você não precisa mais esperar a planta crescer, você já tem a resposta antes. (Entrevistado 1).

Na experiência de trabalho da rede encontra-se uma sutil divisão no papel do melhorista e do geneticista, o que é comum em toda cultura. Nessa visão, a atuação do melhorista de cana-de-açúcar é atualmente composta por um grupo de pessoas que tentam dar prosseguimento a algo já feito há algum tempo, muito embora não haja, para isso, necessariamente uma explicação genética. Entretanto, o melhoramento tem buscado atuar conjuntamente com a genética para entender as especificidades da cultura, procurando resolver as limitações de forma eficiente:

Vou te dar um exemplo que talvez possa ficar melhor, por exemplo, a cada ano os programas de melhoramento, inclusive os da RIDESA, fazem cruzamentos e esperam doze anos para saber se, ao final desses cruzamentos, eles terão de verdade uma variedade. Então, quando a gente usa tecnologia de marcadores ou outros

processos como seleção genômica e etc., a gente pode aumentar a eficiência, ou seja, pode aumentar a certeza de que, ao final de doze anos, a gente tenha uma maior chance de encontrar uma variedade, não que a gente reduziu o tempo, mas que sem dúvida, mas sem dúvida, a gente está em um ganho econômico muito mais eficiente, porque você chegou ao final com um produto, hoje nem sempre isso é uma realidade. (Entrevistado 3).

Algumas das pesquisas feitas atualmente na RIDESA dizem respeito à diversidade da genética dos clones de cana-de-açúcar utilizados no programa de melhoramento, e, em seguida, é feito um estudo do mapeamento genético de genes, que estão relacionados aos caracteres de produtividade da cana-de-açúcar. O estudo também trabalha com um projeto de sequenciamento de todos os genes de cana-de-açúcar de sequenciamento dos genomas na tentativa de produzir um modelo:

Agora nós estamos trabalhando em termos de um projeto de sequenciamento de todos os genes de cana-de-açúcar, de sequenciamento dos genomas de cana-de-açúcar, numa tentativa de produzir o que a gente chama de um modelo. É uma tecnologia que hoje em dia existe para várias outras espécies, funciona em rotina pra bovinos, o pessoal das grandes empresas tem utilizado em milho, soja, que é uma metástase que a gente chama de seleção genômica, às vezes até a expressão genômica assim, como objetivo final com base em dados moleculares, que é genotipagem de DNA etc. (Entrevistado 4).

O objetivo, na narrativa do Entrevistado 3, é conseguir prever o comportamento da cana no campo, o que teria uma aplicação extraordinária, do ponto de vista tecnológico, pois tornaria possível pegar, por exemplo, uma plântula recém germinada e fazer a genotipagem, tendo uma noção de quais são os melhores e piores indivíduos, isto é, realizar, possivelmente, uma seleção *in vitro*.

6.2 PARTICULARIDADES DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR E A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Durante as entrevistas, os comentários dos entrevistados explicam que a RIDESA é uma das instituições historicamente responsáveis pelos avanços do desenvolvimento tecnológico do setor sucroalcooleiro nacional. Em suas pesquisas, o foco é dar continuidade à expansão produtiva da cana no Brasil, por meio dos avanços tecnológicos das áreas relacionadas com a agronomia, em busca de expandir as variedades que se adaptam às diversas variáveis que possam comprometer seu desenvolvimento. Entre os vários desafios, tem-se a perspectiva de atender o mercado interno e externo e a expansão do setor. Um

profundo avanço tecnológico na produção de cana-de-açúcar tem ocorrido em virtude da área de melhoramento genético por meio do sequenciamento do genoma da cana-de-açúcar, o que tem facilitado e acelerado a identificação de genes.

As particularidades dessa cultura iniciam-se pela constante necessidade de inovações tecnológicas em razão de ocupar grande faixa cultivável, que necessite de métodos de controle sustentáveis, acarrete o menor impacto possível ao meio ambiente e se adapte aos mais variados aspectos edafoclimáticos.

A cana-de-açúcar é uma cultura semiperene, com ciclo produtivo de aproximadamente seis anos e cinco cortes. Ao atingir a maturação, a planta pode ter de dois a seis metros de altura e pode ser colhida em vários ciclos, sem a necessidade de um novo plantio (HENRY, 2010).

O melhoramento genético tem sido a melhor tecnologia, associada ao potencial de contribuição para o aumento da produtividade e a sustentabilidade da cana. Em conformidade com Espinoza (2006), ao escolher a variedade de cana a ser cultivada é necessário estabelecer, inicialmente, a que fim se destina a planta, em razão de existir variedades diferentes que podem ser para consumo animal, produção de açúcar e álcool, produção de cachaça e para fins alimentícios.

O genoma da cana, na explanação do Entrevistado 1, é o genoma mais complexo entre as principais culturas agrícolas. Sabe-se que a maioria das demais culturas tem o genoma pronto ou em fase de acabamento, como é o caso do milho, da soja, do sorgo, do arroz e do feijão. A cana-de-açúcar, entre todas as culturas estudadas, é a mais complexa, por ter o genoma maior que os demais. Por isso, é considerada uma planta poliploide, isto é, com mais de dois genomas em um mesmo núcleo:

[...] é um genoma enorme e ele tem um problema que a gente chama de poliploidia, poliploide, nós somos diploides, a gente tem um cromossomo da nossa mãe e um do nosso pai, a cana, para cada cromossomo ela tem em média de oito a doze cópias em cada cromossomo, então é muito difícil trabalhar, tanto do ponto de vista de biologia molecular ou em genética. (Entrevistado 1).

Consequentemente, em uma planta poliploide, o mapeamento com marcadores moleculares é feito da mesma maneira que em plantas diploides. Isso significa que não pode ser diretamente aplicado na cana-de-açúcar. Ainda assim, são vários os esforços, nos grupos de pesquisa, para entender o comportamento genético da cana-de-açúcar, tendo características peculiaridades inerentes a ela.

Cana-de-açúcar até as espécies cultivadas de interesse é um modelo de complexidade. Do ponto de vista genético, por exemplo, a cana-de-açúcar, se nós humanos temos um par de cromossomos e nossos cromossomos são colocados em pares e temos 23 pares deles, cana-de-açúcar tem de oito a dez cópias do mesmo cromossomo, isso é muito complicado do ponto de vista genético. Além disso, cana-de-açúcar tem uma coisa que em humanos seria letal, por exemplo, causaria uma doença, que é perder cromossomo, cana-de-açúcar pode perder cromossomo ou continuar produzindo, não tem problema nenhum, em humanos, isso não acontece assim. (Entrevistado 3).

Além desse fator, existe outra importante característica na cana-de-açúcar que determina a inconstância do número de cromossomos: os constantes episódios de aneuploidia, situações em que ocorre certa irregularidade cromossômica em plantas poliploide com grande número de cromossomos (BARRETO; SIMON, 1982). Esse fenômeno, aliado a outras diversidades da cultura, tem restringido os estudos genéticos em cana-de-açúcar, impondo ao melhoramento genético uma atividade profundamente instigadora (GRIVET; ARRUDA, 2001).

6.3 ARTICULAÇÃO DO MELHORISTA CLÁSSICO COM OUTRAS ÁREAS

Por várias décadas os melhoristas que atuam na cultura da cana, mesmo diante da grande complexidade genética, vêm aperfeiçoando a qualidade da planta. A técnica de melhoramento clássico – ou convencional, como também é conhecida – é uma das possibilidades utilizadas pela RIDESA para a obtenção de variedades de cana-de-açúcar.

O grupo de pesquisadores entrevistados explica que o melhoramento genético clássico é bastante utilizado no desenvolvimento das variedades. O método consiste, essencialmente, em selecionar mudas, testá-las e, finalmente, indicar atributos que colaborem para a produtividade. Uma das dificuldades apontadas é a complexidade e relativa lentidão do método em consequência da necessidade de acompanhamento da cultura em todo o ciclo de crescimento; outra é que o cultivar, após o início do cruzamento, levará de dez a doze anos entre a seleção dos clones e o lançamento da variedade para os produtores.

Outra abordagem de pesquisa entre melhoristas da RIDESA é o melhoramento biotecnológico ou marcadores moleculares que, como já mencionado anteriormente, são ferramentas que permitem diferenciar dois ou mais indivíduos, isto é, todo e qualquer fenótipo, que são as características observáveis ou os caracteres de um organismo,

provenientes de um gene expresso ou de um segmento específico de DNA (FERREIRA; GRATTAPAGLIA, 1998).

Evidentemente, à medida que o melhoramento clássico e o melhoramento biotecnológico se aprimoram em suas bases científicas e tecnológicas, a sinergia entre essas áreas refina as pesquisas em cana, o que reforça a declaração do Entrevistado 5 de que “a transgenia não vive sem o melhoramento clássico também”. A biotecnologia é uma ferramenta que tem ajudado e que ainda dará muitas contribuições para a cana, uma cultura difícil de trabalhar, e outras culturas:

Você precisa dos dois, alguém vai ter que fazer isto, então tem hora que você fica pensando o que será que vai acontecer com isto tudo, a biotecnologia é uma ferramenta que tem ajudado e ainda vai ajudar muito para outras culturas, mas a cana ela é muito mais difícil de lidar. (Entrevistado 5).

Vou te dar um exemplo que talvez possa ficar melhor, por exemplo, a cada ano os programas de melhoramento, inclusive os da RIDESA, fazem cruzamentos e esperam doze anos para saber se, ao final desses cruzamentos eles terão de verdade uma variedade. Então, quando a gente usa tecnologia de marcadores ou outros processos, como seleção genômica e etc., a gente pode aumentar a eficiência, ou seja, pode aumentar a certeza de que, ao final de doze anos, a gente tenha uma maior chance de encontrar uma variedade. (Entrevistado 3).

Nesse aspecto, é importante ressaltar que os melhoristas de cana-de-açúcar, segundo Melo (2007), se destacam pela relevância apresentada no melhoramento clássico de cana-de-açúcar, já que a seleção dos genótipos incorre em subjetividade e conhecimento tácito desses melhoristas, o que leva a obter sucesso em futuros cultivares.

Dimensiona-se entre os melhoristas que, do ponto de vista da genética, na narrativa do Entrevistado 3, comparado com outras culturas plenamente dominadas, de fato falta muito ainda para ser trabalhado, apesar de, no ponto de vista acadêmico, o pesquisador precisar produzir conhecimento e disponibilizar suas contribuições conceituais importantes na área de cana-de-açúcar, com o objetivo de que essas pesquisas sejam facilmente aplicadas no melhoramento, estimulando uma imprescindível conexão.

[...] então eu acho que assim, do ponto de vista de genética de cana, e aí entenda que eu estou comparando essa genética com a genética de milho, que é plenamente dominada, falta muito, a gente tem que trabalhar muito, mas no ponto de vista acadêmico essa dicotomia que todo mundo fala eu vejo de outra forma. Eu vejo assim, a gente tem que dar contribuições acadêmicas conceituais importantes na área de cana-de-açúcar e facilitar que essas contribuições sejam facilmente aplicadas no melhoramento, tem que fazer essa ponte, mas ainda a gente precisa aprender

bastante sobre a genética de cana, não se sabe muito sobre genética de cana no mundo inteiro. (Entrevistado 3).

Quanto à articulação dessas áreas, a especificidade flui em decorrência de experiências anteriores mais consolidadas, desde o IAA e a transição das etapas que antecederam a RIDESA. Os novos pesquisadores tiveram a oportunidade de utilizar toda a infraestrutura que existia, mas o apogeu ocorre, sobretudo, em decorrência do acesso à filosofia dos aspectos de pesquisa já existentes.

6.4 A TRAJETÓRIA PROFISSIONAL

6.4.1 Formação do pesquisador

De acordo com Bohoslavsky (1977), a escolha profissional é definida como a afirmação da ação do que fazer, de quem ser e a que lugar pertencer no mundo por meio do trabalho. A composição da identidade profissional acrescenta a identidade pessoal e colabora para a formação da personalidade, sendo uma escolha apropriada determinada pela forma como é tomada e pelas consequências cognitivas e afetivas que produz (BARDAGI; PARADISO, 2003).

Muito embora suas escolhas profissionais possam ser modificadas ao longo dos anos e não determinem exclusivamente o seu futuro, evidentemente as questões vocacionais são consideradas cada vez mais como análises importantes para o indivíduo. A fase da formação universitária demonstra os caminhos percorridos e a confrontação com a realidade ocupacional e de afirmação da escolha feita (BOHOSLAVSKY, 1977).

Os principais fatores que determinam a escolha profissional do indivíduo são políticos, econômicos, sociais, educacionais, familiares e psicológicos. Entretanto, no aspecto psicológico cabe destacar os interesses, as motivações, as habilidades e as competências individuais (SOARES, 2002).

Por meio da interpretação das palavras produzidos nas narrativas, é possível conhecer como o indivíduo se insere em seu processo histórico, e não apenas como ele é determinado, mas essencialmente como agente direcionador da sua história e transformador da sociedade em que vive. Sua ação, perspectivas e escolha profissional dependem do grau de autonomia e iniciativa alcançado por ele nas mais variadas relações sociais estabelecidas com a

comunidade, a família, entre amigos e colegas, na escola e em todos os grupos em que participa.

Na trajetória da formação acadêmica, os pesquisadores da RIDESA se formaram em Universidades públicas, instituições que desde a década de 1960 constituem o principal suporte para a pesquisa e para a formação de pesquisadores (DURHAM, 1998).

Eu fiz agronomia, graduação aqui UFG, entrei em 93, em 98 eu comecei mestrado em genética e melhoramento de plantas, em 2000 eu comecei o doutorado. (Entrevistado 2).

Sou engenheira agrônoma, me formei na Universidade da Bahia em 1994, 95, na verdade, fiz mestrado pela Universidade Federal da Bahia e fiz doutorado aqui na USP, na Esalq, na área de genética e melhoramento de plantas, e acabei o doutorado em 2001. (Entrevistado 3).

Eu sou Engenheiro agrônomo, me formei aqui na escola em 1990, Escola de Agronomia/UFG, então eu fiz mestrado aqui na escola também, com o professor Lazaro, na área de genética quantitativa, trabalhando com milho. (Entrevistado 4).

O histórico de pesquisa dessas instituições é relevante por se tratar de universidades que contribuem para a disseminação de pesquisas e para a articulação com outros atores na composição de inovação tecnológica. O papel dessas instituições tem demonstrado clareza na formação e produção de conhecimento dos entrevistados, bem como a valorização das várias formas de pensamento, priorizando a produção e difusão de conhecimento em consonância com a pesquisa.

Em outro momento, durante suas trajetórias acadêmicas, principalmente após o doutorado, a oportunidade de inserir-se efetivamente em um grupo de pesquisa e compor o quadro docente das instituições públicas de ensino se torna realidade, com a possibilidade de concurso ofertada por essas instituições. A carreira docente foi reestruturada nas universidades federais e em muitas estaduais, mediante a combinação do tempo de serviço e de pós-graduação, e o concurso público reflete a garantia de respeito efetivo, de acordo com a exigência do cargo.

[...] em 2005 eu fui contratado como docente naquela leva de contratados pelo governo federal. (Entrevistado 2).

Por incrível que pareça eu prestei um concurso em Goiânia, na Federal de Goiás, lá no time de Ciências Biológicas 1, e passei nesse concurso. Então fui professora dessa universidade, da Federal de Goiás, de 2002 até 2006. Em 2006 aconteceu um concurso aqui na Federal de São Carlos e por questões pessoais, porque meu marido é professor aqui na USP, eu acabei prestando esse concurso e acabei passando aqui e

aqui desde 2006 eu estou. E hoje eu sou professora aqui e tenho um laboratório de biotecnologia, a gente nesse laboratório tem alunos tanto de pós-graduação quanto de graduação. (Entrevistado 3).

[...] quando eu estava terminando o mestrado eu passei no concurso no ICB. Eu era na verdade professor de genética e de estatística no departamento de biologia geral no ICB. Isso foi em 1994 ou em 1998. (Entrevistado 4).

Ao existir elevado nível de comprometimento e assumindo suas atribuições enquanto docente e pesquisador da instituição, ele compõe toda sua trajetória por crer no papel social que desenvolverá e no compromisso com a pesquisa e a inovação. Diante disso, Merton (1974) faz uma reflexão importante e que retrata essa realidade, pois, segundo o autor, a sociedade passa a exigir da comunidade científica não mais meramente o “estar” na sociedade, mas o “fazer parte” dela, desvelar e fundamentar como seu agir pode ser profícuo.

6.4.2 Produção do conhecimento

Os estudos de Durham (1998) reforçam que a princípio, embora o modelo institucional contemplasse universidades federais e estaduais, a pesquisa não ocorreu igualmente para todas. Em muitas instituições a pesquisa ainda é incipiente, mas um novo cenário demonstra que a mudança da ciência se dá pelo aumento expressivo de mestres e doutores, vindo da ampliação dos cursos de pós-graduação e, mais ainda, do fortalecimento dos grupos de pesquisa que surgem com os cursos nas universidades. Na última década do século XX, no Brasil, a “comunidade científica” foi marcada por expressiva expansão de grupos de pesquisa (MOCELIN, 2009, p. 37).

A pesquisa científica e tecnológica tem se destacado cada vez mais com a formação de grupos. As universidades privilegiam a pesquisa em função dos recursos públicos e privados disponibilizados para o setor e pelo *status* acadêmico que ela proporciona à instituição. Para Bourdieu (1983), não é possível desassociar os valores e as representações que temos dos ideais científicos. Na carreira docente, a pesquisa afirma o valor desse tipo de atividade pelo prestígio que ela confere aos que são bem-sucedidos (SANTOS, 2001).

Segundo Bourdieu (1983), o conhecimento científico se orienta para alcançar certo tipo de capital que estabelece, de alguma forma, disputas que se alicerçam em hierarquias entre cientistas e diferentes instituições para prestígio e reconhecimento. Os atores envolvidos disputam o reconhecimento de seus produtos e de sua autoridade de produtor legal, o que representa instituir uma delimitação de ciência.

A produção de conhecimento apresentada pelos entrevistados está bastante associada a sua atividade de professor, o que obviamente também envolve sua atuação como orientador de programas de mestrado e doutorado. As ações iniciam-se na própria instituição, com programas de pesquisa e com a atuação do pesquisador frente a esse programa, transferindo experiência e conhecimento aos acadêmicos de graduação e pós-graduação:

[...] a gente criou esse programa vai fazer um ano agora, porque, na verdade eu oriento outros estudantes via Unicamp, tenho um coorientado lá da Unicamp, mas aqui antes desse programa novo que se chama Programa de pós-graduação em Produção Vegetal e bioprocessos associados, antes desse programa a gente tinha, ou a gente tem dois outros programas: um associado ao desenvolvimento rural e outro que se chama agricultura e ambiente, quer dizer, ambos são importantes. (Entrevistado 3).

[...] de 2008 pra cá, com os dados a gente tem, pelos menos umas quatro ou cinco dissertações de mestrado e assim pelos menos umas duas, três teses de doutorado em andamento. (Entrevistado 4).

A pesquisa tem um papel relevante na formação do docente, tornando-o um profissional com mais facilidade de reflexão, que surge da relação aluno-mestre, críticos e participantes das suas próprias pesquisas (ZEICHNER, 1993). Os trabalhos dos pesquisadores nos grupos atendem, primeiramente, a perspectiva acadêmica, mas, apesar disso, está claramente definido que a atuação deve percorrer as duas vertentes, e, desse modo, estar alinhada às pesquisas da cana-de-açúcar:

[...] mas também a gente tem trabalhos que são de cunho acadêmicos, então uma pessoa como eu, tem que atuar nos dois lados, ela tem que ter seu lado acadêmico bastante forte e também voltado alinhado com problemas do melhoramento de cana. (Entrevistado 3).

A influência da pesquisa na formação de formadores, segundo Perrenoud (1999), aponta que o trabalho de investigação do grupo destaca-se pelo relevante significado para a formação de professores, podendo representar uma renovação da formação pessoal desse grupo e se constituir em fonte de informação e estratégia para seu trabalho didático.

6.4.3 O pesquisador e a atividade de pesquisa em cana-de-açúcar

A formação do pesquisador se entrelaça na racionalidade das etapas estabelecidas em sua formação acadêmica de certificação, iniciação científica, mestrado, doutorado e livre

docência. Durante essa trajetória, o êxito constante leva à autonomia, mas o movimento cognitivo do pesquisador não segue necessariamente essa direção. De acordo com Bourdieu e Passeron (2008), o cientista e suas atribuições, durante a transformação da pesquisa, retêm elementos teóricos e modos para operá-los, mas sua apropriação ocorre em uma dinâmica cíclica, cujo avanço implica retornos e revisões.

Durante suas trajetórias acadêmica e profissional percebe-se uma linha tênue, em que os pesquisadores da RIDESA vivenciaram, durante sua formação, o dinamismo universitário e de pesquisa respaldados pelas oportunidades de atuação nos próprios grupos em que estavam inseridos enquanto pensavam em suas escolhas profissionais. Observa-se, de acordo com os entrevistados, que a proposta acadêmica de ingressarem nos programas de mestrado e doutorado foram decisões pautadas nas perspectivas futuras, isto é, o entendimento de que novas titulações fossem determinantes para a definição profissional. Isso também ocorreu com a aproximação com o objeto de pesquisa com que hoje trabalham, ou seja, a formação de graduação, mestrado e doutorado aconteceu mediante as experiências acadêmicas, assim como a oportunidade de carreira docente.

Ao considerarmos a autonomia de cada pesquisador, a descrição das tomadas de decisões está muito relacionada à hierarquia da rede, muito embora descrevam que as parcerias em trabalhos em grupos são bastante limitadas. A maioria deles, conforme observado, apesar de identificar a autonomia individual, mostra, em suas falas, que ela representa um condicionante para a produção de pesquisa voltada às demandas do setor produtivo e, por consequência, para o mercado.

Em suas falas, a maioria dos entrevistados informou que suas atividades de pesquisa nos programas de formação para mestrado e doutorado foram em áreas e culturas distintas, como a soja, o milho, o maracujá, a banana, dependendo da região e da expectativa do mercado:

[...] o grosso eu sempre trabalhei com milho, a gente brinca, né, a formação é de “milhorista”, e a cana surgiu em 2002, 2003. (Entrevistado 2).

Eu ingressei na RIDESA e aí eu comecei a trabalhar com cana-de-açúcar, desde então, ou seja, de 2006 para trás, eu nunca tinha trabalhado com cana, trabalhava com feijão, maracujá, banana ou outras culturas que não eram cana-de-açúcar. (Entrevistado 3).

A aproximação com a cultura atual, que é a cana-de-açúcar, surge da necessidade de participar, articular e consolidar um grupo de pesquisa atuante nessa cultura, mais precisamente para compor a própria RIDESA. Entretanto, a oportunidade de participar de grupos que já contavam com pesquisadores de cana, especialmente em instituições que tinham experiência não só com a pesquisa da cultura, mas também com o próprio setor, fez com que houvesse mais interesse desses pesquisadores em participar da rede. Atualmente, toda a pesquisa é voltada para a cultura da cana-de-açúcar, associada a programas de pós-graduação.

Entretanto, a escolha por pesquisar a cana-de-açúcar teve uma forte influência, ou, de certa forma, foi determinada pelas possibilidades de financiamento que se desenhavam nas Universidades. Desde 1999, os fundos setoriais direcionados como instrumentos para financiar projetos de pesquisas, desenvolvimento e inovação (PD&I) configuraram um vigente mecanismo de financiamento e estímulo da inovação, o que intensificou o sistema de ciência e tecnologia (C&T) nacional, articulando parcerias entre universidades, centros de pesquisas e setores produtivos (VIEIRA FILHO, 2013). Para o setor agropecuário foi criado o CT-Agronegócio, de acordo com a Lei n. 10.332/2001, proporcionando capacitação científica e tecnológica para a área (BRASIL, 2001).

Esses recursos são provenientes de empresas públicas e/ou privadas que cooperam com o governo, representando novas fontes de investimentos em C&T, o que possibilita, de certa forma, a sinergia das cadeias de conhecimento com os setores produtivos.

Percebe-se a existência de uma proximidade entre os entrevistados com relação ao delineamento das escolhas acadêmicas e profissionais. Entretanto, a particularidade está justamente na fase em que esse pesquisador foi inserido na RIDESA, destacando-se, assim, uma proximidade de períodos, interesses e composição da rede nas universidades, o que pode ser considerado uma fase recente desse fluxo. Isso quer dizer que, de certa forma, esses pesquisadores mais recentes foram “cooptados” pelos grupos já constituídos.

No início eu viajava com o pessoal de São Carlos, como eu estava em Piracicaba, o pessoal vinha para a UFG, pela RIDESA, porque tinham setentrionais do antigo PLANALSUCAR que eram quatro, duas do nordeste, duas do Centro-Sul e uma do Centro, esse do Centro era em Minas Gerais, Belo Horizonte se eu não me engano. Mas Goiás era Centro-Sul, que era São Paulo que tomava conta aqui. Então, Paraná, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul era tudo responsabilidade do pessoal de São Paulo e Goiás até 2004, até oficialmente a UFG tomar conta, esse pessoal que cuidava aqui. Então nesse momento de transição eu viajei muito com esse pessoal, os pesquisadores de lá que vinham para cá. (Entrevistado 2).

Diante desse cenário, as áreas de expansão de fronteiras, especialmente nas regiões do Cerrado, sofreram influência dos grupos já existentes nas regiões consolidadas no cultivo da cana-de-açúcar. Esse discurso reforça as circunstâncias pelas quais os grupos recentes foram inseridos na REDE e o movimento que surgiu com a aproximação desses pesquisadores.

6.4.4 A dinâmica inicial dos grupos de trabalho – PROALCOOL – RIDESA

A RIDESA, como já mencionado anteriormente, logo após o término do Programa Nacional de Melhoramento de Cana-de-açúcar (PLANALSUCAR), sistematizou um grupo de pesquisadores para dar continuidade ao trabalho de desenvolvimento de pesquisas da cultura de cana. Nesse mesmo período ocorria o encerramento das atividades do Instituto de Açúcar e Alcool (IAA). Diante desse cenário, a narrativa do Entrevistado 5 ilustra bem como foi esse processo e seu ingresso na pesquisa de cana. Seguimos de forma mais detida a trajetória desse entrevistado por ela nos fornecer elementos para acompanhar a própria trajetória da RIDESA.

Em seu discurso, a clareza das atividades iniciais frente aos programas para o desenvolvimento do setor sucroalcooleiro fica evidenciada logo no início, ao nos contar sobre seu primeiro emprego, na década de 1970, em uma destilaria de açúcar e álcool do extinto Proálcool, e sobre sua participação como estagiário, por um curto período, em um projeto do PLANALSUCAR. Posteriormente, ainda trabalhou na proposta de expansão de uma série de estações experimentais regionais para pesquisa nos programas que surgiram da expansão da cana e da forte demanda por pesquisas nessa área na região sul e nordeste de São Paulo. De acordo com Castro et al. (2010), a região Sudeste, especialmente o estado de São Paulo, comutava áreas estáveis para o cultivo de grãos e áreas de pastagem, em áreas para o cultivo de cana-de-açúcar, motivada pelos incentivos do Proálcool, que ocorreram de 1975 a 1979, frente às consequências da crise internacional do petróleo nesse período.

Nessa fase, a expansão das fronteiras agrícolas ocorreu para a região de São Paulo e Paraná, bem como para outras regiões do Brasil, algumas delas no Nordeste, especialmente em Pernambuco e Alagoas, conforme apresentado no relato.

[...] tendo em vista que o maior volume de pesquisa na verdade era pro lado de São Paulo, na região Sul, e no Nordeste, que eram as regiões tradicionais com cana-de-açúcar. Como naquela época começou a ocorrer o aumento das áreas no oeste de São Paulo, no Paraná, na região central do Brasil e em algumas regiões, outros estados do Nordeste, na região de Pernambuco e Alagoas, que eram regiões mais

tradicionais, na época, se não me engano, a instalação de onze estações experimentais. (Entrevistado 4).

Com essa expansão das fronteiras de cana-de-açúcar e das estações experimentais, após uma série de articulações políticas entre os estados e o Governo Federal, que conduziram à implantação de uma nova unidade em Mato Grosso do Sul, surge o primeiro convite para atuar no PLANALSUCAR, especificamente com pesquisa de cana, em uma destilaria dessa região, que já estruturava uma equipe formada por três engenheiros agrônomos, três técnicos agrícolas e uma secretária, que conduziam, naquele momento, três projetos básicos em melhoramento de solo, incluindo a fertilidade, o manejo e a produção de cana.

[...] e eu fui para conduzir o projeto na área de solos na época, mas eu tinha mais afinidade, na verdade, na área de melhoramento, manejo varietal, mas aí você acaba fazendo de tudo e aí nós fomos para o Mato Grosso do Sul instalar uma estação experimental. (Entrevistado 5).

Igualmente ocorre na região de Rondônia, em Porto Velho, com a perspectiva de instalação de uma nova unidade:

[...] ao mesmo tempo, tinha a intenção de montar uma em Rondônia e foi montada em Porto Velho, e como, sei lá, talvez pelo meu perfil, essa facilidade, tinha uma certa facilidade de comunicação com esse pessoal, tinha os contatos e já sabia os caminhos aí de como percorrer para a instalação da estação experimental, me mandaram para Rondônia, só que eu fiquei, eu ia e voltava até eles montarem uma estrutura lá e eu fiquei em Mato Grosso até final de 82, início de 1983. (Entrevistado 5).

Esse cenário que compõe a história do Proálcool, descrito na narrativa do Entrevistado 5, reafirma o declínio do programa e as novas trajetórias profissionais que se consolidavam. Após retornar para Araras-SP, em uma das coordenadorias do PLANALSUCAR, ele iniciou as atividades nas pesquisas de fisiologia vegetal. Posteriormente, durante o governo Collor, houve uma ruptura dessas propostas iniciais, que culminou com o fim de vários programas, entre eles o Instituto Brasileiro de Café (IBC), o IAA e o PLANALSUCAR.

O governo assumiu, durante a era Collor, seu papel como agente regulador em relação às adversidades apresentadas pelo Proálcool, instigou o procedimento de desregulamentação do setor, levando ao fim do IAA e, como consequência, ocorreram significativas alterações na base das atividades sucroalcooleiras, isto é, houve liberdade para negociações de preços, fechamento de unidades improdutivas, fusões, formação de grandes grupos empresariais em

busca de mais competitividade e início da inovação tecnológica, principalmente em busca de novos mercados (CASTRO et al., 2010).

Justamente nessa fase, sem visualizar o direcionamento das linhas de pesquisas até então desenvolvidas para o setor sucroalcooleiro, ergue-se o marco inicial da RIDESA. As universidades se organizam e abarcam todas as atividades exercidas pelo PLANALSUCAR.

[...] foi quando nós ficamos um certo tempo sem saber para onde ir, foi quando as Universidades resolveram absorver essa estrutura de pesquisa do Planalsucar, nessa época eu estava, eu tinha retornado para Cuiabá... (Entrevistado 5).

[...] e aí quando souberam que as Universidades estavam absorvendo toda a estrutura do Planalsucar, os caras foram em cima e acabaram me convencendo a ficar por lá, como a família queria e...bom, e aí eu fiquei durante todo esse tempo na Universidade, não como docente, mas dando aula e mantendo o contato com as usinas, fazendo um trabalho de melhoramento junto a UFSCAR. (Entrevistado 5)

Na articulação do grupo para a composição da RIDESA, a experiência anterior do Entrevistado 5, que teve o início de sua formação acadêmica e profissional vinculada a programas do governo – como o Proálcool e o PLANALSUCAR – para o desenvolvimento do setor sucroalcooleiro, sinaliza o pleno envolvimento das propostas iniciais, se delineando com as propostas mais recentes, bem como o legado histórico vivenciado nessa experiência, representando toda a contextualização do referencial bibliográfico, apresentado em uma narrativa mais próxima à realidade dos programas desenvolvidos na época até a composição da RIDESA.

6.4.5 Ambiente de trabalho e autonomia

Este item vem elucidar a perspectiva institucional do ponto de vista dos pesquisadores, sendo crescente o número dos que reconhecem a importância das influências do ambiente sobre o desenvolvimento da atividade profissional. Assim como em outras áreas profissionais, o pesquisador, neste caso o melhorista, necessita de condições apropriadas para desenvolver seu trabalho. Alencar (1993), por exemplo, afirma que a criatividade, assim como qualquer traço ou característica humana, precisa de condições adequadas para se desenvolver. Essas condições são importantes em qualquer atribuição que se apresente, seja na família, na escola ou nas organizações.

O ambiente de trabalho inclui, neste estudo, a estrutura, as relações estabelecidas e a autonomia do pesquisador, isto é, todos os fatores que influenciam a produção de suas pesquisas.

Primeiramente, cabe um parêntese ao destacar que para compor a RIDESA não existe uma regra pré-estabelecida, os atores integram os grupos de forma muito natural, por meio das afinidades de linhas de pesquisa das instituições e das parcerias e relações já definidas anteriormente, todos por meio de convite.

Em consonância com o Entrevistado 1, o campo do ambiente de trabalho é segmentado pelos estados, fato evidenciado em todas as narrativas, mas a comunicação entre as unidades é muito próxima. Em termos de estrutura de pesquisa, principalmente considerando recursos humanos, o Entrevistado 3 demonstra que o funcionamento ocorre, inicialmente, com a história do antigo PLANALSUCAR, mas, nas regionais, sobretudo em Goiás, onde não havia uma regional física, toda a estrutura foi composta pelos novos pesquisadores que integraram essa recente estrutura da RIDESA-UFG. Além dos professores, há outros profissionais, contratados via CLT pelas fundações que apoiam o programa – em Goiás, a Fundação de Apoio à Pesquisa (FUNAPE).

Durante as entrevistas, ficou claro que o diálogo entre eles atesta uma cumplicidade muito forte entre os pesquisadores que compõem os grupos nos estados. Muitas informações, planejamentos e ações são repassados em conversas informais.

[...] Em cana é óbvio que existe o antigo, que é a forma que se foi feito até agora e existe pessoas novas que tem e está tentando dar a sua contribuição em novas áreas de trabalho ou melhorar a eficiência do que é feito, e quando a gente diz essa questão de melhorar, acho que é bem função de quem é novo não criar uma certa dicotomia entre o antigo e o novo... (Entrevistado 3).

Por se afirmar essa relação, evidencia-se que os pesquisadores que constituem a rede consideram essencial o diálogo mais próximo entre os grupos, privilegiando a experiência dos participantes que colaboraram com outros programas ou que são precursores da RIDESA, isto é, consideram experiências consolidadas anteriores e reconhecem a importância da filosofia inicial no que se refere aos mais variados eixos temáticos na proposta de desenvolvimento da cana: “[...] então é uma mistura do que era antigo IAA, PLANALSUCAR, experiência, com mentalidade de gente nova que traz outros aspectos para o problema” (Entrevistado 3).

Percebe-se que prevalece a manutenção entre o “novo” e o “velho”, conceitos e ideias “antigas” com os “atuais”. Dessa forma, é preciso não estabelecer uma dicotomia entre esses atores, mas sim manter uma interface em um ambiente participativo e colaborador.

Quanto à existência da autonomia nas universidades, vale destacar a relevância reconhecida desde a década de 1980, após a Constituição Federal de 1988, que afirma, em seu artigo 207, *caput*: “As universidades gozam de autonomia didático-científica, administrativa e de gestão financeira e patrimonial, e obedecerão ao princípio de indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão.” (BRASIL, 1988). Como direito constitucional, tal noção é uma conquista para a democracia na universidade.

Apesar de amplo consenso, a autonomia é conduzida de forma inerente à própria natureza da instituição, havendo plena liberdade e autonomia do corpo docente no ensino e na pesquisa. A clareza dessa dimensão manifesta-se em autonomia que intera com liberdade o espaço ocupado pela dependência (FREIRE, 2002).

Em referência à autonomia dos pesquisados, compreende-se a importância desse momento, em que esse tema integra a agenda de discussão de professores, pesquisadores, instituições públicas e privadas e muitos outros seguimentos e classes. Nesse conjunto social, grande parte desses atores percebe que a autonomia não é um valor absoluto e existe a noção de que ela permeia as relações em alguns aspectos, mas não em relação a outros. Muito embora a autonomia universitária tradicionalmente signifique resguardar o ensino e a pesquisa de influências de segmentos específicos da sociedade, depreende-se que ela é a circunstância pela qual o indivíduo ou um grupo social determina a norma a qual busca adequar seu agir ou destino.

Nesse íterim, a visão de Bourdieu (2007) exemplifica que o espaço social é um campo onde grupos sociais pactuam conteúdos e onde se formam as disputas simbólicas por discernimento e por legitimidade cultural. Além disso, cumpre o domínio aqueles que detêm o monopólio da violência simbólica legítima, na perspectiva do poder individual de construir, reproduzir e manipular a verdade e compelir a seus pares. O autor compreende que os atores sociais encontram-se inseridos em espaços definidos como campos sociais, integralizando certos capitais como: cultural, social, econômico, político, artístico e outros. Além disso, há o *habitus* de cada indivíduo social, que limita seu posicionamento espacial e, no duelo social, eles se reconhecem como classe social. Ainda, afirma que para o ator social tentar ocupar um

espaço é fundamental que entenda os princípios existentes no campo social e que queira fazer parte desse cenário (DE AZEVEDO, 2003).

A despeito dessa análise, este item vem explicar um resultado interessante da pesquisa, relacionado à maneira como o pesquisador interpreta a sua “autonomia” em sua prática cotidiana. Desvelam-se, portanto, novas formas de autonomia, que se relacionam em meio à dimensão interna e externa, uma vez que existem diferentes possibilidades, estabelecidas entre os grupos e demais atores sociais.

A caracterização da rede dispõe-se como a alternativa principal para a vinculação de cada usina aos grupos de pesquisadores, tendo como parâmetro substancial que cada uma das universidades se responsabilize por unidades produtoras em seu estado, mantendo um vínculo com o coordenador local/PMGCA. Entende-se, portanto, que os limites de cada pesquisador se iniciam na expectativa de demanda do coordenador de cada programa e cada grupo ou pesquisador deve atuar em algumas linhas de pesquisa propostas pelos programas de pós-graduação.

Muito embora a percepção do pesquisador em suas universidades é a de que as novas tendências discutidas sejam de iniciativa do próprio pesquisador e que existe uma total autonomia para compor suas pesquisas, claramente se percebe que o maior limitador dessa autonomia é a demanda do mercado.

É interessante observar que, apesar de suas crenças remeterem a uma ideia de liberdade para produzir ciência e tecnologia, suas ações são mediadas de acordo com a expectativa do mercado e o interesse do setor produtivo:

[...] mas também não tem como tecnicamente ser bem eficiente, mas se o mercado não pagar este produto seu o que que adianta você ser eficiente, você vai chegar a um ponto de eficiência e lógico que a medida que você avança em tecnologias em que você produza produtos mais baratos [...]. (Entrevistado 5).

Por essa perspectiva, as narrativas dos entrevistados sinalizam que eles desconhecem seus limites de atuação na pesquisa, crendo que seus papéis são individuais, providos de liberdade de conduta e comportamento, com total autonomia para a produção de pesquisa e de novas tecnologias, mas, diante disso, suas atividades estão sempre condicionadas ao contexto produtivo do setor. Na realidade, na percepção do Entrevistado 1, “o que existe é uma distância em tudo que faz aqui e o que vai acontecer lá na frente, tudo é feito acreditando, mas o que acontece ainda é um desconhecido”. Importante compreender que, nesse contexto,

preenche-se com liberdade, à luz da autonomia, o espaço ocupado pela dependência dos atores envolvidos.

Na visão dos entrevistados, a autonomia é “condição”, à medida que ela se dá no mundo, e não apenas na consciência dos sujeitos. Além disso, sua composição envolve duas características: o poder de determinar a própria lei e também o poder ou a capacidade de realizar. Enquanto a primeira caracteriza a liberdade, o poder de criar, idealizar, decidir, a outra simboliza o poder ou a capacidade de fazer.

Considerando essa análise, o que tem conduzido os pesquisadores à produção de novas tecnologias é propriamente a demanda das unidades produtoras em relação aos cultivares. A expectativa sempre será a de produzir um material que, ao fim do ciclo produtivo, possa apresentar o que o setor espera, e hoje, de acordo com os pesquisadores, a maior preocupação é um resultado maior em termos de produtividade:

Produtividade em primeiro lugar...Definida como peso/toneladas de cana por hectares, na verdade, toneladas de açúcar por hectares medidos em TCH, toneladas de cana por hectares. Produtividade em termos de colmos, toneladas de colmos por hectares, e embora isso não esteja explícito, na verdade nas nossas ações... (Entrevistado 4).

Ainda de acordo com os depoentes, suas atividades de pesquisa apresentam uma característica focada no aumento de produtividade, com vistas a atender um mercado muito competitivo e que sinaliza que o produto final é o “dólar”. Isto é, a eficiência em pesquisa se traduz no aumento da produtividade, mas, caso se consiga produzir um material mais barato por meio do uso das novas tecnologias, a unidade produtora se torna mais competitiva:

[...] O produto final é dólar, plagiando um amigo meu [...] dracmas, dracmas. O produto final é dracmas, então é lógico que eu diria o seguinte: vamos chamar da porteira para dentro, que é o termo bastante utilizado, o pessoal bastante eficiente, produz bem às vezes para as indústrias tem um certo nível, não tudo bem, mas também não tem como tecnicamente ser bem eficiente, mas se o mercado não pagar este produto seu o que , que adianta você ser eficiente? (Entrevistado 5).

Entre as inquietações que constituem a construção sobre este tema, Bourdieu (1983) defende que, em determinado tempo, atestará que a autonomia da ciência é relativa e que simplesmente pode e é influenciada pela sociedade em que está inserida, sendo o controle social praticado por ele o ponto inicial para que a comunidade científica questione sobre si própria.

6.5 PARCERIAS E MERCADO

6.5.1 Parcerias: Universidade – setor produtivo

Este item apresenta a visão do pesquisador em seu ambiente de pesquisa e inovação tecnológica da cana-de-açúcar e as parcerias estabelecidas para o desempenho das atividades. A análise aqui desenvolvida compreende o cenário das relações estabelecidas entre a instituição frente a uma rede de pesquisa, a RIDESA, e ao setor produtivo.

Por muito tempo o país vem suportando a segregação entre os investimentos em ciência e tecnologia e a demanda por inovação no setor privado. A produção de conhecimento no Brasil parte, predominantemente, das instituições públicas, ao passo que o setor que dele faz uso, por meio da inovação, internaliza conhecimento e produz bens e serviços é, na maior parte dos casos, o setor privado.

Entre os motivos apontados para essa baixa interação podemos destacar: o baixo conteúdo científico e o curto prazo requerido para as soluções industriais que não estimulam os contratantes a investir em ciência e tecnologia (CASTRO; BALÁN, 1994 apud BRISOLLA et al., 1997); a ausência de interlocutores adequados nas firmas, dificultando a comunicação (BRISOLLA et al., 1997); setor produtivo pouco inovador (MELO, 1999); ausência de instrumentos adequados nas universidades para a comercialização de tecnologia (HEMAIS; ROSA; BARROS, 2000); e a pouca flexibilidade das instituições de ciência e tecnologia (SALOMÃO, 1999).

Rapini (2007) aponta, por meio de análise do censo dos grupos de pesquisa do CNPq, que os fluxos de conhecimento das Universidades para o setor produtivo se concentram em atividades rotineiras e de baixa complexidade (consultoria, treinamento de pessoal e engenharia rotineira).

Diante dessa análise, no depoimento dos pesquisadores transparece que a estratégia de planejamento das atividades se desdobra nas parcerias entre as instituições de Ensino (Universidades) e o setor produtivo (usinas – unidades produtoras de açúcar e etanol) e acontecem por meio dos coordenadores dos Programas de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar (PMGCA), que atua em concordância com as particularidades de cada Programa,

desenvolvendo inovação tecnológica, aqui exposta como elemento que advém das linhas de pesquisas que constituem o melhoramento da cana-de-açúcar.

As relações existentes entre universidades e empresas são fortalecidas justamente pela efetividade do setor público, que concede sua estrutura para servir de alicerce às empresas. A constância do mercado de inovação tecnológica tem acometido as relações entre oferta e demanda tecnológica em meio aos agentes que fazem parte desse processo (CASTELLO BRANCO; VIEIRA, 2008). Mudanças e evolução nas técnicas de melhoramento genético com o uso da biotecnologia, a ascensão econômica do mercado de cultivares e a alta participação dos conglomerados multinacionais no cenário brasileiro tem dinamizado o setor da pesquisa. Essas mudanças representam transformação nas relações, fazendo com que as instituições públicas e privadas de pesquisa envolvam e atraiam uma reflexão mais aprofundada sobre seus impactos e esclareçam como funciona a pesquisa no Brasil (CASTRO et al., 2005).

A análise sobre esse tema foi conduzida abordando as parcerias iniciais entre as Universidades e o desfecho atual entre a pesquisa e o setor produtivo. Nesse caso, de acordo com os depoimentos, cabe destacar que a estrutura da RIDESA apresenta um conselho de coordenadores composto pelos reitores de cada universidade, que determinam a composição e a formação da rede e estabelecem a dimensão necessária para que a instituição dela possa fazer parte:

[...] em uma reunião falou, olha nós vamos entrar no processo de entrar na Ridesa, e ter a nossa independência, porque, na verdade o que mantém a Ridesa, são os recursos de Parceria que você faz com as unidades, você deve saber disso já, talvez de outras pesquisas. (Entrevistado 5).

Voltar-se para a rede traduz o nível de interesse em fazer parte da RIDESA, visto que existe um trabalhoso processo burocrático de vinculação da universidade, e mais ainda, a consolidação de uma equipe de trabalho disposta a afrontar toda a dificuldade inicial, principalmente em momentos de crise (Entrevistado 5).

Na prática, existem formas de trabalho diferenciadas entre os grupos em virtude, justamente, das características das pesquisas. Ademais, o grupo de pesquisadores é muito heterogêneo, mas existe uma relação muito próxima entre o setor produtivo e os professores/pesquisadores da rede, muito embora exista uma dificuldade em estabelecer parcerias para o desenvolvimento de novas tecnologias.

Em referência às usinas, existem vários níveis de relação, mas há o predomínio, de acordo com o Entrevistado 2, da comercial, da demanda por um produto final, e não por um material genético. Consequentemente, o setor produtivo, em sua maioria – com exceção dos técnicos, que apresentam uma condição de empenho um pouco mais acentuada – não demonstram interesse em conhecer detalhes da pesquisa. Assim, o que estreita a relação é o que a pesquisa tem para oferecer, isto é, a potencialidade do produto disponível e o retorno e/ou benefício que ele trará.

Tem vários níveis de negociação, desde o que a usina quer. Ela quer um produto, não um material, eles não dão muita importância, não querem saber muitos detalhes, boa parte delas pelo menos, alguns técnicos das usinas são mais curiosos e perguntam mais, mas a relação com as usinas é o seguinte, tem clones melhores? Tem. Se não tem, o que eu ganho com isso? (Entrevistado 2).

Além disso, outro aspecto importante consiste na construção dessas relações, o que ocorre cuidadosamente por persistir, mesmo que de forma sutil, um ceticismo por parte do empresário brasileiro em relação à pesquisa e à inovação, e isso muitas vezes dificulta a parceria entre as universidades e o setor produtivo: “No início, por exemplo, há uma desconfiança muito grande, então no início, quando a gente começou com isso, às vezes a gente chegava nas usinas e eles falavam: ‘O que vocês querem aqui?’” (Entrevistado 2).

Na negociação inicial, produtores e universidades firmam um convênio que estabelece um instrumento formal com a Fundação de Apoio à Pesquisa (FUNAPE), parceria que pode levar anos para ser formalizada. Assegurada essa fase, tem início o diálogo entre as partes para determinar qual a relação que se consolidará e o quanto de pesquisa e experimentação a unidade se dispõe a fazer em parceria com a universidade.

O setor produtivo participa com o aporte de recursos financeiros e na seleção do material no campo. Na fase de experimentação, algumas usinas disponibilizam máquinas, mão de obra e multiplicam o material nas áreas disponíveis para a produção. Entretanto, não são todos os produtores que estão dispostos a executar a experimentação em virtude dos custos desse processo, embora o grupo de pesquisadores da RIDESA se encarregue de orientar o plantio, muitas vezes fazendo toda a parte operacional:

[...] porque a unidade ela quer receber as primeiras gerações, que é o que sai daqui, e tem unidades que quer receber só que já está na ponta, algo assim, os dez melhores clones, não quero me envolver muito com isso, ser mais pragmático, me dá logo o que acha que é bom e muito mais voltado para produção. (Entrevistado 2).

Prevalece um vínculo entre o setor produtivo e as universidades. Os lucros dos convênios firmados são repartidos entre os gastos de implantar as atividades, as visitas dos pesquisadores às unidades produtoras (usinas) para prestar assessoria à execução do cronograma e para coordenar custos referentes à equipe técnica (SILVA, 2013).

Os recursos para o funcionamento da rede são disponibilizados parte pela iniciativa privada e parte pelo governo, por meio de infraestrutura. Ainda, existem outras fontes, provenientes de projetos de pesquisas fomentados via FINEP, Petrobrás e outros, que possibilitam a construção de prédios, laboratórios e equipamentos. Claramente, toda relação é conduzida pela “expertise” e pelo incremento dos fluxos informacionais direcionados para os diversos atores que pesquisam pela RIDESA.

6.5.2 A dinâmica dos impactos causados pelo cultivo da cana-de-açúcar

A conscientização do real estado de desequilíbrio social, cultural, econômico, ambiental e outros têm levado o pesquisador a se questionar sobre a necessidade de superação desses problemas. Ao revelar essa conscientização, evidenciam-se as diversas formas de relação do homem com o meio ambiente. As discussões ambientais mais recentes apontam que em todo o mundo houve um maior interesse em fazer uso dos indicadores de sustentabilidade por parte dos setores governamentais, não governamentais, institutos de pesquisas e universidades. Por ser um tema relativamente novo para a comunidade científica, são tímidas ainda as publicações referentes ao assunto, e, diante desse cenário, esta tese contribui com as discussões referentes aos impactos que o cultivo da cana-de-açúcar tem causado.

Uma das ferramentas importantes para a compreensão dos impactos ambientais são aquelas utilizadas para compreender quais são e como considerá-los. A atenção para o uso de indicadores ambientais como contribuição para a análise e a tomada de decisão têm ganhado notoriedade especialmente após afirmação de um conjunto de resoluções estabelecido na conferência internacional Eco-92, realizada na cidade do Rio de Janeiro, em 1992:

[...] desenvolver indicadores do desenvolvimento sustentável que sirvam de base sólida para a tomada de decisão em todos os níveis e que contribuam para uma sustentabilidade auto-regulada dos sistemas integrados de meio ambiente e desenvolvimento. (MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES, 1993).

Quanto às opiniões dos entrevistados relacionadas à percepção individual relativa aos impactos provocados pelo cultivo da cana-de-açúcar, o discurso remete principalmente ao impacto ambiental, entretanto, quais são esses impactos é algo que ainda não está bem definido. Basicamente, a melhor percepção de impacto está relacionada à mecanização, um processo marcante para a pesquisa. Percebemos que, embora conheçam todos os possíveis impactos causados pela produção da cana-de-açúcar, apenas dois entrevistados descreveram que conhecem indicadores de mensuração de impactos, mas que não fazem uso deles e, portanto, não percebem esses impactos como descritos na literatura.

No que diz respeito aos indicadores, que tem por finalidade contribuir com a sustentabilidade e que podem aferir acontecimentos de curto, médio e longo prazos, por meio do levantamento das informações relevantes usualmente mantidas em grupos ou instituições, identificando novos dados, é importante destacar que representam meios quantificáveis das características de produtos ou processos adequados para a tomada de decisão, pela avaliação do comportamento da condição do produto, tornando os indicadores meios importantes na efetivação do desenvolvimento sustentável como aferidor do desempenho de cada variável em todos os lugares do país (GUIMARÃES; DE MARTINO JANNUZZI, 2011). Ainda segundo o autor, indicadores de sustentabilidade detêm a disposição de prevenir toda a comunidade a respeito dos riscos e prognósticos do desenvolvimento, apontando o caminho a seguir.

Os indicadores mais expressivos para os pesquisadores da RIDESA estão relacionados à produtividade. O direcionamento das pesquisas visa atender aos resultados do aumento da produção, uma vez que atualmente busca-se a produtividade em primeiro lugar, definida como: “peso, toneladas de cana por hectares, na verdade toneladas de açúcar por hectares medidos em TCH¹⁷, toneladas de cana por hectares” (Entrevistado 4). A preocupação maior é entender os indicadores que demonstram a variação de ATR¹⁸ por hectare ou toneladas de cana por hectare, até mesmo colmos por hectare, que reflete a AR¹⁹, “mas você pode produzir ATR com canas mais ricas ou com canas que produzem mais colmos e por isso também vou ganhar na escala de produção de açúcar” (Entrevistado 3).

¹⁷ TCH (tonelada de cana por hectare) e produtividade de ATR (açúcares totais recuperáveis) constituem-se em eficientes variáveis que permitem a análise do desempenho de cultivares de cana-de-açúcar.

¹⁸ “O sistema de pagamento da cana utiliza como base a qualidade da cana-de-açúcar expressa pela concentração total de açúcares (sacarose, glicose e frutose) recuperáveis no processo industrial e expressa em quilograma por tonelada de cana. Esse conjunto de açúcares é denominado Açúcar Total Recuperável (ATR) contido em uma tonelada de cana” (SACHS, 2007).

¹⁹ AR = açúcares redutores, que determinam a quantidade conjunta de frutose e glicose contida na cana de açúcar.

6.5.3 Os impactos sociais, ambientais e econômicos do cultivo da cana

A expansão da cana-de-açúcar tem gerado impactos em vários setores e, considerando o aspecto social, as inovações tecnológicas têm sido uma das variáveis mais relevantes de mudanças, principalmente sobre o emprego.

Os impactos sociais podem ser compreendidos como uma mudança provocada em vários aspectos. Na cultura de cana-de-açúcar, os impactos podem ocorrer notadamente em relação à mão de obra do setor. De acordo com Ricci, Alves e Novaes (1994), existem três tipos de inovações que podem afetar o mercado de trabalho: as **inovações mecânicas**, as **inovações físico-químicas** e as **inovações biológicas**. Diante disso, as considerações dos entrevistados refletem a análise do autor.

Considerando o discurso dos entrevistados, os temas mais relevantes estão relacionados às inovações mecânicas que influenciam na intensidade, na função e no ritmo da jornada de trabalho. No caso da produção da cana-de-açúcar, a mecanização, na visão dos entrevistados, reflete, primeiramente, uma necessidade de alterações no cultivar para atender ao padrão exigido para a colheita mecanizada. Dentre essas características, a altura e a espessura da planta, a quantidade de fibra, a distância entre uma planta e outra limitam a quantidade de cultivares disponíveis que atendam a essa expectativa do produtor, principalmente dos pequenos e médios.

[...] para a mecanização o material tem que ser um pouco mais baixo, mais homogêneo, porque a máquina vai passar cortando em cima, deve ser um material que tem um colmo no tamanho diferente, sistema radicular, muda muito, porque o abalo em um sistema radicular, tanto com a máquina passando em cima e pisoteando, quanto com mudança no sistema radicular. Quantidade de fibras muda muito, é um material que com muito pouca fibra, para essa colheita perde muito, quantidade de perda é muito grande é muito grande...então antigamente o pessoal tinha um ditado assim “cana que cai é que levanta o dono”, então aquele material grande, produtivo, ele para mecanização é difícil, não se enquadra muito bem nesse esquema. Para a mecanização o material tem que ser um pouco mais baixo, mais homogêneo, porque a máquina vai passar cortando em cima, deve ser um material. (Entrevistado 2).

A mecanização foi uma mudança representativa para o Estado e também para os programas de melhoramento devido às mudanças repentinas ocasionadas pela nova forma de colher. Essas alterações mudam a realidade da mão de obra dos cortadores de cana-de-açúcar. De acordo com Balsadi (2007), em relação à cultura da cana-de-açúcar, o aumento da

produção em consequência da mecanização transformou a dinâmica do emprego no setor. Para Moraes (2007^a), toda a estrutura da produção, bem como as relações de trabalho, foi modificada depois da mecanização. Postos de trabalho foram comprometidos, causando mais concorrência no setor produtivo (NOVAES, 2009). Entretanto, isso motivou uma seleção de mão de obra em um setor com alto grau de dificuldade física na execução das atividades do corte de cana-de-açúcar, exigindo mão de obra mais qualificada.

Dados da única (2011) apontam que houve uma migração da força de trabalho de outros estados para São Paulo, com a finalidade de trabalhar na colheita manual de cana-de-açúcar, representando aproximadamente 40% da mão de obra empregada, o que proporciona impacto tanto na cultura local como no poder de barganha dos trabalhadores locais. Contudo, houve mudanças no perfil da mão de obra empregada, uma vez que a mecanização abriu oportunidade para novos postos de trabalho, como mecânicos, condutores, técnicos e outros, mas a oferta é pouca justamente pela baixa qualificação da mão de obra disponível (MORAES, 2007b).

Isso foi uma mudança abrupta no Estado e no melhoramento e consequentemente foi o maior abalo em melhoramento nos últimos anos, porque a mudança foi muito rápida. Desde o nosso planejamento aqui dentro que, por exemplo, hoje o número de cortador de cana diminuiu muito, tem usina que não tem cortador de cana mais, não tem. Então às vezes, se a gente tem um cultivar com uma caninha pequenininha, você não tem mais gente para cortar isso, a gente corta, ou a gente tem que contratar alguém para cortar aquilo, e aí não tem mais, praticamente o plantio é mecanizado, você não consegue plantar seis colmos com uma máquina, então você vê que mudou muita coisa, mas o principal é o “jeitão” que mudou muito, o “jeitão” do material para corte, plantio e corte manual é diferente de uma mecanização. (Entrevistado 2).

A mudança de materiais e a adaptação de novos tornaram-se mais difíceis com a mecanização, pois foram mudanças importantes e que chegaram de forma avassaladora, segundo os entrevistados. Isso demonstra que para os programas de melhoramento genético, depois de intensa pesquisa para amenizar algumas doenças que surgiram nos últimos anos no cultivo da cana-de-açúcar, a mecanização foi o que mais exigiu a ampliação em pesquisas.

A mecanização chegou e de maneira avassaladora, isso aí foi uma mudança. O pessoal mais antigo fala que com exceção de algumas doenças no passado, não teve nada que impactasse tão fortemente no melhoramento quanto é com a mecanização, mesmo a ferrugem alaranjada que chegou no início muita gente falou que era grave, aconteceu na Austrália, aqui teve e tem, se espalhou pelo país inteiro, mas não foi nada que causasse estranheza. Mas a mecanização sim, se pensar no início da mecanização, pegar a manual e começou a mecanizada, teve usina que perdeu 70% da lavoura só pela mudança de manual para mecanizada, houve perdas grandes...

Acho que a concentração, por exemplo, pra nós dos programas de melhoramento, acho que a nossa capacidade de mudar os materiais diminuiu com a mecanização. (Entrevistado 2).

A colheita da cana de forma mecanizada representa claras mudanças na pesquisa. Atualmente, os critérios para a seleção de novos clones em fase avançada de experimentação visam perceber se a cana-de-açúcar pode ser colhida ou não com máquinas, o que demonstra, portanto, que se existe um produto com grande qualidade, mas sem as características necessárias para a colheita mecanizada, ele não estará apropriado (Entrevistado 3).

Outro aspecto relacionado aos impactos sociais da mecanização, conforme os entrevistados, é que a mecanização também pode gerar desemprego e centralização. A dinâmica do cortador de cana, para Sibien (2013), representa a realidade de migração desses indivíduos, excluídos da convivência social nas cidades por serem denominados “fazendeiros-frias”, já excluídos dentro e fora das usinas e hoje temporários tanto pela sazonalidade da atividade quanto pelo avanço da mecanização.

[...] como falamos, o desemprego, o pessoal que migra do nordeste, o comércio local, o cara que vinha comprava uma televisão, um rádio, esse comércio local, porque essas máquinas eles não compram, nem a compra nem a manutenção é no comércio local, com raríssimas exceções, eles trabalham direto com os fabricantes ou com as revendas maiores. Então a mecanização ela fez uma, centralizou mais as coisas e na mão de menos pessoas. Hoje a concentração é maior. (Entrevistado 2).

Ainda de acordo com o Entrevistado 2, são muitas as variáveis que geram impactos. Os custos são mais baratos na colheita mecanizada que na manual, pois é muito complicado gerenciar pessoas. Para o produtor, é preferível gerenciar máquinas a grandes quantidades de pessoas, compreender o movimento de migração de várias regiões, especialmente do Nordeste, tendo que estruturar alojamento, não é o perfil de mão de obra que o produtor deseja. Nesse sentido, a parte social tem sofrido fortes consequências.

Demais, tem gente que está achando uma beleza, reduziu o quadro de pessoas, enxugou muito, muito mesmo, em nível mais operacional, enxugou muito. A máquina corta dia e noite, direto, três turnos, não para, não faz greve, pode quebrar, o investimento é alto, a manutenção é cara e compensa. Um cortador de cana também, desgaste físico é muito grande, fora outros, mas tem problemas? Tem, o que vai fazer com essa máquina, com essa gente? Alguns mais espertos, mais rápidos, se preparam outros, é difícil, o que fazer com isso? Já vi isso demais, cara cortou cana a vida toda e agora o que faço da vida, não sei fazer outra coisa, e queira ou não queira um bom cortador de cana é 1800, dois mil reais, um cara vem do Nordeste passar uma temporada aqui, ele volta com um tantão de dinheiro, então na

perspectiva dele é uma boa, ele pensa no que vai fazer agora. Não sei isso aí é um problema e não consigo visualizar a solução pra isso. (Entrevistado 2).

Entretanto, de acordo com a Entrevistada 3, considerando o ponto de vista social essa realidade de geração de desemprego, a substituição da mão de obra do homem pela máquina é uma realidade e precisa ser considerada, mas, por outro lado, pode ser também um novo cenário se estruturando e trazendo aspectos, muito embora não tratados neste trabalho, mas que podem repercutir positivamente.

[...] do ponto de vista social a substituição do homem pela máquina, e ela precisa de ações para ser minimizada, agora ser cortador de cana não é uma profissão das melhores, então pode ser que em um primeiro momento, muitas pessoas tenham ficado desempregadas e etc., mas sem dúvida as pessoas talvez possam ter migrado para trabalhos que sejam mais interessantes para essas pessoas, como, por exemplo, colheita de frutas, que é uma coisa interessante, aprender, por exemplo, como manejar uma colheitadeira, podem estudar pra isso em outras áreas, e em que o trabalho era sazonal, que era muito, assim, do ponto de vista denso da atuação da cana, pode ter migrado para outras áreas em que eles possam ter melhores salários e jornadas de trabalho, então, talvez sejam males que vem para o bem, eu imagino assim. (Entrevistado 3).

Diante disso, na avaliação dos entrevistados, a mecanização possui dimensões positivas em relação aos aspectos sociais referentes ao serviço de mão de obra no setor. Ao considerar que a migração de um setor para outro muda a realidade do trabalhador, isso implica que todo o desgaste físico provocado pela colheita manual e pelo impacto na saúde, principalmente pela queima da cana pré-colheita, tem sido minimizado. Silva Filho e Silva (2011) reforçam que a mecanização tem reduzido a oferta de postos de trabalho, mas também modifica a dinâmica trabalhista, tornando celetista o processo de contratação, o que beneficia a categoria com a especialização do trabalho e sua consequente valorização.

Do ponto de vista social, segundo o Entrevistado 3, é real a substituição do homem pela máquina e, ao considerar essa perspectiva, é importante alinhar ações que reduzam a repercussão desses impactos, em especial nas mudanças da mão de obra. No entanto, a profissão de cortador de cana é árdua, e, ao considerarmos o desgaste que ela propicia a seus indivíduos, percebe-se que em um primeiro momento a mecanização gera desemprego, mas também condiciona o empregado a migrar para postos de trabalho mais interessantes do ponto de vista da qualidade de vida, como, por exemplo, o setor da fruticultura, com a colheita de frutas, manejo de máquinas e outros e, com isso, obtêm melhores salários e jornadas de trabalhos adequadas à realidade: “talvez sejam males que vem para o bem.” (Entrevistado 3).

Ainda referente à mecanização, na visão do Entrevistado 4 a redução da queima da cana-de-açúcar para a colheita mecanizada proporcionou impactos positivos para o meio ambiente: “Eu acho que ela é positiva, eu acho que bem ou mal a cultura da cana, por ser uma cultura de alto valor agregado, a prática da agricultura da cana-de-açúcar, ela está muito mais próxima da recomendação técnica do que outras espécies.” (Entrevistado 4).

O diferencial para que essas mudanças sejam positivas se deve às inovações tecnológicas que ocorreram nos últimos anos. Oliveira et al. (2012) afirmam que a cultura da cana-de-açúcar no Brasil avançou nas últimas quatro décadas e, atualmente, o país é reconhecido com uma referência mundial em tecnologias que promovem a produção de cana, permitindo mais vida útil aos canaviais, adequação do uso de insumos e mão de obra eficiente, bem como mais sustentabilidade:

Então a cana de certo modo ela trouxe uma cultura de maior tecnologia e para a agricultura no interior do estado de Goiás, as áreas onde se cultivava a cana-de-açúcar fazem uso de uma tecnologia muito mais elaborada do que as práticas que existiam nessas áreas anteriormente, que em geral eram pastagens. Então a parte de conservação do solo, a parte de manejo do solo, isso tudo melhorou muito com a implantação dessas áreas de cana de açúcar. (Entrevistado 4).

Diante desse cenário, percebe-se que as novas tecnologias têm possibilitado a redução dos impactos ambientais causados pela cana-de-açúcar. O impacto ambiental, compreendido como as transformações significativas no ambiente natural proveniente da ação do homem, é uma mudança no meio ambiente em função da atividade do homem. Ele pode ser positivo ou negativo, sendo este último as relações desproporcionais provocadas no ambiente, como as mudanças que reivindicam mais capacidade de absorção do ambiente.

Considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais. (RESOLUÇÃO CONAMA, 1986).

Em um contexto mundial, o conceito de impacto ambiental surge junto com a revolução industrial e, ao longo do tempo, vem sofrendo mudanças expressivas em função das diversas atividades do homem para a geração de materiais e energia. Esse conceito adquiriu força a partir de 1970, quando vários países identificaram a necessidade de levantar diretrizes

e normas para avaliar os efeitos das ações do homem sobre a natureza (LIBONI; CEZARINO, 2012).

À medida que os recursos naturais, especialmente a terra, representam o alicerce da produção agropecuária, é inevitável pensar os impactos ambientais do setor que possivelmente afetam, diretamente ou não, a qualidade dos recursos naturais. Nos últimos anos, vários estudos sobre impactos ambientais ganharam notoriedade no universo acadêmico em relação aos impactos causados pela cana-de-açúcar. Um dos trabalhos da EMBRAPA Meio Ambiente, feito por meio do monitoramento por satélite, aponta que, no meio físico, os impactos ocasionados pela produção da cana-de-açúcar ocorrem principalmente no ar, no solo e na água. Diante desse cenário, Rodrigues (2010) descreve que os grandes problemas causados a partir do cultivo da cana-de-açúcar ocorrem pela própria atividade de monocultura e avanço das fronteiras agrícolas para áreas de reserva:

Dentre os principais impactos ambientais negativos gerados a partir do cultivo de cana-de-açúcar podemos citar: Redução da biodiversidade, causada pelo desmatamento e pela implantação da monocultura; Expansão da fronteira agrícola para áreas de proteção ambiental; Contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas por efluentes, devido à prática de adubação química, aplicação de corretivos minerais e de agrotóxicos, herbicidas e defensivos agrícolas; Comprometimento da qualidade e disponibilidade de água para abastecimento; Compactação e desgaste do solo, sobretudo, devido ao tráfego de máquinas pesadas durante o plantio, tratos culturais e colheita; Assoreamento de corpos d'água devido à erosão do solo e desmate ilegal de matas ciliares; Alteração da qualidade do ar e clima da região pela prática das queimadas; Emissão de fuligem e gases de efeito estufa (GEE) pela queima de palha ao ar livre durante o período de colheita; Danos à flora e fauna causados, sobretudo, por perda de habitat e queimadas fora de controle; Aumento da poluição devido ao consumo intenso de óleo diesel nas etapas de plantio, colheita e transporte; entre outros. (RODRIGUES, 2010, p. 25-26).

No ar, os impactos são causados pelos odores, pela fumaça, pela poeira e pelos alergênicos, geralmente devido a queimadas que ocorrem em períodos de estiagem, notadamente quando a temperatura está elevada, reduzindo a umidade do ar e a velocidade dos ventos, sendo comum o aumento de poluentes no ar. Os principais gases emitidos como consequência da queimada são: o gás carbônico (CO_2), o monóxido de carbono (CO), o óxido nitroso (N_2O), o metano (CH_4) e o ozônio (O_3) (DIAS, 2008).

No solo tem-se nível de conservação, recobrimento, adensamento, perda, sais, biológicos e agrotóxicos, e na água são os biológicos, agrotóxicos e os sais. Os impactos na fauna ocorrem principalmente pela perda de mamíferos, aves, répteis, anfíbios e invertebrados (EMBRAPA, 2015). Em relação aos danos causados à fauna e à flora, percebe-se que a

mudança para a colheita mecanizada e, conseqüentemente, a redução da queima da cana-de-açúcar, têm minimizado esses impactos. Para os entrevistados, um dos grandes avanços da tecnologia no cultivo de cana é o uso de máquinas para colheita.

Contudo, segundo a narrativa dos entrevistados, os impactos são amenizados em todos os aspectos, apesar da “reputação” que o cultivo da cana-de-açúcar tem desenvolvido ao longo dos anos. De acordo com o Entrevistado 4, existem legislações mais rigorosas nas áreas de cultivo de cana:

[...] na verdade existe um certo lado que é o seguinte, as áreas sob cana-de-açúcar elas têm uma visibilidade maior do que outras culturas de um modo geral. Então há uma tentativa de se obedecer a legislação de uma maneira mais rigorosa nas áreas de plantio da cana. (Entrevistado 4).

Há várias literaturas que trabalham com os impactos relacionados aos recursos hídricos, descritos anteriormente como um dos maiores transtornos causados pela ação do cultivo da cana, e, na visão dos entrevistados, ocorre o mesmo com a cana-de-açúcar.

[...] eu acredito que os mananciais hídricos ficam protegidos por conta dessa legislação, não é exatamente por ser o fato de ser cana ou não, mas o fato de quando se planta cana a visibilidade é maior, os empreendimentos são maiores, o número é bem menor do que se a gente pegar uma propriedade qualquer, então a fiscalização é mais intensa. Então a obediência da legislação no que tange ao respeito dos mananciais eu acredito que é maior; se pegar essas áreas de pastagens é muito difícil você ver fiscalizar uma quantidade de propriedade que vive por aí onde essas normas não são exatamente seguidas à risca. (Entrevistado 4).

Para esse mesmo pesquisador, a demanda por água é a mesma de qualquer cultura, porque existe a “evapotranspiração” para qualquer cobertura vegetal, seja soja, pastagem ou cana. “Eu confesso que minha posição nesse contexto aí não é de muitas pessoas que eu já vi por aí, veja bem, eu não acredito que haja um consumo de água no solo diferente dependendo da cobertura vegetal” (Entrevistado 4).

Além disso, segundo o Entrevistado 5, com a colheita mecanizada não há mais necessidade de lavar a cana, existem estações de pré-limpeza antes da moagem e estações que retiram toda a palha e a impureza. Isso é resultado dos avanços em pesquisa e tecnologia para a criação desses mecanismos, tanto da iniciativa privada quanto da iniciativa pública.

Diante disso, a atividade de cultivo da cana-de-açúcar relacionada aos cuidados com manejo do solo é bastante eficiente se comparada a outras culturas. Isso ocorre não só pela

legislação, mas também pela expectativa de retorno da produção: quanto maior os cuidados com a cultura, melhor será o retorno, afirma o Entrevistado 4:

Seguramente, a parte de conservação do solo nas áreas sob cana-de-açúcar ela é feita com muito, porque, veja bem, a sensação que a gente tem é a seguinte que o ponto de vista técnico existe uma recomendação de como se fazer a preservação do solo. Do ponto de vista econômico é complicadíssimo você defender a implementação dessas estratégias em outras espécies que não tenha o rendimento da cana de açúcar. Então, se a gente olhar nas áreas de cana de açúcar, as práticas de conservação são as de livro, você vai nas áreas de pastagens ninguém faz aquilo.

Ainda no que diz respeito à fertilidade e à qualidade do solo, a redução da queimada e o controle de erva daninha melhoram muito: “a palhada que fica no campo hoje, com a colheita mecanizada, é muito mais benéfica, você volta a aumentar os teores de carbono no solo, você não tem mais a queima, a queima da cana, eu diria assim, que no Brasil está muito próxima de ser zero” (Entrevistado 5). Considerando que os impactos podem também apresentar aspectos positivos ao meio ambiente, a cultura da cana proporciona a conservação do solo pelo fato da palha, após a colheita mecanizada, proteger o solo, mantendo nele a concentração de matéria orgânica, e, dessa forma, assegura a qualidade do solo e reflete aspectos extremamente positivos.

Isso é possível ao selecionarmos os materiais para a colheita mecanizada que mantenham a quantidade de palha e a capacidade de espalhar, na perspectiva de atender o mercado, que espera hoje um material onde a palha caia nos espaços, um material que espalhe fácil e simplifique a ação da colheita mecanizada. Isso pode ser feito a partir de um material genético (Entrevistado 2).

Isso de maneira geral, matéria orgânica, pensando em solos de agricultura, quanto mais você puder ter de palhada melhor, de maneira geral, principalmente para cana, se você consegue manter um colchão ali por cima daquele solo, vai reter mais umidade, você vai ter mais vida naquela camada superficial, melhor para o solo de maneira geral. Então nesse sistema de colheita mecanizada, tem jeito de fazer isso, sistema de colheita de cana manual não dá para colher cana crua manual pensando em produtividade, não dá, só pra muda que colhia, mas não dá pra fazer isso, então o benefício da máquina no solo é enorme. Imagina isso ano após ano, você depositando vinte, trinta, quinze toneladas de matéria orgânica por hectare. (Entrevistado 2).

As questões ambientais, na visão do Entrevistado 5, são de cunho político e simbólico e não refletem a realidade dos fatos. Para ele, a cultura da cana provoca menos impactos em comparação a outras culturas, como o algodão. Alguns estudos apresentados por Bertoni et al.

(1972) apontam que a cultura da cana apresenta, no Brasil, menos perdas dos nutrientes do solo se confrontada com culturas como a soja, o algodão, o feijão, a mamona e outras.

[...] se você plantar soja, plantar algodão, plantar milho, plantar girassol, são culturas pura e simplesmente diferentes, todas elas usam adubos, todas elas usam agroquímicos para controle de pragas, para controle de doenças, para controle de plantas daninhas, então isto daí entre uma cultura e outra a cana não provoca um impacto maior, até porque na maioria dessas regiões centrais do cerrado todas as unidades praticam rotação de cultura, quer dizer, a medida que reforma a cana, entra com plantio de soja, de outra cultura, volta com cana, quer dizer, você tem essa flexibilidade só que com relação à cultura eu não vejo problema com impacto. (Entrevistado 5).

Ainda no solo e na água, o cultivo da cana-de-açúcar pode impactar por meio dos resíduos industriais, como no caso da vinhaça. O que antes era dejetos hoje passou a ser insumo. A vinhaça é o resíduo pastoso, com odor desagradável, gerado pelas sobras após a destilação fracionada do caldo de cana-de-açúcar, que passa por esse processo para a obtenção do etanol. São gerados de dez a quinze litros de vinhaça para cada litro de álcool produzido (PAULINO et al., 2002).

De acordo com o Entrevistado 2, antes a vinhaça, ou vinhoto, não era um produto valorizado, sendo jogado em regiões de mananciais. Atualmente tem valor e isso muda a visão, além da própria legislação ambiental, cujo uso de tecnologia modificou a utilização da vinhaça e transformou um dejetos em um insumo importante no cultivo da cana-de-açúcar.

Para você ter uma ideia, a média de aplicações de agroquímicos no ciclo de algodão é de doze a treze. Se você pega hoje Mato Grosso, em algumas regiões que já criou muita polêmica, tem situações de se encontrar traços de produtos químicos na água, no leite materno... o grande vilão da indústria é a vinhaça, para isto hoje nós temos soluções extremamente fáceis e já existe tecnologia para isso, você concentrar a vinhaça qual que é o grande problema da vinhaça? São alguns elementos que você pode contaminar dependendo da quantidade que você jogar, se você jogar no rio, lógico isto é um crime, não pode e vai prejudicar. (Entrevistado 2).

Quanto aos impactos econômicos causados pelo cultivo da cana-de-açúcar apontados pelos entrevistados, o principal e que atualmente é foco importante de pesquisas é a geração de energia. As pesquisas da RIDESA buscam pensar em um material com alto teor de fibra, “porque hoje energia elétrica virou de fato o negócio.” (Entrevistado 2).

A produção de cana se associa, de certa forma, à expansão para novas áreas, de modo que ocorre naturalmente uma construção de um novo espaço geográfico. Isso pode levar a uma desestruturação das atividades rurais, principalmente pelas práticas do setor em arrendar

terras para plantio e mudando os modos de produção relacionados à disponibilidade de mão de obra, empregabilidade, fluxos de migração, oferta de alimentos, áreas de reservas, que, segundo Rodrigues (2010), são impactos socioeconômicos de grandes proporções.

De acordo com Marques e Pinto (2013), no Brasil, a geração de bioenergia com a cultura da cana-de-açúcar mostra um cenário onde mudanças dos fatores de produção são importantes, tendo em vista ganho de produtividade, contenção de problemas ambientais e ecológicos e redução de novas fronteiras agrícolas. Nesse entendimento, a produção da cana, apesar das dificuldades inerentes à atividade, não diverge muito de outras culturas, como é o caso da soja e do milho, pois novas tecnologias têm mitigado a tensão levantada após os avanços das fronteiras agrícola

6.6 EMBRAPA

6.6.1 Formação do pesquisador

De modo geral, os pesquisadores da EMBRAPA apresentam o melhor desempenho em termos de pesquisas agropecuárias no Brasil, especialmente nas fronteiras da ciência, tendo em vista proporcionar resultados que beneficiem o meio rural. O vínculo com as universidades e as oportunidades de pesquisas em ciências agrárias marcam o início da qualificação e o despertar da criatividade ainda durante a vida acadêmica. Os estágios iniciados na formação acadêmica acontecem nas instituições de ensino, normalmente em iniciação científica, em alguns casos com bolsas para pesquisa. No entanto, uma característica interessante é a demonstração da vocação, desde muito cedo, com a profissão não só de pesquisador, mas, principalmente, em trabalhar com as ciências agrárias.

Desde que eu me entendo por gente eu aprendi a andar e andei em direção a terra, fazer canteiro, a cultivar ervas medicinais, plantas medicinais em geral, mas a minha atração minha diversão na adolescência, primeira infância e pré adolescência era “fuçar”, fazer canais de irrigação por drenagem, furar buraco na terra, ligar a água da rua, deixar correndo e mudar as plantas de lugar.... Depois do técnico agropecuária, primeira opção para vestibular agronomia, segunda opção agronomia e desde então outro curso na minha frente nunca vi, foi sempre isso que eu queria fazer. (Entrevista-o 3 - EMBRAPA).

O ingresso na carreira de pesquisador da EMBRAPA ocorre por meio de concurso, provido em regime da Consolidação das Leis de Trabalho (CLT). Nesse percurso, cada

pesquisador soma a nova atividade, experiências adquiridas anteriormente, que de certa forma contribuíram para sua trajetória na instituição. Cabe destacar que, muito embora as culturas dos pesquisadores entrevistados sejam diferentes, a formação em melhoramento e os estudos na área são similares, além de existir um fator importante: a experiência anterior em empresas privadas.

Sou agrônomo, me formei na Universidade Federal de Lavras em 99, 2000, depois de lá fui para Piracicaba, fiz meu mestrado e doutorado na Esalq, terminei lá em 2005, e entrei na Bayer, trabalhei lá com melhoramento de tomate, mercado fresco, trabalhei lá dois anos, aí passei no concurso da Embrapa e estou aqui desde 2007, então já estou há 8 anos que estou aqui, aí vim trabalhar o melhoramento de arroz. (Entrevistado 1- EMBRAPA).

Logo que eu terminei a pós-graduação, doutorado, eu fui trabalhar no grupo Dupont, na empresa Pioneer, com melhoramento de soja. Trabalhei uns dois anos e lá recebi um convite pra trabalhar com melhoramento de milho aqui na Monsanto, aqui em Uberlândia, e fui pra Monsanto. Tive essa experiência lá com milho durante um ano e meio e a três anos eu estou aqui na Embrapa. (Entrevista-o 4 - EMBRAPA).

A experiência em empresas privadas propicia o acesso a determinado “ethos” que, em muitos casos, acompanha os pesquisadores. Foi possível constatar que aqueles que trabalham com grandes culturas comerciais (como a soja) expressam uma visão muito mais próxima ao mercado global de *commodities*, apresentando uma visão menos crítica em relação aos impactos em comparação com pesquisadores que trabalham com culturas mais alimentares (como arroz e feijão).

6.6.2 Produção de conhecimento, transferência de tecnologia e grupos de pesquisas

No Brasil, e em grande parte dos países em desenvolvimento, as pesquisas voltadas à agropecuária partem de instituições públicas, que tem o compromisso de manter, cumprir e responder as demandas da sociedade. Em resposta a essas demandas, a EMBRAPA tem a preocupação de se antecipar, fazendo uso de novas tecnologias e planejamento estratégico (QUIRINO, 1993).

Conforme Dereti (2009), a transferência de tecnologia conta com o envolvimento de diversas técnicas e ferramentas econômicas e um aglomerado de fatores sociais e ambientais, bem como a identificação de situações anteriores e as consequências posteriores à adoção dessas técnicas. Pode-se considerar como transferência de tecnologia o momento em que o usuário, ao incorporar a inovação, a modifica de acordo com sua realidade.

Na interpretação de Assafim (2010), o principal conceito da transferência de tecnologia é o intercâmbio ou a transmissão de conhecimento, tendo como aspecto principal os atores envolvidos no processo. Ressalte-se que a transmissão de conhecimento técnico entre os atores envolvidos apresenta, de um lado, o concedente ou quem controla a tecnologia, e, de outro, o adquirente, que dela depende.

A atuação da EMBRAPA (2015) percorre duas vertentes, sendo a primeira a Transferência de Tecnologia (TT):

[...] componentes do processo de inovação, usando várias estratégias no qual diferentes estratégias de comunicação e interação são utilizadas por grupos de atores com o objetivo de dinamizar arranjos produtivos, mercadológicos e institucionais, por meio do uso de soluções tecnológicas.²⁰

Outra vertente é o Intercâmbio de Conhecimento (IC):

É um processo interativo e dialógico que possibilita adaptar soluções tecnológicas já desenvolvidas a contextos específicos, a partir da troca entre saberes tradicionais ou conhecimentos tácitos e conhecimentos científicos. O enfoque interativo permite que tecnologias e conhecimentos já desenvolvidos sejam interpretados e adaptados, mediante realidades específicas e valores particulares.²¹

Para a EMBRAPA, a pesquisa tem por finalidade agregar valor econômico, social e ambiental na medida em que atende produtores e instituições que se preocupam com o desenvolvimento. De alguma forma, esse valor deve ser revertido em pesquisas mais próximas à realidade brasileira e em consonância com as demandas da sociedade. A estratégia é a criação de novos cultivares para o mercado para atender vários públicos, principalmente o produtor, por ser ele o responsável por abastecer o mercado, e em especial o pequeno produtor, por garantir a subsistência (Entrevistado 4). Para Mendes e Buainain (2013), em função da especificidade das pesquisas da EMBRAPA, seus pesquisadores são motivados a produzir conhecimento científico e tecnológico que possam ser utilizados na agricultura brasileira e que se convertam em tecnologias, produtos e processos com proteção à propriedade intelectual.

Para os pesquisadores da EMBRAPA, em que pesem as mudanças ocorridas nos últimos anos em relação às inovações tecnológicas, novas tecnologias representam transformações importantes na produção de alimentos, sobretudo quando se pensa em

²⁰ Disponível em: <https://www.embrapa.br/transferencia-de-tecnologia>.

²¹ Disponível em: <https://www.embrapa.br/transferencia-de-tecnologia>.

aumento da produtividade, tanto do pequeno e médio produtor quanto da agricultura empresarial. Em suas narrativas, os pesquisadores afirmam que o uso de tecnologias promove ações direcionadas para minimizar questões sociais, econômicas e ambientais. Diante desses acontecimentos, um dos objetivos é aproximar a pesquisa ao público com palestras, dia de campo, visitas para demonstração de inovações e outros eventos importantes, cujo maior interesse é permitir o acesso à pesquisa e às novas tecnologias para a sociedade. De acordo com o Entrevistado 4- EMBRAPA, um dos desafios relativos à transferência de tecnologia é a falta de contingente para promover essa ação:

Hoje nos temos aqui um grande desafio com relação à transferência tecnológica, no passado quando a Embrapa foi concebida ela própria se disponibilizava a fazer essas transferências, sempre a Embrapa trabalhou “*Pari passu*” com as empresas estaduais de pesquisas e as ATER’s, as agências de transferência de tecnologia extensão rural do estado, mas ela tinha um contingente muito maior de transferidores, com as mudanças das decisões tomadas ao longo do tempo internamente a Embrapa decidiu focar a sua parte de transferência de tecnologia com os multiplicadores, que seriam as agências estaduais de pesquisa e de extensão rural de transferência, só que nós sabemos que essas ATER’s passam por grandes dificuldades pelo Brasil, né? Os estados assumiram este compromisso e nós sentimos muito na pele.

Conforme os entrevistados, a pesquisa da EMBRAPA não atua com extensão e sua preocupação é treinar multiplicadores:

EMBRAPA até por não ser, a extensão na EMBRAPA, a gente não faz extensão, a gente tem, na teoria, treinar multiplicadores, nós não fazemos extensão, e a gente perde um pouco dessas informações, e aí tem as limitações, por exemplo, a gente está com problema de corte de diárias, então a gente está há dois/três anos que não viaja muito mais, então a gente deixa um pouco longe dessas realidades o que realmente, o produtor. (Entrevistado 1- EMBRAPA),

Atualmente, o setor de transferência de tecnologia tem vínculo direto com um grupo que atua em compreender as prospecções de demandas, composto por um conjunto de profissionais entre produtores, consultores, pesquisadores, professores e técnicos da área que se dedicam, com o uso de ferramentas, a compreenderem a prospecção da demanda de várias cadeias produtivas, como o arroz, a soja e o feijão. Além desse grupo, encontra-se, ainda, a câmara setorial do feijão, da soja, do algodão, do milho e outros, vinculada ao Ministério da Agricultura, que influenciam nas políticas públicas (Entrevistado 4). Segundo Quirino e Coqueiro (1985), a pesquisa terá qualidade dependendo da coesão e da intensidade da equipe de trabalho, sendo necessário que cada membro garanta um contínuo nível de desempenho, se

envolvendo com a organização e destacando suas competências e habilidades em um ambiente criativo.

No tocante à transferência de tecnologia, hoje existem nove grupos na EMBRAPA atuantes nas Pesquisas e Transferências de Tecnologia (GPTS), que tem como atividade o desenvolvimento, a administração e a articulação de projetos para compreender as principais demandas por pesquisas e transferência de tecnologia em genética, biotecnologia e melhoramento.

6.6.3 Principais atividades desenvolvidas

Dentre as principais atividades desenvolvidas pelos entrevistados, observa-se que as pesquisas são direcionadas para o aumento da produtividade, cuja atividade principal é a seleção de culturas para a escolha do melhor cultivar. Para todas as culturas apresentadas (arroz, feijão, milho e soja), o objetivo do melhoramento é alcançar o cultivar adequado e, para isso, as pesquisas tem se direcionado para o desenvolvimento de tecnologias que proporcionem mais resistência a doenças e pragas, bem como ao estresse hídrico, além da facilidade para o uso de máquinas, principalmente para colheita:

[...] obviamente uma grande preocupação com o aumento da produtividade a baixo custo reduzindo custo e agregando sustentabilidade, então a gente seleciona materiais com alta performance produtiva mas também materiais de menor ciclo para um melhor uso de água, com melhores escape de períodos de déficit hídricos e secas a gente seleciona para stress bióticos por exemplo doenças mais comuns tanto em um sistema de alta tecnologia, mas sobretudo para aquele sistema de baixa tecnologia. (Entrevistado 4).

Outra atividade se refere ao uso de novas tecnologias para a agricultura, por meio de pesquisas e utilizando-se de um grande número de fatores e agentes que fazem parte dessa cadeia produtiva. A partir da identificação dessa atividade, foi possível reconhecer duas posições distintas: uma dos pesquisadores de grandes culturas comerciais, como a soja, e outra dos pesquisadores de culturas alimentares, como é o caso do arroz. Especificamente para o pesquisador de arroz, é importante considerar as necessidades dos consumidores finais, mas, sobretudo, compreendendo as questões ambientais, o uso adequado de recursos, o custo benefício de novas tecnologias e sua aplicabilidade. No caso da EMBRAPA, essas novas tecnologias visam atender a toda a sociedade:

[...] a prioridade dos próximos quatro anos, a gente tem um objetivo estratégico por exemplo que é: as tecnologias para a sustentabilidade de arroz irrigado em ambiente tropical, desenvolver tecnologias para a sustentabilidade do sistema de arroz irrigado em ambientes tropicais... (Entrevista-o 1 - EMBRAPA),

Além de novas tecnologias, as atividades desempenhadas ainda se preocupam em desenvolver cultivares que facilitem o uso de máquinas, principalmente para a colheita. Cabe destacar que, muito embora a preocupação seja desenvolver um produto que atenda ao produtor que faz uso de máquinas, um dos maiores desafios da EMBRAPA é chegar ao pequeno produtor, que ainda tem limitações para sua produção, como afirma o pesquisador: “um grande desafio hoje para nós é fazermos com que estas tecnologias cheguem realmente ao campo, lá, principalmente para esses produtores menores.” (Entrevistado 4).

6.6.4 Ambiente de trabalho e autonomia

Para Quirino e Coqueiro (1985), independente da instituição de pesquisa, o ativo principal será sempre o pesquisador, devido à responsabilidade de produzir conhecimento na organização. A capacidade intelectual de cada um permite a produção de conhecimento, que resulta em um produto final na instituição.

A percepção do pesquisador em relação à instituição está coerente, de certa forma, com a “obediência hierárquica” na empresa. Para o Entrevistado 3, “é saber de sua missão e das expectativas da sociedade brasileira em relação à produção de suas pesquisas e liberação de tecnologias”.

Percebo a EMBRAPA como uma empresa engajada e caminhando junto à sociedade, na medida do possível; às vezes, o casamento entre o que é possível e o que é desejável, em termos de obtenção de tecnologias, não é perfeito. Essa percepção pode estimular, dentro de certos limites, algum ajuste no planejamento das pesquisas, visando à obtenção de uma determinada tecnologia demandada pela sociedade e priorizada pela EMBRAPA.

Durante essa análise, a autonomia e a liberdade para se posicionar e tomar decisões também têm um viés voltado para a particularidade dos grupos de trabalho de cada cultura. Constatamos, portanto, que eles se sentem contemplados no direcionamento de suas pesquisas, mas, para as culturas alimentares, isso ocorre de forma mais tranquila.

Assim, Shimizu (2006) afirma que só é possível obter êxito no processo decisório a partir da especialização, ou seja, toda tomada de decisão deve basear-se em conhecimentos

profundos de um especialista. Dos Santos (2012, p. 183) explica que na EMBRAPA existem diferentes demandas por pesquisas, e as principais são as do mercado, as da própria EMBRAPA e dos pesquisadores:

Segundo representantes da área de transferência e tecnologia da Embrapa, até 40% das pesquisas desenvolvidas na Unidade têm origem nas demandas do mercado, outras 40% são resultados de demandas apresentadas pela da Embrapa e/ou pela Unidade de Pesquisa. No entanto, 70% dos respondentes afirmaram que até 40% das pesquisas são resultados das inquietações pessoais dos pesquisadores.

Diante disso, percebe-se que para cada cultura existe uma dinâmica diferente de atuação do pesquisador. Para a cultura do feijão, a percepção do pesquisador em relação ao ambiente de trabalho e à autonomia permeia dois aspectos: os níveis hierárquicos concentrados e as limitações de gestão. Por outro lado, as dificuldades são perfeitamente compreendidas, muito embora existam limitações na articulação da autonomia e na tomada de decisão, e isso dificulta a celeridade nos processos, devido à distribuição de tarefas ou funções, onde alguns pesquisadores são responsáveis por um grande número de atividades e outros em ritmos diferentes, o que retrata uma grande disparidade (Entrevistado 4-EMBRAPA).

Na visão do Entrevistado 1 - EMBRAPA, que atua no cultivo de arroz, a perspectiva é mais positiva e reside em mais liberdade para atuarem na medida em que ocorre a formação de uma equipe de melhoristas que coordena o melhoramento de arroz em todo o Brasil. Para o pesquisador, a produção de arroz ocorre de norte a sul do país, tanto arroz irrigado, sequeiro, terras altas e arroz de pivô, sendo o processo na área de seu cultivo bastante democrático, com autonomia, pois cada pesquisador, em sua especialidade, lidera o processo de construção do projeto.

A gente tem liberdade para fazer essas definições que são todas feitas pela equipe de melhoramento... as técnicas, os métodos que a gente aplica, os objetivos... então essa é uma definição feita pela equipe técnica e pelos melhoristas, principalmente, e a gente envia esses projetos que tem que ser aprovado pela sede da Embrapa, pelo comitê gestor da programação da Embrapa, mas a definição do projeto ou das tarefas que são nossas dentro do programa é feita por nós mesmos.

Já para o pesquisador da cultura de soja, as pesquisas devem ser conduzidas em grupo, e em vários momentos ele possui autonomia para modificar e atuar com mais liberdade: “na maioria das vezes sim, temos autonomia para fazer alguma modificação, começando aqui, a

gente expõe a ideia” (Entrevistado 2- EMBRAPA). Isso permite mais liberdade para o pesquisador pensar em suas prioridades, nesse caso a variedade de soja.

Normalmente não tem muito problema não... Hoje, principalmente, você tem que seguir sua pesquisa em grupo, então eu não posso definir, eu quero trabalhar com isso e vou. Primeiro que se você não estiver inserido em uma rede, seu projeto nem é aprovado que eu acho que é muito salutar, então você segue aquela linha do todo, no meu caso específico eu já vim para trabalhar no programa de melhoramento de soja, que já tem seus objetivos delineados, então dentro desse programa a gente propõe alguma variação, modificação de metodologias, mas o objetivo nosso é variedades, eu penso em variedade de soja, então, não sei muito disso. (Entrevistado 2- EMBRAPA).

Ainda que conduzidas em grupo e seguindo diretrizes com base nos projetos e prospecções norteadoras, as pesquisas, de acordo com os entrevistados, permitem uma autonomia por parte do pesquisador, sendo possível direcioná-las de acordo com as propostas individuais que serão levadas para o grupo de pesquisa da cultura.

6.6.5 Parcerias, mercado e relação com o setor produtivo

Com o objetivo de desenvolver o agronegócio mediante a transferência de novas tecnologias, a EMBRAPA preocupa-se em intensificar a parceria²² com as instituições públicas e privadas, por meio da negociação de contratos para a consolidação de pesquisas.

Em atenção aos produtores, ela tem dedicado grande parte de suas pesquisas e inovações tecnológicas, sobretudo procurando melhorar o relacionamento com seu público final. Ainda que um dos objetivos definidos em todos os seus grupos de pesquisadores vise atender os mais diversos públicos a que se destinam suas pesquisas, as ações relacionadas à aproximação com o setor produtivo são diferentes de acordo com cada cultura. Muito embora os grupos promovam estratégias de trabalho participativo e regionalizado com o intuito de aproximar os atores locais e a equipe de pesquisadores da EMBRAPA, e nesse sentido elaborem uma agenda de atividades que atenda as demandas dos produtores e da região, percebe-se que cada grupo de pesquisadores, de acordo com a percepção da sua cultura, aproxima-se de formas diferenciadas do setor produtivo.

²² Segundo Sousa e Silva (1993, p. 13), “a parceria é uma ação entre iguais. A igualdade referida não se liga ao tamanho da organização ou a sua posição financeira. É uma igualdade associada à convergência de interesses e ao respeito mútuo. A parceria não só requer o comprometimento institucional com objetivos comuns como também supõe flexibilidade para adequar-se aos diferentes desafios apresentados pelos parceiros”.

Portanto, foram considerados todos os tipos de parcerias estabelecidas pela EMBRAPA, a começar pelos programas de pesquisas desenvolvidos com terceiros via projeto de pesquisas. As parcerias estabelecidas com o objetivo de promover transferência de tecnologias ocorrem por meio de cursos, palestras, dia de campo e outros que aproximem o pesquisador do produtor, parcerias em produção científica e publicações e parceria na produção de novas tecnologias.

No que se refere às parcerias, ao mercado e à relação com o setor produtivo, destacamos essencialmente a existência de parcerias interinstitucionais. Por ano, a EMBRAPA tem consolidado parcerias significativas respaldadas pela política de P&D:

Ao todo 1500 convênios e contratos firmados em parceria com outras empresas públicas de pesquisa e extensão, prefeituras e secretarias de agriculturas, universidades, cooperativas, sindicatos, ONG's, órgãos públicos, associações, fundações e empresas privadas. (DE CARLI, 2005, p. 103).

Para os pesquisadores de arroz, existe uma parceria importante com o produtor e o diálogo ocorre, inicialmente, com os grupos de transferência de tecnologias e com o próprio pesquisador, que traz a informação das expectativas dos produtores. A partir desse primeiro contato cria-se uma agenda de pesquisa das demandas: “Essa informação é das visitas, do contato nosso com os diferentes produtores e de várias regiões de produção com o próprio pesquisador e também com um pessoal nosso de transferência de tecnologia que visita essas pessoas” (Entrevistado 1- EMBRAPA).

O objetivo desse contato é estabelecer um maior entendimento sobre o perfil do produtor, o tipo de produção e as tendências de mercado. Com base nessas informações, De Castro (1999) destaca que a função do pesquisador é criar cultivares com atributos importantes, tecnologias que aumentem a produtividade e a qualidade do produto final em conformidade com as demandas dos clientes diretos e indiretos. No que diz respeito ao produtor, compete a ele direcionar a cultura conforme as recomendações de manejo, de forma a alcançar mais produtividade e melhor qualidade.

Na cultura de milho na EMBRAPA como aproximação com o setor produtivo, em especial os produtores da agricultura familiar, o pesquisador proporciona todas as orientações necessárias, além de acompanhar o processo de produção de sementes apropriadas, que atenda o próximo ciclo de produção com a perspectiva de comercialização. Nesses casos, de acordo

com o Entrevistado 3- EMBRAPA, essa aproximação com o produtor é importante para o pesquisador:

[...] isso é apenas alguns pesquisadores que mexem com agricultura familiar e que são mais voltados para a agricultura familiar e com a agricultura que o pessoal chama de agroecológica, aí sim o pesquisador precisa de ter um contato maior com o produtor para ver a tecnologia dele sendo aplicada “*in loco*”.

Já na cultura da soja, de acordo com o Entrevistado 2, não existe uma parceria direta entre pesquisador e produtor, sendo a relação estabelecida entre o produtor e o sementeiro que comercializa o produto final. Nesse caso, a parceria se dá com o produtor de sementes, normalmente via fundações que intermediam essa relação.

Segundo o Entrevistado 4- EMBRAPA, a aproximação com o produtor de feijão ocorre em eventos amplos em várias cidades e a partir desse contato são avaliadas as demandas da região, em parceria com outras instituições, como a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Goiás (EMATER)²³. A atuação junto aos produtores tem despertado muito interesse em desenvolver novas ferramentas que ajudem a melhorar a transferência de tecnologia, a compreender a prospecção das demandas e o fortalecimento de parcerias com instituições que possam acrescentar experiência a esse processo.

Produtores, técnicos regionais, consultores, EMATER é um evento amplo, a gente tem reuniões em cada cidade na parte da manhã e na parte da tarde a gente visita áreas, áreas onde tem problemas novos ou áreas modelo de coisas que estão sendo implementadas que tá dando certo... então eu acho assim, uma ferramenta bem interessante, sabe? Interação com a cadeia e também a gente acaba recebendo muito informação para a prospecção de demanda, então é algo que a gente deve fortalecer. Agora, eu entendo que ainda precisa melhorar bastante essa nossa capacidade de prospecção e demanda, sobretudo em dois aspectos, ferramentas para organizar essas informações e priorizar, e a parte mais de capilaridade mesmo. Eu entendo que se a gente fortalecer mais as empresas estaduais, os órgãos estaduais de transferência de tecnologia e extensão rural e talvez a EMATER venha para nos auxiliar nesse sentido. Eu acho que a gente consegue ser muito mais eficiente, sabe? (Entrevistado 4).

Depreendida como alianças estratégicas, Freitas Filho et al. (1994) confirmam que as parcerias são um mecanismo importante para proporcionar mais possibilidades de resultados

²³ A EMATER foi criada a partir da publicação da Lei Estadual n. 7.969, de 15 de outubro de 1975, que autorizou a criação da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Goiás (EMATER-GO), mediante a unificação da ACAR-Goiás com a Coordenadoria de Assistência Técnica da Secretaria da Agricultura, concretizada pelo Decreto n. 735, de 16 de dezembro de 1975, que aprovou o seu Estatuto.

entre as instituições e seu ambiente de pesquisa. A sociedade tem pressionado para o aumento da produção, e isso dificulta a possibilidade de apenas uma instituição de pesquisa atendê-la.

6.6.6 Os impactos, sociais, ambientais e econômicos

A percepção dos temas ambientais e a dimensão dos indicadores por meio da avaliação dos impactos das novas tecnologias são questões importantes para todas as instituições que trabalham com pesquisa. Assim, deve-se estabelecer um processo contínuo, resultante de um planejamento que atenda o desenvolvimento socioeconômico das regiões.

O uso de indicadores é um dos instrumentos importantes para a mensuração ou compreensão dos conflitos socioambientais que uma nova tecnologia pode proporcionar para o meio. Na EMBRAPA, há algumas ferramentas, desenvolvidas pelos próprios pesquisadores, para avaliar os impactos, ambientais, socioeconômicos e outros. Muito embora esses pesquisadores tenham conhecimento da existência desses mecanismos, isso não implica na relevância nem na utilização desses indicadores.

De acordo com o Entrevistado 1- EMBRAPA, como uma particularidade das culturas alimentares, essas avaliações relativas aos impactos socioeconômicos, lançamentos de novos cultivares, área plantada com os cultivares desenvolvidos pela EMBRAPA e acompanhamento de ganhos e produtividade ocorrem com mais frequência.

Para o Entrevistado 4- EMBRAPA, ocorrem avaliações, entretanto, é necessária uma melhor estruturação dessas informações, pois o próprio grupo responsável pela transferência de tecnologia também se encarrega de informar quais são os impactos dessas tecnologias:

A gente tem um retorno, mas talvez não tão estruturado como deveria, né? O próprio setor nosso de transferência de tecnologia eles também atuam como prospectores de demandas e eles também nos dão esse retorno do impacto das nossas tecnologias com base no “*feeling*”, com base no retorno que eles recebem.

Toda a pesquisa é feita a partir de um diagnóstico levantado com base no Plano Diretor da Unidade (PDU), no qual se faz uma projeção de planejamento para os próximos anos. Além disso, corrobora ainda com a tomada de decisão um comitê assessor externo. Delineando um gerenciamento participativo e moderno, desde o final da década de 1980, a EMBRAPA tem delimitado suas ações buscando traçar metas e objetivo de médio e longo prazo, implementando o planejamento estratégico por meio de Planos Diretores de Empresa

(PDE) e de suas unidades descentralizadas (PDU's) (SENTANIN; SANTOS; JABBOUR, 2008):

Nós temos o PDU e isso faz um diagnóstico e um planejamento da pesquisa, da unidade para os próximos cinco anos, dez anos, dependendo do período. Na Embrapa Milho e Sorgo, nós temos dessa forma também e tem o comitê assessor externo, que são algumas pessoas importantes para a cultura do milho e do sorgo que assessoram a chefia nossa para a tomada de decisões e planejamentos para determinados objetivos. Então tudo isso é muito bem pensado e gente externa inclusive do centro nos auxilia e isso não é apenas do melhorista, isso é uma política da empresa e da unidade, esses assuntos, esses focos, esses objetivos, eles são estudados e bem pensados com muito cuidado, com muito detalhe, o máximo possível. (Entrevistado 3).

Muito embora os entrevistados percebam a importância desses instrumentos de mensuração dos impactos, bem como as ações desenvolvidas pela EMBRAPA para que essas ferramentas alcancem as análises dos pesquisadores, o Entrevistado 2- EMBRAPA reconhece, em sua análise, que não faz uso adequado dessas ferramentas, pois o foco é o desenvolvimento de variedades e isso faz com que não acompanhe de perto outras variáveis de desempenho. “Não, mas talvez por negligência minha, há vários índices de impacto de avaliação, mas é que a gente acaba que acompanha pouco”.

Percebemos, portanto, que os indicadores são instrumentos desenvolvidos em grande parte pela própria EMBRAPA, mas que não são utilizadas por todos, especialmente pelos pesquisadores das culturas de soja e milho. Muito embora as diretorias e comitês existam em todos os grupos de trabalho de acordo com a cultura, notamos, ainda, que, para as culturas voltadas à produção alimentar o processo é bastante democrático e participativo.

Com a grande demanda por aumento da produção agrícola e os constantes debates sobre as questões ambientais, existe uma grande pressão para a pesquisa e a solução desses problemas. Nesse sentido, na percepção dos entrevistados os principais impactos descritos nas entrevistas estão relacionados aos impactos econômicos e ambientais. Na visão do Entrevistado 2- EMBRAPA, os impactos ambientais, sociais e outros, podem ser minimizados, mas não de forma direta, e sim com o aumento da produtividade; se há aumento da produtividade na mesma quantidade de área plantada, por consequência também terá redução de novas áreas, o que impactará tanto no avanço de novas fronteiras agrícolas quanto em ganho de produtividade, o que representa um impacto positivo, de acordo com o pesquisador:

Assim, não diretamente, mas indiretamente eu acho que tem um benefício enorme que porque, se você pegar uma variedade de vinte anos atrás era uma variedade que produzia dois mil quilos por hectare com um ciclo de 150 dias, hoje você produz três mil quilos por hectare com um ciclo de cem dias, então você ocupa uma área muito menor com uma produtividade muito maior. Então não é necessário que você abra novas áreas para produzir a mesma quantidade... então eu acho que é uma questão ambiental excepcional, um novo tipo de variedade pensando nas práticas agrícolas, você tem o sistema de plantio direto, que é também fantástico, que é uma contribuição ambiental enorme. (Entrevistado 2).

Desde a década de 1960, a agricultura brasileira tem adotado o sistema de plantio direto como método alternativo de preparar o solo. Entretanto, na década de 1980 esse método começou a ser tratado como um conjunto de procedimentos tecnológicos para a agricultura. (DENARDIN; FAGANELLO; SANTI, 2008). A aplicação desse método só foi permitida a partir de um trabalho conjunto entre pesquisadores, agricultores, fabricantes e técnicos motivados em alterar o vertiginoso processo de degradação ambiental do solo e da água.

Quando questionado se em suas pesquisas considera o uso de recursos hídricos, o pesquisador da cultura da soja também considera benefícios indiretos, levando em conta o aumento da produtividade por área. Segundo ele, há uma redução dos ciclos e, conseqüentemente, uma redução de consumo de água: “então você vai gastar menos água, você variar de cem pra cento e cinquenta dias o que você iria precisar de água para aquele período você não vai precisar mais” (Entrevistado 2). Na perspectiva do pesquisador, a cultura, após as novas tecnologias, é menos impactante, principalmente em relação ao uso de água e terra, o que leva o pesquisador a não se preocupar diretamente em analisar indicadores, devido aos resultados otimizados tanto em termos de produção e lucratividade quanto por consequência desses resultados, que, indiretamente, tem alcances também ambientais.

Da mesma forma, para o Entrevistado 3 (cultura comercial), o desenvolvimento de novos cultivares tem por objetivo entender o comportamento da produção. Logo, para se atingir uma produção que proporcione mais lucratividade é necessário desenvolver produtos resistentes a estresses bióticos, como pragas, doenças, plantas daninhas, e produtos resistentes a estresses abióticos, como fertilidade do solo, água, e “é uma constante preocupação que temos para selecionar qualquer genótipo” (Entrevistado 3). Na mesma perspectiva do produtor de soja, a seleção é naturalmente voltada à produção e alcança objetivos ambientais.

Em relação às particularidades de cada cultura, para o cultivo do arroz, de acordo com o Entrevistado 1, percebe-se mais interesse em desenvolver a atividade em áreas já ocupadas com outras culturas e em praticar o sistema de rotação. Em suas pesquisas, as prioridades são

desenvolver cultivares que configurem um material melhor e mais produtivo, mais adaptado a esse ambiente, sendo esse o principal foco tanto de manejo quanto de melhoramento hoje. Segundo o pesquisador, essa é a única opção a ser considerada e, como resultado, também há uma mitigação dos impactos, principalmente aumento de novas áreas.

[...] nós temos cem milhões de hectares em áreas degradadas, que possibilita a gente aumentar a produção de cereais e de carne no Brasil de uma maneira extremamente significativa, sem precisar derrubar um pé de nada de árvore, então a lógica nossa, por exemplo, no caso do arroz de terras altas, ela está focada no ambiente de rotação de culturas, em plantio direto de alta tecnologia, com maior produtividade, com máquinas mais pesadas. (Entrevistado 1).

Além disso, sob essa perspectiva, as pesquisas têm focado principalmente em desenvolver cultivares mais resistentes, que possam entrar em áreas cultivadas com soja ou outra cultura. Outros ganhos são representados a partir do desenvolvimento de novas tecnologias:

Inclusive, isso é uma vantagem muito grande porque a gente faz uma rotação de herbicidas, é o que a gente propõe, então o cara está usando soja ali, resistente a glifosato há quatro, cinco, seis anos, sei lá, dez anos e a gente sugere a introdução do arroz e aquelas plantas daninhas que estão resistentes ao glifosato, você teria um controle daquilo, então, mais uma vantagem de você fazer a rotação dentre várias outras que eu poderia enumerar aqui. Mas outra vertente muito forte é o arroz na renovação de pastagem degradadas, que são esses cem milhões de hectares. (Entrevistado 1).

Percebemos, então, que, para o pesquisador de arroz, a preocupação vai além do ganho de produtividade, incluindo a não abertura de novas áreas. Nesse sentido, as pesquisas estão voltadas para desenvolver materiais adaptáveis a áreas que já receberam outras culturas. Isso é um aspecto bastante positivo no tocante aos impactos ao meio ambiente e à produtividade.

Ao considerar a inserção de novas tecnologias e a pesquisa de um produto que aumente a produtividade, para o pesquisador é necessário pensar em todos os aspectos que, de alguma forma, podem sofrer impactos. Assim, existe uma preocupação em inserir em suas pesquisas a possibilidade de mitigação dos impactos sociais e ambientais, principalmente estresses bióticos e abióticos. “A tolerância a estresses bióticos (pragas, doenças, plantas daninhas) e abióticos (fertilidade do solo, água) é uma constante preocupação que temos para selecionar qualquer genótipo” (Entrevistado 3):

A Embrapa desenvolve estudos para transformação genética de plantas desde a década de 80, com o objetivo de contribuir para uma agricultura mais produtiva e saudável, através do desenvolvimento de variedades tolerantes ou resistentes a doenças, visando reduzir as aplicações de defensivos químicos nas culturas agrícolas. Pesquisas nessa área estão sendo desenvolvidas com várias espécies agrícolas, como: soja, milho, algodão, batata e mamão, entre outras.

Tendo em vista os estudos voltados às mudanças genéticas com o uso da biotecnologia desde a década de 1980 e a preocupação em desenvolver cultivares tolerantes a pragas, doenças, climas e outros problemas, e de forma produtiva e saudável, entendemos que, no olhar do pesquisador, ele se distingue por cultura, muito embora continue voltado para a produtividade, sobretudo na inserção de novas tecnologias que promovam esses ganhos, entendendo que o aumento da produção proporciona ganhos em todos os segmentos. Diante disso, um estudo feito por Gasques et al. (2013) aponta que o crescimento da produtividade brasileira em comparação a países como China, Índia e outros produtores de grãos e carne demonstra que o desempenho brasileiro apresentou maiores taxas de crescimento da produtividade com base em quatro fatores determinantes: investimento em pesquisas; incremento da qualidade dos insumos em geral; ocupação de áreas do Cerrado e perfil dos trabalhadores rurais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O problema de pesquisa que conduziu este estudo lança o foco sobre o pesquisador enquanto produtor de inovações tecnológicas. É ele, nessa perspectiva, quem tem a capacidade de se antecipar aos possíveis impactos das inovações e conduzir suas pesquisas a partir de sua leitura da realidade.

Nessa compreensão, o contexto teórico abordado nesta tese foi evidenciado a partir da expressividade das falas dos entrevistados, inicialmente a respeito da expansão da cana-de-açúcar, que retrata a importância do papel do pesquisador enquanto agente modificador desse cenário, e, depois, sobre a inovação tecnológica, em especial as que ocorrem na agricultura. Tais inovações remetem aos caminhos percorridos pela pesquisa e pelo pesquisador para alcançar essa expansão, que, por sua vez, é resultado de um processo de transferência de tecnologia que sustenta que o desenvolvimento de inovações tecnológicas é mais do que a simples aplicação de processos científicos universalmente aceitos (CASSELL; JOHNSON, 2006): depende, em alguma medida, das condições locais da própria produção do conhecimento.

Assim, na perspectiva de perceber qual o sentido das representações coletivas, a sociologia fez sobressair o que há de específico aos grupos, no sentido de compreender o que lhe é intrínseco como estrutura do coletivo, representando ações, percepções e práticas científicas de cada grupo pesquisado.

Um primeiro ponto que se destaca é se o pesquisador desfruta de autonomia para poder efetivamente tomar as decisões de acordo com seus pontos de vista e suas prioridades. Como lembrado por Bourdieu (2004), cada vez mais a autonomia da ciência está comprometida por sua vinculação às atividades produtivas. Em nosso caso, essas limitações podem ser ainda mais significativas, uma vez que o objeto original desta pesquisa (a RIDESA) é responsável por investigações conduzidas por professores de Universidades Federais, em parceria e com o financiamento de Usinas de açúcar e álcool. Essa característica de dupla vinculação do pesquisador apresenta, a princípio, a possibilidade de visões distintas de suas pesquisas. Por um lado, a ciência produzida nas Universidades brasileiras apresenta uma agenda própria, fortemente desvinculada do setor produtivo; por outro, as Usinas como fonte de financiamento têm interesses e demandas específicas que limitam os pesquisadores.

Essa possível contradição, no caso da RIDESA, foi atenuada por uma forte vinculação dos pesquisadores, que atuam diretamente com as Usinas e convivem com uma visão predominante no setor sucroalcooleiro. Isso não significa que a contradição foi resolvida, mas que não se manifesta fortemente no discurso dos depoentes. O cerne da pesquisa toma por base o discurso dos pesquisadores da RIDESA. Apesar de reconhecermos os limites dessa estratégia metodológica, é importante ressaltar que não buscamos a veracidade das afirmações, mas a própria formulação dos depoentes. Como informa uma longa tradição de pesquisas nas Ciências Sociais, o discurso dos sujeitos da pesquisa é o ponto de partida para a compreensão de sua visão de mundo, de sua percepção do real. Neste caso específico, interessa-nos a percepção desses agentes.

Cabe reconhecer que os pesquisadores da RIDESA têm conhecimento da literatura existente sobre os possíveis impactos decorrentes da expansão da cana-de-açúcar, sejam eles ambientais, sociais ou econômicos. Então, a primeira questão que norteou esta pesquisa pode ser respondida positivamente: os pesquisadores da RIDESA têm conhecimento dos impactos da tecnologia por eles produzida. No entanto, esses impactos não são avaliados de forma homogênea, mesmo na literatura específica sobre o tema. Tomemos a questão dos impactos sobre o solo, por exemplo. Em comparação com as lavouras anuais – como a soja e o milho –, existem elementos para afirmar que a cana promove uma menor compactação do solo, uma vez que é uma atividade semiperene, ficando a planta no mesmo local por até oito anos. As outras questões ambientais, como a destinação dos resíduos (vinhaça, vinhoto), também apresentam possibilidades de abordagens distintas, uma vez que existem pesquisas para mitigar esses impactos. A vinhaça, por exemplo, deixou de ser um elemento de contaminação para servir como irrigação da própria lavoura. Mesmo que existam estudos que apontem outros problemas ambientais decorrentes dessa prática, há elementos para uma acalorada discussão sobre as possibilidades, ou não, de controle dos impactos ambientais. A postura dos pesquisadores da RIDESA é amparada, portanto, em uma leitura específica da literatura existente sobre o tema. Dentre as opções que têm sustentação nessa literatura, estes agentes fazem uma leitura que aponta um menor impacto ambiental da cultura frente a outras opções de cultivo.

Com os impactos ambientais ocorre o mesmo. A grande questão abordada pelos pesquisadores da RIDESA quanto a esse tema diz respeito a mudanças na forma de colheita da cana. Todas as pesquisas são voltadas para a produção de cultivares mais adequados ao

corte mecânico. Os impactos dessa tecnologia (que apresenta vantagens ambientais ao evitar a queimada da cultura) são avaliados, como o desemprego da mão de obra envolvida na colheita, mas essa desvantagem não é considerada pelos pesquisadores como necessariamente um problema social, uma vez que a colheita manual da cana é uma atividade extremamente desgastante para os trabalhadores.

Todos os pesquisadores fazem questão de ressaltar as vantagens econômicas da expansão da atividade sucroalcooleira, como a geração de riquezas. Da mesma forma, um aspecto uniforme entre os pesquisadores diz respeito ao aumento de produtividade, como a grande busca da pesquisa tecnológica, que traria vantagens econômicas, sociais e ambientais. O argumento apresentado pelos pesquisadores é o de que uma maior produtividade implicaria em menor utilização de terra, maior renda para os envolvidos e mais eficiência geral do sistema. Então, uma resposta à segunda questão de pesquisa, sobre como os pesquisadores se antecipam aos impactos, é dada pela busca do aumento da produtividade.

Assim, estamos sugerindo que os pesquisadores da RIDESA fazem uma leitura própria dos impactos gerados por suas pesquisas. Não é o caso de afirmar que “copiam” a leitura do setor sucroalcooleiro, inclusive porque, como lembra Bourdieu (2004), existe uma autonomia relativa no campo científico em relação a outros campos, como o econômico, por exemplo. Existem mecanismos (não estudados aqui) pelos quais o contato entre os pesquisadores e os agentes econômicos faz com que elementos da visão de mundo sejam compartilhados. Como discutimos, a ciência não é uma atividade isolada, ela ocorre em um dado contexto econômico-social. Apesar de sua relativa autonomia, os valores perpassam os distintos campos.

Cabe ressaltar que cada pesquisador acredita desfrutar de elevado grau de autonomia em função da forma como a RIDESA elabora sua agenda de pesquisa. A própria baixa institucionalização da Rede contribui para esse sentimento. As relações horizontais predominam sobre as verticais na Rede e o conhecimento é visto como produzido coletivamente. Essa visão, de acordo com Bourdieu, aponta que o cientista representa um importante papel na sociedade, condicionando-o a eliminar as pré-noções e o senso comum, com o propósito de construir novas possibilidades de compreender as instituições a que pertence, suas relações e seu modo de vida, a sociedade em que vive e, principalmente, a si mesmo.

Como vimos também com Bourdieu, a formação do *habitus* do cientista decorre de compartilhar valores do grupo ao qual está integrado. Isso foi nitidamente percebido entre os pesquisadores da RIDESA, com um discurso muito homogêneo. A atividade científica desenvolvida na Rede é vista como uma parte das próprias atividades do pesquisador enquanto professor universitário. O fato de diversas pesquisas da Rede serem desenvolvidas como dissertações de mestrado e teses de doutorado reforça a visão de que esse espaço de pesquisa não apresenta uma distinção fundamental da prática científica convencional da Universidade.

O próprio *habitus* do cientista, como já explicado anteriormente, é a objetivação, em alguma medida, do seu campo de conhecimento. Existe um processo de adesão do cientista aos valores, às regras e práticas de seu campo, que se estrutura ao longo de sua formação profissional. Essa objetivação se manifesta tanto na prática da ciência quanto em sua divulgação por meio de *papers*, e existe a preocupação do grupo de pesquisadores da RIDESA em cumprir esse papel, até porque esse é o elemento que confere legitimidade científica ao grupo. Assim, a pesquisa é vista como conduzida de forma autônoma pelos pesquisadores, mas, ao mesmo tempo, atende à demanda do setor sucroalcooleiro. Não há contradição entre esses termos.

Para verificarmos em que medida esses resultados poderiam ser decorrência do ambiente institucional de pesquisa, recorreremos à outra instituição de pesquisa voltada para o setor agropecuário, a EMBRAPA. O que foi possível constatar é que os pesquisadores da EMBRAPA que trabalham com grandes culturas (*commodities* voltadas muitas vezes para a exportação), como a soja e o milho, tendem a apresentar uma perspectiva muito semelhante aos pesquisadores da RIDESA. Esse grupo também apresenta uma leitura dos impactos muito próxima a que seria a leitura do setor produtor. De forma semelhante ao que ocorre com o setor sucroalcooleiro, sendo a grande questão a busca por mais produtividade.

Um grupo que apresenta uma leitura mais particular da realidade é o dos pesquisadores voltados para culturas alimentares, como arroz e feijão. Nesse caso, foi possível perceber uma tentativa de antecipação a possíveis impactos indesejados. Por exemplo, no caso do arroz, o depoente deixou claro que uma parte da produção pode ser utilizada, ainda hoje, como tradicionalmente foi, ou seja, para a “abertura” de novas áreas de pastagem, com o desmatamento da vegetação nativa. A pesquisa procura se antecipar a isso e produzir

variedades que atendam mais à produção em áreas já consolidadas. Assim, a prioridade é proporcionar o cultivo do arroz em rotação, em áreas que já tenham sido exploradas.

É interessante observar que o fato de uma mesma instituição de pesquisa abrigar visões distintas é resultado da própria autonomia que os pesquisadores percebem desfrutar. Mais uma vez, não se trata de saber que o pesquisador desfruta efetivamente de autonomia, mas de perceber a percepção que ele tem sobre o tema. Conforme a avaliação dos depoentes, as decisões sobre as atividades de pesquisa são tomadas coletivamente pelos envolvidos. Existem instâncias de representação, mas o sentimento percebido foi o de que as decisões tomadas pelo corpo de pesquisadores prevalecem por serem consideradas mais corretas. Então podemos falar, também nesse caso, de um *habitus* coletivamente compartilhado.

Na perspectiva de compreensão do pressuposto inicial, de fato existem opções que podem ser decididas ao longo do desenvolvimento da pesquisa e que implicam em distintos impactos sociais, econômicos ou ambientais.

A conclusão geral a que chegamos nesta pesquisa é a de que nos dois casos estudados (RIDESA e EMBRAPA) os pesquisadores têm conhecimento dos possíveis impactos de suas pesquisas, percebendo-os em suas inovações e incorporando esse conhecimento à produção de suas tecnologias. Não se trata de avaliar se a percepção dos pesquisadores está correta ou não, se fazem uma leitura correta da realidade, mas, acima de tudo, de entender que eles têm uma leitura própria da realidade e esta leitura interfere em suas práticas científicas. Por sua vez, o conhecimento científico deixa de ser compreendido apenas como uma busca do bem e da verdade e constitui-se como uma prática social e, desse modo, suscetível a determinantes culturais, sociais, econômicos e da história individual do pesquisador.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, E. M. L. S. **Criatividade**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1993.
- ALEXANDROV, V. A.; HOOGENBOOM, G. Vulnerability and adaptation assessments of agricultural crops under climate change in the Southeastern USA. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 67, n. 1-2, p. 45-63, 2000.
- ALMEIDA, J. Da ideologia do progresso à idéia de desenvolvimento rural sustentável. In: ALMEIDA, J.; NAVARRO, Z. **Reconstruindo a agricultura brasileira e ideais na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável**. Porto Alegre: UFRGS, 1997. p. 33-55.
- ALVARENGA, R. P.; QUEIROZ, T. R. **Caracterização dos aspectos e impactos econômicos, sociais e ambientais do setor sucroalcooleiro paulista**. In: 46TH CONGRESS, July 20-23, 2008, Rio Branco, Acre, Brasil. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER), 2008.
- ALVES, E. R.; MAGALHÃES, M. C.; GUEDES, P. P. **Calculando e atribuindo os benefícios da pesquisa de melhoramento de variedades: o caso da Embrapa**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002.
- ALVES, R. E. A. **Getting beyond "the National Institute model" for agricultural research in Latin America**. Case Study One, Agricultural Research in Brasil. Banco Mundial, Washington DC, 31 de março de 1992. Mimeo.
- ALVES FILHO, J. P. **Uso de agrotóxicos no Brasil: controle social e interesses corporativos**. São Paulo: Annablume, 2002.
- ANDRADE, J. M. F.; DINIZ, K. M. **Impactos ambientais da agroindústria da cana-de-açúcar: subsídios para a gestão**. 2007. 131f. Monografia (Especialização em Gerenciamento Ambiental) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- ANDRADE, L. A. B. Cultura da cana-de-açúcar. In: _____. **Produção artesanal de cachaça de qualidade**. Lavras: UFLA, 2003.
- ANDRADE, T. Aspectos sociais e tecnológicos das atividades de inovação. **Lua Nova**, n. 66, 2006.
- ANTOCI, A.; BORGHESI, S.; GALEOTTI, M. Environmental options and technological innovation: an evolutionary game model. **Journal of Evolutionary Economics**, published online: 21 July 2011. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1007/s00191-011-0238-0>. DOI 10.1007/s00191-011-0238-0.
- ARAÚJO, M. J. **Fundamentos de Agronegócios**. 3. ed. São Paulo: Ed. Atlas, 2010.

ARBEX, M. A. **Avaliação dos efeitos do Material Particulado proveniente da queima da palha de cana-de-açúcar sobre a morbidade respiratória da população de Araraquara**. 2001. Tese (Doutorado em Medicina) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, Araraquara, 2001.

ARBEX, M. A. et al. Assessment of the effects of sugar cane plantation burning on daily counts of inhalation therapy. **Journal of the Air & Waste Management Association**, v. 50, p. 1745-1749, Oct. 2000.

ARBEX, M. A. et al. Queima de biomassa e efeitos sobre a saúde. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 30, n. 2, p. 58-175, mar./abr. 2004.

ASSAFIM, H. M. de L. **A transferência de tecnologia no Brasil: aspectos contratuais e concorrenciais da propriedade industrial**. Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris, 2010.

ASSIS, W. F. T.; LASCHEFSKI, K. **Impactos cumulativos e tendências territoriais da expansão da cana e eucalipto para a produção de bioenergia**, 2006.

ASSIS, W. F. T.; ZUCARELLI, M. C.; ORTIZ, L. S. Despoluindo incertezas: impactos locais da expansão das monoculturas energéticas no Brasil e replicabilidade de modelos sustentáveis de produção e uso de biocombustíveis. Fev. 2007. Disponível [177raz
http://www.natbrasil.org.br/docs/biocombustiveis/expansao_biocombustiveis_brasil.pdf](http://www.natbrasil.org.br/docs/biocombustiveis/expansao_biocombustiveis_brasil.pdf).

BAKHTIN, M. **Estética da criação verbal**. Os gêneros do discurso. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

BALABAN, E. W. et al. Lance a rede. **Revista Científica de Educação**, p. 13, 2007.

BALSADI, O. O mercado de trabalho assalariado na cultura da cana-de-açúcar. Dossie Ethanol. **Revista Eletrônica da SBPC**, n. 86. Disponível [177raz<http://www.comciencia.br/comciencia>](http://www.comciencia.br/comciencia).

BARBIERI, J. C. et al. **Organizações inovadoras: estudos e casos brasileiros**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2004.

BARBOSA G. V. S.; SANTOS J. M. **Serra do Ouro: Estação de Floração e Cruzamento – RIDESA/CECA/UFAL**. In: ISSCT Germplasm & Breeding Workshop, 10; Molecular Biology Workshop, 7, 2011, Maceió. Apresentações... Maceió: ISSCT, 2011.

BARBOSA, M. H. P. et al. Genetic improvement of sugar cane for bioenergy: 177razilianilian experience in network research with RIDESA. **Crop Breed. Appl. Biotechnol.** [online], v. 12, n. spe, p. 87-98, 2012.

BARBOSA, M. H. P.; SILVEIRA, L. C. I. Melhoramento genético e recomendação de cultivares. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. (Eds.). **Cana-de-açúcar: Bioenergia, açúcar e álcool – Tecnologias e perspectivas**. Viçosa, 2010. p. 313-331.

_____. Melhoramento genético e recomendação de cultivares. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. (Eds.). **Cana-de-açúcar: Bioenergia, açúcar e álcool – Tecnologias e perspectivas**. 2. ed. Viçosa: editora, 2011.

BARDAGI, M. P.; PARADISO, A. C. Trajetória acadêmica e satisfação com a escolha profissional de universitários em meio de curso. **Revista Brasileira de Orientação Profissional**, v. 4, n. 1-2, p. 153-166, 2003.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2010.

_____. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BARRETO, A.; SIMÓN, J. P. Identificación de progenies y progenitores por el análisis del número cromosómico en Saccharum. Identification of Saccharum progenies and progenitors by the chromosome number technique. **Turrialba (IICA)**, v. 32, n. 2, p. 169-180, abr.-jun. 1982.

BARRETO, R. C. S.; ALMEIDA, E. A contribuição da pesquisa para convergência e crescimento da renda agropecuária no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 47, n. 3, p. 719-737, 2009.

BARROS, J. R. M.; MANOEL A. Insumos agrícolas: evolução recente e perspectivas. In: BRANDÃO, A. S. P. **Os principais problemas da agricultura brasileira: análise e sugestões**, Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1988. p. 295-332.

BASTOS, V. D. Etanol, alcoolquímica e biorrefinarias. **BNDES setorial**, v. 25, p. 5-38, 2007.

BELL, M.; PAVITT, K. Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries. **Technology, globalisation and economic performance**, p. 83-137, 1997.

BERG, B. L. **Qualitative research methods for the social sciences**. 3. ed. Boston: Allyn & Bacon, 1998.

BERNARDO, R. **Breeding for quantitative traits in plants**. Woodbury: Stemma Press, 2002.

BERTELLI, L. G. A verdadeira história do Proálcool – Programa Nacional do Álcool. **O Estado de S. Paulo**, São Paulo, 30 out. 2007.

BERTONI, J. et al. **Conclusões gerais das pesquisas sobre conservação do solo no Instituto Agrônomo**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1972. 56p. (Circular, 20)

BIGNETTI, L. P. **Gestão de tecnologia e inovação: uma análise de autores, vertentes teóricas e estratégias metodológicas predominantes em trabalhos apresentados nos encontros da ANPAD.XXX ENCONTRO DA ANPAD**, Salvador, Anais, 2006.

BINSWANGER, H. P.; DEININGER, K. Explaining agricultural and agrarian policies in developing countries. **Journal of Economic Literature**, v. 35, n. 4, p. 1958-2005, 1997.

BLOOR, D. **Conhecimento e imaginário social**. São Paulo: UNESP, 2010.

BNDES, Banco Nacional do Desenvolvimento; CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (Ed.) **Bioetanol: uma contribuição para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: BNDES e CGEE, 2008.

BOHOSLAVSKY, R. **Orientação vocacional: a estratégia clínica**. São Paulo: Martins Fontes, 1977.

BOMBARDI, R. J.; CARVALHO, L. M. V. de. Variabilidade do regime de monções sobre o Brasil: o clima presente e projeções para um cenário com 2xCO₂ usando o modelo MIROC. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 23, n. 1, p. 58-72, 2008.

BONNETT, G. D.; HEWITT, M. L.; GLASSOP, D. Effects of high temperature on the growth and composition of sugarcane internodes. **Crop and Pasture Science**, v. 57, n. 10, p. 1087-1095, 2006.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 4. ed. Viçosa: editora UFV, 2005.

BOURDIEU, P. **A economia das trocas simbólicas**. Introdução, organização e seleção de Sérgio Miceli. São Paulo: Perspectiva, 2007.

_____. O campo científico. In: ORTIZ, R. (Org.). **Coleção Grandes Cientistas Sociais**, n. 39. São Paulo: Editora Ática, 1983.

_____. **Para uma Sociologia da Ciência**. Lisboa: Edições 70, 2004.

BOURDIEU, P.; PASSERON, J.-C. **A reprodução: elementos para uma teoria do sistema de ensino**. Rio de Janeiro: Vozes, 2008.

BOURNE JR., J. K. O sonho verde. Produzir combustíveis a partir de plantas pode ajudar o planeta – mas falta superar obstáculos. **Revista National Geographic Brasil**, ano 7, n. 91, p. 56-77, out. 2007.

BRANCO, S. M. **Poluição do ar**. São Paulo: Moderna, 2004.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Senado Federal; Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. **Plano nacional de agroenergia (PNA)**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), 2005.

BRASIL. **Programa Nacional de Produção e uso de Biocombustíveis** – consolidação de leis e textos informativos do MAPA. Disponível em: www.mapa.gov.br.

BRASIL. **Lei n. 10.332, de 19 de dezembro de 2001**. Institui mecanismo de financiamento para o Programa de Ciência e Tecnologia para o Agronegócio, para o Programa de Fomento à Pesquisa em Saúde, para o Programa Biotecnologia e Recursos Genéticos (Genoma), para o Programa de Ciência e Tecnologia para o Setor Aeronáutico e para o Programa de Inovação para Competitividade, e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional, 2001.

BREEDING, THEIR APPLICATION IN PLANT. Marcadores moleculares e sua aplicação no melhoramento genético de plantas. **Ciência Rural**, v. 27, n. 2, 1997.

BRISOLLA, S. et al. As relações universidade-empresa-governo: um estudo sobre a Universidade Estadual de Campinas. **Educação & Sociedade**, ano XVIII, n. 61, p. 187-209, dez. 1997.

CAMPOS, A. L. S. de. Ciência, tecnologia e economia. In: PEALZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. (Org.). **Economia da Inovação Tecnológica**. São Paulo: Hucitec; Ordem dos Economistas do Brasil, 2006.

CANÇADO, J. E. D. **A poluição atmosférica e sua relação com a saúde humana na região canavieira de Piracicaba-SP**. 2003. Tese (Doutorado) – Departamento de Patologia, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, 2003.

CAREGNATO, R. C. A.; MUTTI, R. Pesquisa qualitativa: análise de discurso versus análise de conteúdo. **Texto Contexto Enferm**, v. 15, n. 4, p. 679-84, 2006.

CARNEIRO, A. **Inovação: estratégia e competitividade**. Lisboa: Texto, 1995.

CARON, A. **Inovações tecnológicas nas pequenas e médias empresas industriais**. 2003. 376f. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

CARSON, R. **Primavera silenciosa**. São Paulo: Editora Gaia, 2010.

CARVALHO C. A. L. de (Org.). **Tópicos em Ciências Agrárias**. Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, 2009.

CARVALHO, C. P. de O. Novas estratégias competitivas para o novo ambiente institucional: o caso do setor sucro-alcooleiro de Alagoas 1990/2001. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 32, n. Especial, p. 654-675, nov. 2001.

CARVALHO, E. R. **Transformações socioterritoriais do capital sucroalcooleiro em Iturama, Pontal do Triângulo Mineiro**. 2009. 192f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

CASSELL, C.; JOHNSON, P. Action research: explaining the diversity. **Human Relations**, v. 59, n. 6, p. 783-814, 2006.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. Sistemas de inovação: políticas e perspectivas. **Parcerias estratégicas**, n. 17, p. 5-30, 2000.

CASTELLO BRANCO, R.; VIEIRA, A.C.P. Patentes e biotecnologia aceleram o crescimento da agricultura brasileira. **Parcerias Estratégicas**, n. 26, p. 33-100, jun. 2008.

CASTRO, R. M. C. et al. Structure and composition of the stream ichthyofauna of four tributary rivers of the upper Rio Paraná basin, Brazil. **Ichthyol. Explor. Freshwaters**, v. 16, n. 3, p. 193-214, 2005.

CASTRO, S. S. de et al. A expansão da cana-de-açúcar no cerrado e no estado de Goiás: elementos para uma análise espacial do processo. **Boletim Goiano de Geografia**, v.30, n. 1, p. 171-191, 2010.

_____. Estudo da expansão da cana-de-açúcar no estado de Goiás: subsídios para uma avaliação do potencial de impactos ambientais. In: **SBPC**, II Fórum de C&T no Cerrado. Goiânia: SBPC, 2007.

CATÁLOGO nacional de variedades “RB” de cana-de-açúcar. Curitiba: Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro, 2010.

CESAR, M. A. A. et al. Capacidade de fosfatos naturais e artificiais em elevar o teor de fósforo no caldo de cana-de-açúcar (cana-planta), visando o processo industrial. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 6, p. 32-38, 1987.

CESNIK, R.; MIOCQUE, J. **Melhoramento de cana-de-açúcar**. Brasília-DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2004.

CHALMERS, A. **A fabricação da Ciência**. São Paulo: UNESP, 1994.

_____. **O que é a Ciência afinal**. São Paulo: Brasiliense, 1993.

CHAMALA, S. Social and environmental impacts of modernization of agriculture in developing countries. **Environmental Impact Assessment Review**, v.10, issues 1-2, p. 219-231, March-June 1990.

CHRISTIANSEN, A. C. Technological change and the role of public policy: an analytical framework for dynamic efficiency assessments. **FNI report**, v. 4, p. 201, 2001.

COLARES, J. F. **A mudança econômica em Schumpeter**. Fortaleza: CAEN/UFC, 1995. (Texto para discussão, n. 137).

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Aveia**: acompanhamento da safra brasileira de grãos 2012/2013 – Quarto levantamento, jan. 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_01_09_17_44_20_boletim_graos_janeiro_2013.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2013.

CORTEZ, L. A. B. (Coord.). **Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade**. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 2010.

COSTA, A. B. da. O desenvolvimento econômico na visão de Joseph Schumpeter. **Caderno Instituto Humanitas Unisinos**, v. 4, 2006.

CRAMER, J.; ZEGVELD, C. L. The future role of technology in environmental management. **Futures**, Guildford, v. 23, n. 5, p. 451-468, jun. 1991.

DA SILVA, J. F. G. **A modernização dolorosa: estrutura agrária, fronteira agrícola e trabalhadores rurais no Brasil**. Rio de Janeiro: Zahar Ed., 1981.

DA SILVA, M. A. S.; GRIEBELER, N. P.; BORGES, L. C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 108-114, 2007.

DA SILVA, V. de PR et al. Risco climático da cana-de-açúcar cultivada na região Nordeste do Brasil. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 17, n. 2, p. 180-189, 2013.

DANNA, M. F.; MATOS, M. A. **Aprendendo a observar**. São Paulo: Edicon, 2006.

DAVID, P. **Accessing and expanding the science and technology knowledge base**. Paris: Working Group on Innovation and Technology Policy; OECD, 1994.

DE ALMEIDA CAMPOS, M. L.; GOMES, H. E. Taxonomia e classificação: o princípio de categorização. **Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação e Biblioteconomia**, v. 3, n. 2, 2010.

DE AZEVEDO, M. L. N. Espaço social, campo social, habitus e conceito de classe social em Pierre Bourdieu. **Revista Espaço Acadêmico**, ano III, n. 24, maio 2003. Disponível em <http://www.espacoacademico.com.br/024/24cneves.html>.

DE CARLI, C. R. **Embrapa: precursora da parceria público-privada no Brasil**. 2005. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, 2005.

DE CARVALHO MACEDO, I. **Sugar cane's energy: twelve studies on Brazilian sugar cane agribusiness and its sustainability**. UNICA, 2005.

DE CASTRO, E. da M. et al. **Qualidade de grãos em arroz**. Embrapa Arroz e Feijão, 1999.

DE DEUS, R. M.; BAKONYI, S. M. C. O impacto da agricultura sobre o meio ambiente. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 7, n. 7, p. 1306-1315, 2012.

DE OSLO, Manual. **Proposta de Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica**. Tradução da Financiadora de Estudos e Projetos. Paris: OCDE, 2004.

DELGADO, G. **Capital financeiro e agricultura no Brasil**. São Paulo: ICONEUnicamp, 1985.

DEL NERO, P. A. **Propriedade intelectual e transferência de tecnologia**. Belo Horizonte: Fórum, 2011.

DENARDIN, J. E.; FAGANELLO, A.; SANTI, A. Falhas na implementação do sistema plantio direto levam a degradação do solo. **Boletim Informativo Federação Brasileira de Plantio Direto**, n. 108, p. 5, 2008.

DERETI, R. M. Transferência e validação de tecnologias agropecuárias partir de instituições de pesquisa. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, n. 19, p. 29-40, 2009.

DIAS, B. F. S. Conservação da biodiversidade no bioma Cerrado: histórico dos impactos antrópicos no bioma Cerrado. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. de (Ed.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina, DF: EMBRAPA Cerrados, 2008. p. 303-333.

DIAS, F. L. F. **Relação entre a produtividade, clima, solos e variedades de cana-de-açúcar, na Região Noroeste do Estado de São Paulo**. 1997. 64f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

DIAS, J. M. C. S. **O uso do etanol como combustível no Brasil vai completar um século**. Embrapa Agroenergia, 2013. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/952636>.

DOS SANTOS, J. A. M. et al. O processo de inovação tecnológica na Embrapa e na Embrapa Agrobiologia: desafios e perspectivas. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 17, n. 4, p. 175-194, 2012.

DOSI, G. **Mudança técnica e transformação industrial**. Campinas: Ed. Unicamp, 2006

_____. Technological paradigms and technological trajectories. **Research Policy**, v. 11, n. 3, p. 147-162, 1982.

_____. **Technical change and industrial transformation**. New York: St. Martin's Press, 1984.

_____ et al. **Technical change and economic theory**. London, NY: Pinter Publishers, 1988.

DUARTE, R. Entrevistas em pesquisas qualitativas – Interviews in qualitative research. **Educar em revista**, v. 24, p. 213-225, 2004.

DURHAM, E. R. As universidades públicas e a pesquisa no Brasil. **NUPE, Documento de trabalho**, São Paulo, v. 9, p. 98, 1998.

DUNHAM, F. B. **Co-evolução da mudança tecnológica e institucional em sistemas de inovação**: análise histórica da indústria de álcool combustível no Brasil. 2009. Tese (Doutorado) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

EMBRAPA. **Monitoramento por satélite**. Disponível em: <http://www.cana.cnpem.embrapa.br/>. Acesso em: 9 jan. 2015.

_____. **Programa de fortalecimento e crescimento da Embrapa**. Documento Institucional, abril 2008. 53p.

_____. **Sugestões para a formulação de um Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

_____. **Transferência de tecnologia**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/transferencia-de-tecnologia>. Acesso em: 3 jan. 2015.

_____. **Visão 2014-2034: o futuro do desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira/síntese**. Brasília: Embrapa, 2014.

EMBRAPA, Secretaria de Gestão e Estratégia. **V Plano-Diretor da Embrapa: 2008-2011-2023**. Brasília: Embrapa, 2008.

EMBRAPA, Secretaria de Gestão e Estratégia. **Pesquisa, desenvolvimento e inovação para o agronegócio brasileiro: cenários 2002- 2012**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003.

ESPINOZA, L. J. S. Tecnologia de produção de cachaça: princípios do processo de produção de cachaça de qualidade. UFLA-MG, 2006. Disponível em: http://www.crq4.org.br/downloads/tec_cachaca.pdf

FEENBERG, A. Modernity theory and technology studies: reflections on bridging the gap. **Modernity and technology**, p. 73, 2003.

FELDMAN, M. P. **The geography of innovation**. Dordrecht: Kluwer Academic Press, 1994.

FERREIRA, A. A.; BAZANINI, P. F. M. R. Network Technology Cooperation of Ethanol in Brazil: in search of a clean fuel. **Reviews of Literature**, v. 1, n. 6, 2014.

FERREIRA, F. F.; ALMEIDA, V. E. S. Socioenvironmental risks in the context of conservative modernization of agriculture. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, jan./mar. 2007.

FERREIRA, M. E. T. **A queimada da cana e seu impacto socioambiental**. 2006. Disponível em: <<http://www.sucre-ethique.org/Aqueimada-da-cana-e-seu-impacto>>. Acesso em: 1º fev. 2007.

FERREIRA, M. E.; FALEIRO, F. G. Biotecnologia: avanços e aplicações no melhoramento genético vegetal. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. p. 765-792.

FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 3. ed. Brasília: EMBRAPA-CENARGEN, 1998. p. 220. (EMBRAPA-CENARGEN. Documentos, 20)

FIGUEIREDO, L.; PENTEADO, M. I.; MEDEIROS, P. Patentes em Biotecnologia – patenteamento em Biotecnologia agropecuária: cenário brasileiro. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, v. 9, n. 36, 2006.

FLEISCHFRESSER, V. **Modernização tecnológica da agricultura**. Curitiba: Cahain, 1988.

FLICKINGER, H.-G. O ambiente epistemológico da educação ambiental. **Educação & Realidade**, v. 19, n. 2, p. 197-207, 1994.

FRANCO, J. B. S. O papel da EMBRAPA nas transformações do cerrado. **Caminhos de Geografia**, v. 2, n. 3, 2001.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. Brasília: Líber Livro, 2008.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

FREEMAN, C. Innovation and the strategy of the firm. In: _____. **The economics of industrial innovation**. Harmondsworth: Penguin Books, 1974. p. 225-282.

FREEMAN, C.; LOUÇÃ, F. As time goes by: from the industrial revolutions to the information revolution. **OUP Catalogue**, 2002.

FREITAS, H.; JANISSEK, R. **Análise léxica e análise de conteúdo: técnicas complementares, seqüenciais e recorrentes para exploração de dados qualitativos**. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 2000.

FREITAS, L. C. et al. Avaliação ambiental do processo de inovação tecnológica na Colheita Floresta. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 35, n. 2, p. 329-339, 2011.

FREITAS FILHO, A. de et al. Parceria: mecanismo contemporâneo de atuação interinstitucional. In: GOEDERT, W. J.; PAEZ, M. L. D'A.; CASTRO, A. M. G. de (Ed.). **Gestão em ciência e tecnologia: pesquisa agropecuária**. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1994. p. 205-253.

FREY, K. Desenvolvimento sustentável local na sociedade em rede: o potencial das novas tecnologias de informação e comunicação. **Rev. Sociol. Polít.**, Curitiba, v. 21, p. 165-185, nov. 2003.

FREYRE, G. 1900-1987. **Casa-grande e senzala: formação da família brasileira sob o regime da economia patriarcal**. 49. ed. rev. São Paulo: Global, 2004.

GARCIA, R. et al. In vitro morphogenesis patterns from shoot apices of sugarcane are determined by light and type on growth regulator. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v. 90, n. 2, p. 181-190, 2007.

GASKELL, G. Entrevistas individuais e de grupos. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. (Org.). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem, e som**. Um manual prático. Petrópolis: Vozes, 2002. p. 64-89.

GASQUES, J. G. et al. Produtividade e crescimento: algumas comparações. In: ALVES, E. R. A.; SOUZA, G. S.; GOMES, E. G. **Contribuição da Embrapa para o desenvolvimento da agricultura no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

GILBERT, G. N.; MULKAY, M. J. Opening Pandora's box: a sociological analysis of scientists' discourse. **CUP Archive**, 1984.

GLAZIER, J. D.; POWELL, R. R. **Qualitative research in information management**. Englewood: Libraries Unlimited, 2011.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 4, p. 65-71, 1995.

GOMES, S. T. **Condicionantes da modernização do pequeno agricultor**. São Paulo: IPE-USP, 1986.

GONÇALVES, D. B. **Mar de cana, Deserto Verde?** Dilemas do desenvolvimento sustentável na produção canavieira paulista. 2005. 256f. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – Universidade Federal de São Carlos/Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, São Carlos, 2005.

GONÇALVES, D. B.; ALVES, F. J. da C. **A legislação ambiental e o desenvolvimento sustentável no complexo agroindustrial canavieiro da bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu**. SEMINÁRIO ECONOMIA DO MEIO AMBIENTE: regulação estatal e auto-regulação empresarial para o desenvolvimento sustentável, v. 3, 2003.

GONÇALVES, D. B.; FERRAZ, J. M. G.; SZMRECSÁNYI, T. Agroindústria e meio-ambiente. In: ALVES, F. et al. (Org.). **Certificação socioambiental para a Agricultura: Desafios para o setor sucroalcooleiro**. Piracicaba: Imaflora; São Carlos: Edufscar, 2008.

GRAZIANO DA SILVA, J. F. **A nova dinâmica da agricultura brasileira**. 2. ed. Campinas: UNICAMP/IE, 1998.

_____. Do complexo rural aos complexos agroindustriais. In: _____. **A nova dinâmica da agricultura brasileira**. Campinas: UNICAMP /IE, 1996. p.1-40.

_____. **O novo rural brasileiro**. Campinas: UNICAMP; Instituto de Economia, 1999. (Coleção Pesquisa, 1).

_____. **Tecnologia e agricultura familiar**. 2. ed. v. 1. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003.

GRIVET, L.; ARRUDA, P. Sugarcane genomics: depicting the complex genome of an important tropical crop. **Curr. Opin. Plant Biol.**, v. 5, p. 122-127, 2001.

GUIMARÃES, J. R. S.; DE MARTINO JANNUZZI, P. IDH, indicadores sintéticos e suas aplicações em políticas públicas: uma análise crítica. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 7, n. 1, p. 73-90, 2011.

GUSTAVSEN, B. Action research, practical challenges and the formation of theory. **Action Research**, v. 6, p. 421, 2008.

HAESBAERT, R. Gaúchos” e baianos no “novo” Nordeste: entre a globalização econômica e a reinvenção das identidades territoriais. **Questões atuais da reorganização do território**, v. 2, p. 367-418, 1996.

HALL, B. Innovation and diffusion. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D.; NELSON, R. R. (Eds.). **The Oxford Handbook of Innovation**. Oxford: Oxford University Press, 2005. (Chapter 17)

HAMEL, G. **Leading the revolution**. Boston: Harvard Business School Press, 2000.

HAYAMI, Y. Elements of induced innovation: a historical perspective for the green revolution. **Explorations in Economic History**, v. 8, n. 4, p. 445-472, 1971.

HAYAMI, Y.; RUTTAN, V. W. **Agricultural development: an international perspective**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1971.

_____. **Agricultural development: an international perspective**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1985.

_____. **Desenvolvimento agrícola: teoria e experiências internacionais**. Trad. de Maria Vittoria von Bulow e Joachim S. W. von Bulow. Brasília: EMBRAPA, 1988.

HEMAIS, C. A.; ROSA, E.; BARROS, H. M. Patent activities in North América and Brazilian Universities: a comparative study. **Third Triple Helix International Conference, The Endless Transition**, Rio de Janeiro, 2000.

HENDERSON, D. R. (Ed.). **The concise encyclopedia of economics**. 2nd edition Biographies, Joseph Alois Schumpeter (1883-1950). 2008. Disponível em: <http://www.econlib.org/libra-ry/Enc/bios/Schumpeter.html>.

HENRY, R. J. Basic information on the sugarcane plant. In: HENRY, R. J.; KOL, E. C. (Eds.). **Genetics, genomics and breeding of crop plants**. New Hampshire: Science Publishers, 2010. p. 1-7.

HESSEN, Boris. The social and economic roots of Newton's principia. In: **The Social and Economic Roots of the Scientific Revolution**, Springer Netherlands, p. 41-101, 2009.

HORLINGS, L. G.; MARSDEN, T. K. Towards the real green revolution? Exploring the conceptual dimensions of a new ecological modernisation of agriculture that could 'feed the world'. **Global Environmental Change**, v. 21, p. 441-452, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Informações Básicas**. Perfil dos municípios brasileiros. IBGE, 2012.

KAGEYAMA, A. O novo padrão agrícola brasileiro: do complexo rural aos complexos agroindustriais. In: DELGADO, G. C. **Agricultura e políticas públicas**. Brasília: IPEA, 1990. p. 113-223.

KANASHIRO, M.; REYNOL, F. Combustível para crescimento e problemas sociais. **Com Ciência**, 2007.

KLUMP, R.; CABRERA, C. M. Biased technological change in agriculture: the Hayami-Ruttan hypothesis revisited. In: **DEGIT Conference Papers**. DEGIT, Dynamics, Economic Growth, and International Trade, 2008.

KOHLHEPP, G. Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil. **Estudos avançados**, v. 24, n. 68, p. 223-253, 2010.

KOPPEL, B. M. (Ed.). **Induced innovation theory and international agricultural development**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1995.

KREUZER, H.; MASSEY, A. **Engenharia genética e biotecnologia**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

KUHN, T. **A estrutura da Revolução Científica**. 5. ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 1998.

KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. **Economia industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

LANDELL, M. ProCana – O Programa Cana-de-Açúcar do Instituto Agrônômico. **O Agrônomo**, Campinas, v. 55, n. 1, 2003.

LANDES, D. S. **The unbound Prometheus: technological change and industrial development in Western Europe from 1750 to the present**. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

LANGOWSKI, E. Queima da cana: uma prática usada e abusada. **Cianorte**, maio de 2007.

LARANJA, M. D.; SIMÕES, V. C.; FONTES, M. **Inovação tecnológica: experiências das empresas portuguesas**. Lisboa: Texto editora, 1997.

LASTRES, H. M. M.; ALBAGLI, S. (Ed.). **Informação e globalização na era do conhecimento**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

LATOUR, B.; WOOLGAR, S. **A vida de laboratório**. A produção de fatos científicos. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

LEITE DA SILVA, C. R. A crise energética e o Proálcool: algumas considerações. **Relatório de Pesquisa**, n. 11, 1983.

LIBONI, L. B.; CEZARINO, L. O. Impactos sociais e ambientais da indústria da cana-de-açúcar. **Future Studies Research Journal**, v. 4, n. 1, p. 202-230, 2012.

LIMA, M. A. et al. **Emissão de gases do efeito estufa provenientes da queima de resíduos agrícolas no Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. (Documentos, v. 7)

LIMA, P. C. R. **O biodiesel e a inclusão social**. Brasília: Consultoria Legislativa, 2004.

LOPES, F. C. C. Mapeamento genético de cana-de-açúcar (*Saccharum Spp.*) por associação empregando marcadores Ssr E Aflp. 2011. 140f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

LOPES, L. A. Vinte anos de proálcool: avaliações e perspectivas. **Rev. Economia & Empresa**, São Paulo, v. 3, n.2, p. 49-57, abr./jun. 1996.

LOPÉZ, J.K. **El papel de la investigación agrícola en el combate a la pobreza y conservación de los recursos naturales**. Elementos para su decisión. Rede Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción, 1999.

LUCON, O. **Sustentabilidade e custos**. São Paulo: Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2004.

LUDOVICE, M. T. **Estudo do efeito poluente da vinhaça infiltrada em canal condutor de terra sobre o lençol freático**. 1996. Dissertação (Mestrado) – FEC, Universidade de Campinas (UNICAMP), Campinas, 1996.

MACEDO, I. de C. Situação atual e perspectivas do etanol. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 157-65, 2007.

_____. **A Energia da cana-de-açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e sua sustentabilidade**. v. 2. São Paulo: Berlendis & Vertecchia; ÚNICA–União da Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo, 2005.

MACHADO, A. M. B.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. 1. ed. Brasília: MMA; Fundação Biodiversitas, 2008.

MACHADO, D. del P. N. **Inovação e cultura organizacional**: um estudo dos elementos culturais que fazem parte de um ambiente inovador. 2004. 185f. Tese (Doutorado em Administração de Empresas) – Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2004.

MACHADO, L. D. S. C. et al. **Análise do potencial de geração de energia através da utilização da vinhaça no estado de Mato Grosso**. ANAIS... IV Encontro de Produção Agroindustrial. Campo Mourão, Paraná, Brasil, 2010.

MALILAY, J. A review of factors affecting the human health impacts of air pollutants from forest fires. **Background papers of health guidelines for vegetation fire events**, p. 6-9, 1998.

MANHÃES, M. dos S. et al. Acúmulo de Potássio em solo de áreas canavieiras fertirrigadas no norte fluminense. **Agronomia**, v. 37, p. 64-68, 2003.

MANNHEIM, K. **Ideologia e utopia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Anuário Estatístico da Agroenergia**. 2012. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/agroenergia/publicacoes>.

_____. **Secretaria de Produção e Agroenergia**. Departamento de Cana de Açúcar e Agroenergia. Disponível em: http://www.udop.com.br/download/estatistica/acucar_producao/16out12_%20moagem_cana_brasil.pdf >. Acesso em: 12 ago. 2013.

MARQUES, T. A.; PINTO, L. E. V. Energia da biomassa de cana-de-açúcar sob influência de hidrogel, cobertura vegetal e profundidade de plantio. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 17, n. 6, p. 680-685, 2013.

MARQUES, D. M. F. et al. Produção e preço da cana-de-açúcar em Goiás. **Conjuntura Econômica Goiana**, n. 23, dez. 2012.

MARTINE, G.; GARCIA, R. C. A modernização agrícola e a panela do povo. In: _____ (Org.). **Os impactos sociais da modernização agrícola**. São Paulo: Caetes, 1987. p. 81-95.

MATSUOKA, S. Botânica e ecofisiologia da cana-de-açúcar. **Curso de qualificação em plantas industriais - cana-de-açúcar**. Maringá: UFPR/SENAR, 1996.

_____. et al. **Parceria tecnológica no setor canavieiro**: necessidade, inovação, resultados. In: ANAIS XXI SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. CD Rom. São Paulo, 7 a 10 de novembro de 2000.

MCTI, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Plano Anual de Monitoramento e Avaliação**. Disponível em: http://sigmct.mct.gov.br/upd_blob/0000/537.pdf. Acesso em: 12 out. 2014.

MEDIN, D. L.; ROSS, B. H. **Cognitive psychology**. 2. ed. Forth Worth: Harcourt Brace College Publishers, 1996.

MEIRELLES, A. J. A. **Expansão da produção de bioetanol e melhoria tecnológica da destilação alcoólica**. Campinas: Unicamp, 2007.

MELO, D. S. Viabilidade da seleção de famílias de batata em gerações precoces. 2007. 114f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

MELO, L. C. de Organização do fomento para a promoção da cooperação universidade-empresa: a experiência da Facepe no período 1995-1998. **Interação Universidade Empresa**, Brasília: IBICT, v. 2, p. 137-149, 1999.

MENDES, C. I. C.; BUAINAIN, A. M. Transferência de tecnologia agrícola: relato de algumas experiências da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) com parceria público-privada. In: **Embrapa Informática Agropecuária**. CONGRESSO LATINO-IBEROAMERICANO DA GESTÃO DE TECNOLOGIA, 15., 2013, Porto. Novas condições e espaços para o desenvolvimento científico e tecnológico e industrial ea cooperação internacional e a cooperação internacional: anais. Porto: INESC, 2013.

MERTON, R. K. Priorities in scientific discovery: a chapter in the sociology of Science. **American Sociological Review**, v. 22, n. 6, December 1957.

_____. **The Sociology of Science**: theoretical and empirical investigations. Chicago: University of Chicago Press, 1974.

MEYER-KRAMER, F.; SCHMOCH, U. Science-based technologies: university-industry interactions in four fields. **Research Policy**, v. 27, n. 8, p. 835-851, December 1998.

MINAYO, M. C. de S. **O desafio do conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. 7. ed. São Paulo: Hucitec, 2000.

_____. **O desafio do conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. São Paulo: Hucitec, 2007.

MING, R. et al. Molecular dissection of complex traits in autopolyploids: mapping QTL's affecting sugar yield and related traits in sugarcane. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 105, p. 332-345, 2002.

MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES. **Relatório da Delegação do Brasil**: Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão/IPRI, 1993.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA 001, de 23 de janeiro de 1986**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>.

MOCELIN, D. G. Concorrência e alianças entre pesquisadores: reflexões acerca da expansão de grupos de pesquisa dos anos 1990 aos 2000 no Brasil. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, Brasília, v. 6, n. 11, p. 35-64, 2009.

MOLAS-GALLART, J. et al. **Measuring third stream activities**: final report to the Russell group of universities. Brighton: Science and Technology Policy Research Unit, University of Sussex, 2002.

MORAES, M. A. F. D. de. Indicadores do mercado de trabalho do sistema agroindustrial da cana-de-açúcar do Brasil no período 1992-2005. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 875-902, 2007a.

_____. Introdução - As profundas mudanças institucionais ao longo da história da agroindústria canavieira e os desafios atuais. **Econ. Apl.** [online], v. 11, n. 4, p. 555-557, 2007b.

MORAES, M. A. F. D.; SHIKIDA, P. F. A. Desregulamentação da agroindústria canavieira: novas formas de atuação do Estado e desafios do setor privado. **Agroindústria canavieira no Brasil**: evolução, desenvolvimento e desafios. São Paulo: Atlas, 2002. p. 21-42.

MORAES, M. A. F. D. de; SHIKIDA, P. F. A.; SICSÚ, A. B. **Agroindústria canavieira no Brasil**: evolução, desenvolvimento e desafios. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MOREIRA, D.; TIRABASSI, T. Modelo matemático de dispersão de poluentes na atmosfera: um instrumento técnico para a gestão ambiental. **Ambiente & sociedade**, v. 7, n. 2, p. 159-172, 2004.

MORI, H. F. et al. Perda de água, solo e fósforo com aplicação de dejetos líquidos bovinos em Latossolo sob plantio direto e com chuva simulada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 1, p. 189-198, 2009.

MOURA, L. A. **Qualidade em gestão ambiental**. 3. ed. São Paulo: Editora Juarez de Oliveira, 2002.

MOZZATO, A. R.; GRZYBOVSKI, D. Análise de conteúdo como técnica de análise de dados qualitativos no campo da administração: potencial e desafios. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 15, n. 4, p. 731-747, 2011.

MÜLLER NETO, H. F. **Inovação orientada para o mercado**: um estudo das relações entre orientação para mercado, inovação e performance. 2005. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

MUSSATTO, S. I. et al. Technological trends, global market, and challenges of bio-ethanol production. **Biotechnol Adv.**, v. 28, n. 6, p. 817-830, 2010.

MUSSON, A. A. E.; ROBINSON, E. **Science and technology in the industrial revolution.** Buy this book, 1969.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

NASCIMENTO, M. N. C. F.; SANTOS, M. A. S. dos; ALMEIDA, R. H. C. Evolução e distribuição espacial das aplicações de crédito rural no estado do Amapá na primeira década do século 21. **PRACS: Revista Eletrônica de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP**, n. 4, p. 79-94, 2012.

NELSON, R. R.; WINTER, S. G. The Schumpeterian tradeoff revisited. **The American Economic Review**, p. 114-132, 1982.

NEVES, M. F.; CONEJERO, M. A. Sistema agroindustrial da cana: cenários e agenda estratégica. **Econ. Apl.** [online], v. 11, n. 4, p. 587-604, 2007.

NIOSI, J. et al. National systems of innovation: in search of a workable concept. **Technology in Society**, v. 15, p. 207-227, 1993.

NICOLAS, F.; MYTELKA, L. **L'innovation: Le clef du development.** Paris: Masson, 1994.

NOAILLY, J. Improving the energy efficiency of buildings: the impact of environmental policy on technological innovation. **Energy Economics**, v. 34, p. 795-806, 2012.

NOVAES, J. R. P. Trabalho nos canaviais: os jovens entre a enxada e o facão. **RURIS-Revista do Centro de Estudos Rurais**, UNICAMP, v. 3, n. 1, 2009.

ODERICH, E. H.; FILIPPI, E. E. Os diferentes discursos no debate acerca dos biocombustíveis e as opções do estado brasileiro. **Revista de Economia da UEG**, v. 8, n. 2, p. 82-99, 2013.

OLIVEIRA, A. M. S. de. **Reordenamento territorial e produtivo do agronegócio canavieiro no Brasil e os desdobramentos para o trabalho.** 2009. 566f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista/Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2009.

OLIVEIRA, E. et al. Análise de conteúdo e pesquisa na área da educação. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 4, n. 9, p. 11-27, 2003.

OLIVEIRA, T. B. A et al. Tecnologia e custos de produção de cana-de-açúcar: um estudo de caso em uma propriedade agrícola. **Latin American Journal of Business Management**, v. 3, n. 1, 2012.

OROZCO, L. A.; CHAVARRO, D. A. Robert K. Merton (1910-2003). La ciencia como institución. **Revista de Estudios Sociales**, Bogotá, n. 37, p. 143-162, 2010.

PAREDIS, E. Sustainability transitions and the nature of technology. **Found Sci**, v. 16, p. 195-225, 2011.

PARRY, I.; PIZER, W.; FISCHER, C. How large are the welfare gains from technological Innovation Induced by environmental policies? **Journal of Regulatory Economics**, v. 23, n. 3, p. 237-255, 2003.

PAULA, J. A. de; CERQUEIRA, H. E. A. G.; ALBUQUERQUE, E. M. **Ciência e tecnologia na dinâmica capitalista: a elaboração neo-schumpeteriana e a teoria do capital**. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2001.

PAULILLO, L. F. et al. Álcool combustível e biodiesel no Brasil: *quo vadis?* **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 45, n. 3, p. 531-565, 2007.

PAULINO, A. F. et al. Produções agrícola e industrial de cana-de-açúcar submetida a doses de vinhaça. **Ciências Agrárias**, v. 23, n. 2, p. 145-150, 2002.

PAULINO, J. et al. Estudo exploratório do uso da vinhaça ao longo do tempo. II. Características da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v. 15, n. 3, p. 244-249, 2011.

PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. **Research policy**, v. 13, n. 6, p. 343-373, 1984.

_____. The social shaping of the national science base. **Research Policy**, v. 27, n. 8, p. 793-805, 1998.

PEREIRA, S. L. et al. (Org.). **O agronegócio nas terras de Goiás**. Uberlândia: Editora da UFU, 2003.

PERRENOUD, P. Formar professores em contextos sociais em mudança: prática reflexiva e participação crítica. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 5-21, 1999.

PETERSON, W.; KISLEV, Y. The cotton harvester in retrospect: labor displacement or replacement? **Staff Paper P-Minnesota University**, Dept. of Agriculture and Applied Economics, 1981.

PIACENTE, F.J. **Agroindústria canavieira e o sistema de gestão ambiental: o caso das usinas localizadas nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá**. 2005. 181f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

PICELLI, E. C. M. **Cultura de tecidos e transformação genética com o gene Ddm1 no estudo do silenciamento de elementos de transposição em cana-de-açúcar**. 2010. 141f. (Dissertação) – Programa de Pós-Graduação em Fisiologia e Bioquímica de plantas, Piracicaba, São Paulo, 2010.

PIMENTEL, D.; PATZEK, T. W. Ethanol production using corn, switchgrass, and wood; biodiesel production using soybean and sunflower. **Natural resources research**, v. 14, n. 1, p. 65-76, 2005.

PINAZZA, A. P. O processo de integração da P&D junto ao complexo agroindustrial sucro-alcooleiro. In: **P&D no Setor Agroindustrial: Integração x Isolamento** (Evento Satélite ao XVI Simpósio Nacional de Pesquisa de Administração em Ciência e Tecnologia), PENSA/USP, São Paulo, 30 out. 1991.

PINTO, L. F. G.; PRADA, L. S. Fundamentos da certificação. In: ALVES, F. et al. **Certificação socioambiental para a agricultura: desafios para o setor sucroalcooleiro**. Piracicaba/São Carlos: Imaflora/EdUSCar, 2008. p. 20-37.

PIRES, C. E. L. S. Diversidade genética de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) cultivadas no Brasil. 1993. 120f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

PMGCA/UFPR/RIDES. **Relatório técnico PMGCA/UFPR/RIDES**. Curitiba: UFPR, 2009.

PORTER, M. E. **Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2005.

_____. **Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1990.

POSSAS, M. L.; SALLES FILHO, S.; MELLO, A. L. A. **O processo de regulamentação da biotecnologia: as inovações na agricultura e na produção agroalimentar**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 1994.

PRUSKI, F.F. et al. Infiltração de água num latossolo roxo. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 32, p. 77-84, 1997.

QUIRINO, T. R. et al. A produção do conhecimento na pesquisa agropecuária. **Revista de Administração da Universidade de São Paulo**, v. 28, n. 4, 1993.

QUIRINO, T. R.; COQUEIRO, E. P. O sistema de remuneração da EMBRAPA. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 2, n. 3, p. 377-409, 1985.

RAMALHO, J. F.; AMARAL SOBRINHO, N. M. Metais pesados em solos cultivados com cana-de-açúcar pelo uso de resíduos agroindustriais. **Revista Floresta Ambiente**, v. 8, n. 1, jan./dez. 2001.

RAMOS P.; BUAINAIN, A. M. Dimensões do agronegócio brasileiro: políticas, instituições e perspectivas. **Nead Estudos**. Brasília: MDA, 2007.

- RAMPAZZO, S. E. A questão ambiental no contexto do desenvolvimento econômico. In: BECKER, D. F. (Org.). **Desenvolvimento sustentável: necessidade e/ou possibilidade?** Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 1997. p. 157-188.
- RAPINI, M. S et al. Interação Universidade-Empresa no Brasil em 2002 e 2004: uma aproximação a partir dos grupos de pesquisa do CNPq. **Revista Economia**, v. 8, n. 2, p. 248-268, 2007.
- REIS, A. J.dos S. O melhoramento genético e a expansão da cana-de-açúcar no Bioma Cerrado. **Revista UFG - Dossiê Agronegócio e meio ambiente**, ano XI, n. 7, dez. 2009.
- RESENDE, M. D. V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002.
- RIBEIRO, H. Sugar cane burning in Brazil: respiratory health effects. **Revista de Saúde Pública**, v. 2, n. 42, p. 370-376, fev. 2008.
- RICCI, R.; ALVES, F. J. C.; NOVAES, J. R. P. **Mercado de Trabalho do Setor Sucroalcooleiro no Brasil**. Brasília: IPEA, 1994. 176p. (Estudos de Política Agrícola, 15. Documentos de Trabalho)
- RICHARDSON, G. B. Competition, innovation and increasing returns. **Danish Research Unit for Industrial Dynamics (DRUID) Working Paper**, n. 96-10, 1996.
- RIDESA, Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro. **Liberação nacional de novas variedades “RB” de cana-de-açúcar**. Curitiba: Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro, 2010.
- ROCHA, D.; DEUSDARÁ, B. Análise de conteúdo e análise do discurso: o lingüístico e seu entorno. **Delta**, v. 22, n. 1, p. 29-52, 2006.
- ROCHA, F. L. R.; MARZIALE, M. H. P.; ROBAZZI, M. L. D. C. C. Poverty as a predisposing factor of illness tendencies in sugar cane workers. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 15(SPE), p. 736-741, 2007.
- RODRIGUES, G. S. Impactos ambientais da agricultura. In: HAMMES, V. S. (Ed.Técnica). **Julgar – Percepção do impacto ambiental**. v. 4. São Paulo: Editora Globo, 2004.
- RODRIGUES, L. D. **A cana-de-açúcar como matéria-prima para a produção de biocombustíveis: impactos ambientais e o zoneamento agroecológico como ferramenta para mitigação**. 2010. 64f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Análise Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.
- RODRIGUES, O. Sustainability of ethanol from Brazil in the context of demanded biofuels imports by The Netherlands. **Amigos da Terra Brasil e Vitae Civilis**, 2006.

ROMAN, D. D.; PUETT JUNIOR, J. F. **International Business and Technological Innovation**. 1. ed. New York: Elsevier Science Publishing Co., 1983.

RONQUIM, C. C. Queimadas na colheita da cana-de-açúcar: impactos ambientais, sociais e econômicos. **Embrapa Monitoramento por Satélite** – Documentos, v. 77, 2010.

ROSENBERG, N. The direction of technological change. Inducement mechanisms and focusing devices. **Economic Development and Cultural Change**, v. 18, n. 1, p. 1-24, October 1969.

ROSSETO, R. A cana-de-açúcar e a questão ambiental. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M. de; ANDRADE LANDELL, M. G. de. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. p. 869-883.

ROSSETTO, A. J. Utilização agrônômica dos subprodutos e resíduos da indústria açucareira e alcooleira. In: PARANHOS, S. B. (Ed.). **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. v. 2. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 436.

RUTTAN, V. W. Agricultural and nonagricultural growth in output per unit of input. **Journal of farm economics**, v. 39, n. 5, p. 1566-1576, 1957.

_____. Induced innovation and path dependence: a reassessment with respect to agricultural development and the environment. **Technological forecasting and social change**, v. 53, n. 1, p. 41-59, 1996.

_____. Usher and Schumpeter on invention, innovation, and technological change. **The quarterly journal of economics**, p. 596-606, 1959.

_____. What happened to technology adoption-diffusion research? **Sociologia Ruralis**, v. 36, n. 1, p. 51-73, 1996.

SACHS, R. C. C. Remuneração da tonelada de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, SP, v. 37, n. 2, 2007.

SADOULET, E.; DE JANVRY, A. Transactions costs and agrarian institutions. In: **Quantitative development policy analysis**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1995. Cap. 9, p. 241-272.

SALLES FILHO, S. L. M. **A dinâmica tecnológica da agricultura: perspectivas e biotecnologia**. 1993. 240f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

SALOMÃO, J. R. A incubação de empresas e projetos cooperativos como mecanismo de interação com a universidade. **Interação Universidade Empresa**, Brasília: IBICT, v. 2, p. 188-207, 1999.

SALVADOR, F. S.; NAKAGAWA, F. Crédito para plantio preocupa agricultores após crise. **O Estado de São Paulo On Line**, 17 de outubro de 2008.

SANDOVAL, S. S.; SENÔ, K. C. A. Comportamento e controle da *diatraea saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar. **Nucleus**, v. 7, n. 1, p. 1-16, 2010.

SANTOS, B. S. A universidade no século XXI: para uma reforma democrática e emancipatória da Universidade. In: SANTOS, B. S.; FILHO, N. **A universidade no século XXI: para uma universidade nova**. Coimbra: Edições Almedina, 2008.

SANTOS, M. H. de C. **Política e políticas de uma energia alternativa: o caso do Proalcool**. Rio de Janeiro: Notrya, 1993.

SANTOS, S. C. O processo de ensino-aprendizagem e a relação professor-aluno: Aplicação dos “sete princípios para a boa prática na educação de Ensino superior”. **Caderno de pesquisas em administração**, v. 8, n. 1, p. 69-82, 2001.

SCANDIFFIO, M. I. G. **Análise prospectiva do álcool combustível no Brasil: cenários de 2004 a 2024**. 2005. Tese (Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SCHMOOKLER, J. **Invention and economic growth**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1966.

SCHRAIBER, L. B. Pesquisa qualitativa em saúde: reflexões metodológicas do relato oral e produção de narrativas em estudo sobre a profissão médica. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 63-74, 1995.

SCHULTZ, T. W. **Transforming traditional agriculture**. New Haven, CT: Yale University Press, 1964.

SCHUMPETER, J. A. **Teoria do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Abril Cultural, 1985.

SCHUMPETER, J. A.; GARCÍA, J. D. **Capitalismo, socialismo y democracia**. Orbis, 1983.

SCHUMPETER, J. A.; SCHUMPETER, E. B. **Historia del análisis económico**. Barcelona: Ariel, 1994.

SCHWARTZ, S. B. **Segredos internos: engenhos e escravos na sociedade colonial 1550-1835**. São Paulo: Companhia das Letras, 1988.

SCHWARTZMAN, S. A ciência da ciência. **Ciência Hoje** (Rio de Janeiro, SBPC), v. 2, n. 11, p. 54-59, mar.-abr. 1984.

SCOPINHO, R. A.; VALARELLI, L. L. **Modernização e impactos sociais: o caso da agroindústria sucroalcooleira da região de Ribeirão Preto (SP)**. Rio de Janeiro: Editora Fase, 1995.

SEDIYAMA, C. S. et al. Contribution of the universities to the development of field crop cultivars. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 12, n. SPE, p. 121-130, 2012.

SENTANIN, O. F.; SANTOS, F. C. A.; JABBOUR, C. J. C. Business process management in a Brazilian public research centre. **Business Process Management Journal**, v. 14, n. 4, p. 483-496, 2008.

SHIKIDA, P. F. A.; AZEVEDO, P. F. de; VIAN, C. E. de F. Desafios da agroindústria canavieira no Brasil pós-desregulamentação: uma análise das capacidades tecnológicas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 49, n. 3, p. 599-628, 2011.

SHIKIDA, P. F. A.; BACHA, C. J. C. Notas sobre o modelo schumpeteriano e suas principais correntes de pensamento. **Teoria e evidência econômica**, Passo Fundo, v. 5, n. 10, p. 107-126, 1998.

SHIMADA, S. de O. A economia açucareira eo processo de exploração desde o Brasil-Colônia. **Scientia Plena**, v. 9, n. 5, 2013.

SHIMIZU, T. **Decisão nas organizações**: com novos capítulos sobre: decisão com múltiplos critérios e múltiplos estágios, decisão baseada em knowledge, acquisition e data mining; decisão por grupos e negociação, exercícios resolvidos e estudo de caso. São Paulo: Atlas, 2006.

SIBIEN, J. M. Mecanização do corte da cana-de-açúcar e desemprego: políticas públicas na região de catanduva/SP. **Revista Aurora**, v. 6, n. 2, p. 71-84, 2013.

SILVA, A. C. A. et al. **A cogeração de energia a partir do capim brachiaria**: um caso de inovação na indústria de bionergia. XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Rio de Janeiro, 2008.

SILVA, C. R.; GOBBI, B. C.; SIMÃO, A. A. O uso da análise de conteúdo como uma ferramenta para a pesquisa qualitativa: descrição e aplicação do método. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 7, n. 1, 2011.

SILVA, M. O. **Inovações institucionais e tecnológicas no setor sucroalcooleiro**: arranjo de rede nas interações público/privado, de Planalsucar à Ridesa. 2013. 80f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

SILVA, P. B. B. D. et al. Prospecção tecnológica das cultivares de cana-de-açúcar da Rede Interuniversitária para o desenvolvimento do setor sucroenergético-RIDESA. **Cadernos de Prospecção**, v. 6, n. 2, p. 218, 2014.

SILVA FILHO, L. A. da; SILVA, J. L. M. da. Evolução do emprego formal na agropecuária do Nordeste brasileiro – 1999-2009. **Revista GeoNordeste**, n. 2, 2011. Disponível em: www.seer.ufs.br.

SILVEIRA, J. M. F. J da. Biotecnologia: corporações, financiamento da inovação e novas formas organizacionais. **Revista Economia e Sociedade**, v. 18, 2002b.

_____. **Inovação tecnológica e crescimento:** da teoria da inovação induzida às teorias de crescimento endógeno. Campinas, SP: [s.n.], 2002a.

SMEETS, E. et al. The sustainability of Brazilian ethanol – An assessment of the possibilities of certified production. **Biomass and Bioenergy**, 2008.

SMITH, A. **A riqueza das nações:** investigação sobre sua natureza e suas causas. Madras: Nova Cultural, 2009.

SOARES, D. H. P. **A escolha profissional:** do jovem ao adulto. São Paulo: Summus, 2002.

SOUSA, I. S. F de. Rumo a uma sociologia da agroenergia. **Embrapa - Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento - Texto para discussão**, v. 38, 2010.

SOUSA, I. S. F.; SILVA, J. S. **Parceria:** base conceitual para orientar as relações interinstitucionais da Embrapa. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa-SEA, 1993. 27 p. (Embrapa-SEA. Documentos, 90)

SOUSA, J. C. Processo de inovação em abordagem multidisciplinar. **GESTÃO Org-Revista Eletrônica de Gestão Organizacional**, v. 4, n. 2, 2010.

SOUZA, A. F. G.; SANTOS, R. H. **Cenários da agricultura moderna:** expansão da fronteira agrícola para a região dos cerrados mineiro. In: IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA e V SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA. A questão (da reforma) agrária na América Latina. Balanços e Perspectivas. Niterói: UFF, 2009.

SOUZA, J.; BASTOS, A. **Esquema de organização inovadora e padrões de inovação organizacional:** uma análise do pensamento gerencial. ANAIS DO XXXI ENANPAD. Rio de Janeiro, 2007.

SOUZA, N. J. **Desenvolvimento econômico.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

SOUZA, R. R. **Panorama, oportunidades e desafios para o mercado mundial de álcool automotivo.** 2006. 129f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Coordenação dos Programas de Pós-graduação de Engenharia – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

SOUZA, S. M. R. **A emergência do discurso do agronegócio e a expansão da atividade canaveira:** estratégias discursivas para a ação do capital no campo. 2011. 282f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2011.

SZMRECSÁNYI, T. Tecnologia e degradação ambiental: o caso da agroindústria canavieira no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 24, n. 10, p. 73-81, 1994.

TAVELLA, L. B. et al. O uso de agrotóxicos na agricultura e suas consequências toxicológicas e ambientais. **Agropecuária científica no semiárido**, v.7, n. 2, p. 6-12, 2012.

TEDESCO, M. J. et al. Resíduos orgânicos no solo e os impactos no ambiente. **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. Porto Alegre: Genesis, 1999. p. 159-196.

TFOUNI, S. A. V.; VITORINO, S. H. P.; TOLEDO, MC de F. Efeito do processamento na contaminação de cana-de-açúcar e derivados por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 76-82, 2007.

THEODORO, A. D. **Expansão da cana-de-açúcar no Brasil**: ocupação da cobertura vegetal do cerrado. 2012. Monografia (Trabalho de Final de Curso) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Sousa, Faculdade de Tecnologia de Araçatuba, Araçatuba, 2012.

TIGRE, P. B. **Gestão da inovação**: a economia da tecnologia no Brasil. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

TRENBERTH, K. et al. Observations: surface and atmospheric climate change. In: SOLOMON, S. D. et al. (Ed.). **Climate change 2007: the Physical science basis**. Contribution of Working Group I to the Fourth assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom, New York: Cambridge University Press, 2007.

ÚNICA – UNIÃO DA INDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/>>. Acesso em: 9 jan. 2015.

_____. **Cana-de-açúcar no Brasil**, 2012. Disponível em: <http://www.unica.com.br/>.

USHER, A. P. Technical change and capital formation. In: **Capital formation and economic growth**. Princeton: Princeton University Press, 1955. p. 521-548.

VAVILOV, N. I. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. **Soil Science**, v. 72, n. 6, p. 482, 1951.

VEIGA FILHO, A. de A.; RAMOS, P. Proálcool e evidências de concentração na produção e processamento de cana-de-açúcar. **Informações Econômicas**, v. 36, n. 7, p. 48-61, 2006.

VIANA, C. E. F. Progresso técnico e diversificação produtiva: o papel do Estado no planejamento do setor sucroalcooleiro nacional. **Teoria & Prática**, Limeira, v. 1, n. 2, jul./dez. 2002.

VIEIRA FILHO, J. E. R. Políticas públicas de inovação no setor agropecuário: uma avaliação dos fundos setoriais. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 13, n. 1, p. 109-132, jan.-jun. 2013.

_____; SILVEIRA, J. M. F. J. da. Mudança tecnológica na agricultura: uma revisão crítica da literatura e o papel das economias de aprendizado. **Rev. Econ. Sociol. Rural** [online], v. 50, n. 4, p. 721-742, 2012.

VILHA, A. P. M. **Gestão da inovação na indústria brasileira de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos:** uma análise sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável. 2009. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

WWF, World Wide Foudation. **Zonas de transição.** Disponível em: <http://www.wwf.org.br/>. Acesso em: 12 set. 2013.

ZANCUL, A. **O efeito da queimada de cana-de-açúcar na qualidade do ar da região de Araraquara.** 1998. 99f. Dissertação (Mestrado em Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade Federal de São Paulo, São Carlos, 1998.

ZAWISLAK, P. A. Gestão da inovação tecnológica e competitividade industrial: uma proposta para o caso brasileiro. **Organizações & Sociedade**, v. 2, n. 3, 2014.

ZEICHNER, K. M. **A formação reflexiva de professores:** idéias e práticas. Lisboa: Educa, 1993.

APÊNDICES

APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA

1. Fale sobre sua trajetória acadêmica, da sua formação e como você se aproximou dessa atividade de pesquisa.
2. Como ocorreu a aproximação com a cultura que você trabalha atualmente?
3. Como você percebe o ambiente de trabalho do ponto de vista do pesquisador? Como você percebe esse ambiente de pesquisa considerando sua autonomia para a produção de pesquisa?
4. Como você percebe a parte institucional da RIDESA/ EMBRAPA?
5. Essa questão influencia na sua produção de tecnologia?
6. Como é decidido o que pesquisar na sua área de atuação?
7. Como você percebe a sua autonomia enquanto pesquisador pra definir linhas de pesquisa?
8. Você faz uso de pesquisas anteriores para mensuração dos impactos da produção da cultura trabalhada?
9. Você utiliza ferramentas para avaliar todo esse desenvolvimento?
10. Quais os critérios que você adota como pesquisador para desenvolvimento das suas variedades?
11. No desenvolvimento da sua pesquisa, você pensa na disponibilidade dos recursos, seja ele terra, água, quando você vai criar uma nova cultivar como você identifica a disponibilidade desses recursos?
12. Existem parcerias com o setor produtivo/produtor?
13. Como essas parcerias são estabelecidas?
14. Quais os principais impactos identificados na cultura em que trabalha?
15. Qual o papel do melhorista no desenvolvimento dos novos cultivares?

APÊNDICE B – ÁREAS DE PESQUISA EMBRAPA.

EMBRAPA		
TÓPICOS DE ANÁLISE	OBJETIVOS	TEMAS CENTRAIS
1- Trajetória profissional	Investigar a variabilidade da experiência profissional ao longo de sua formação, o que pode ter contribuído para o amadurecimento na área de atuação (melhorista).	1- Formação do pesquisador; 2- Produção do conhecimento; 3- Aproximação da atividade de pesquisador de cana-de-açúcar; 4- Ambiente de trabalho e autonomia.
2- Parcerias e mercado	Analisar qual a participação e a importância das parcerias para o desenvolvimento da pesquisa e o reflexo tanto para o pesquisador quanto para o setor produtivo.	1. Relação com o setor produtivo.
3- Impactos	Descrever qual a percepção do pesquisador frente à criação de novas tecnologias.	1. Uso de indicadores 2. Sociais 3. Econômicos 4. Ambientais a. Água b. Solo c. Ar d. outros

APÊNDICE C – ÁREAS DE PESQUISA RIDESA.

RIDESA		
TÓPICOS DE ANÁLISES	OBJETIVOS	TEMAS CENTRAIS
1. O papel do melhorista	Identificar qual a percepção do profissional frente a sua área de atuação e relevância institucional.	1. Descrição da atividade; 2. Particularidades da cultura da cana-de-açúcar; 3. Articulação do melhorista clássico com outras áreas.
2. Trajetória profissional	Investigar a variabilidade da experiência profissional ao longo de sua formação, o que pode ter contribuído para o amadurecimento na área de atuação (melhorista).	1. Formação do pesquisador; 2. Produção do conhecimento; 3. Aproximação da atividade de pesquisador de cana-de-açúcar; 4. A dinâmica inicial dos grupos de trabalho – Proálcool – RIDESA; 5. Ambiente de trabalho e autonomia.
3. Parcerias e mercado	Analisar qual a participação e a importância das parcerias para o desenvolvimento da pesquisa e o reflexo tanto para o pesquisador quanto para o setor produtivo	1. Relação com o setor produtivo.
4. Impactos	Descrever qual a percepção do pesquisador frente à criação de novas tecnologias	1. Uso de indicadores 2. Sociais 3. Econômicos 4. Ambientais a. Água b. Solo c. Ar d. outros