

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS  
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS  
NÍVEL MESTRADO

ALEXSANDER LONGHI

MODELAGEM SISTÊMICA E PROSPECÇÃO DE CENÁRIOS  
PARA A CADEIA DE ETANOL DO RIO GRANDE DO SUL

São Leopoldo

2013

ALEXSANDER LONGHI

MODELAGEM SISTÊMICA E PROSPECÇÃO DE CENÁRIOS  
PARA A CADEIA DE ETANOL DO RIO GRANDE DO SUL

Dissertação apresentada como requisito parcial  
para a obtenção do título de Mestre pelo  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de  
Produção e Sistemas da Universidade do Vale  
do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientador: Guilherme Luís Roehel Vaccaro, Dr.

São Leopoldo,

2013

Ficha catalográfica

L854m Longhi, Alexsander  
Modelagem sistêmica e prospecção de cenários para a cadeia etanol do Rio Grande do Sul / por Alexsander Longhi. – 2013.  
153 f. : il., 30cm.

Dissertação (mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, 2013.  
Orientação: Prof. Dr. Guilherme Luís Roehe Vaccaro.

1. Dinâmica de sistemas. 2. Planejamento por cenários.  
3. Modelagem. 4. Agricultura familiar. 5. Cadeia produtiva de etanol. 6. Biocombustíveis. I. Título.

CDU 662.6(816.5)

Catálogo na Fonte:  
Bibliotecária Vanessa Borges Nunes - CRB 10/1556

## AGRADECIMENTO

Mais importante que valorizarmos nos esforços na busca pelas grandes conquistas, é reconhecer que sozinhos não chegaríamos a lugar algum e nesta jornada foram muitos os que me ajudaram a alcançar esta vitória. Meus sinceros agradecimentos...

A Deus, por colocar por sempre permitir ter um olhar de esperança e otimismo, me fazendo forte e determinado mesmo quando achava que não conseguiria seguir em frente.

A minha amada filha, Laura, que por si só já foi o maior incentivo para seguir em frente.

A minha querida esposa, Cinara, pelo incentivo e compreensão neste momento de dedicação.

Aos meus heróis Ivone, minha mãe, e ao meu Pai Sergio, pelo seu exemplo de vida que sempre me nortearam.

Aos meus irmãos Morgana e Rodrigo pelo incentivo.

Aos amigos, que compreenderam e apoiaram minha dedicação aos estudos.

Ao Prof<sup>o</sup>. e amigo Guilherme Vaccaro, que, mais do que preciosas orientações e de apoio ,deu um exemplo de como deve ser a conduta de um profissional da educação.

Ao Amigo Marcelo Moutinho, pela disponibilidade e ajuda desenvolvimento do trabalho.

Ao Prof<sup>a</sup>. Miriam Borchardt, pelo apoio e os ensinamentos no período de estágio de docência.

Aos professores do PPGEPS e à equipe da Unidade Acadêmica de PPG.

A CAPES que possibilitou a realização deste sonho através da concessão de uma bolsa de estudos e ao CNPq como sponsor do projeto.

MUITO OBRIGADO!

## RESUMO

Apesar da reconhecida expertise do Brasil no campo da produção de etanol, o Rio Grande do Sul, localizado na região sul do país, produz menos de 1% de sua demanda interna atual, realidade que obriga o Estado a importar etanol de outros estados, comprometendo assim recursos que poderiam gerar riqueza e investimentos na economia local. Soma-se a isso o interesse do Governo Estadual em desenvolver esta cadeia até 2016. Apesar deste cenário favorável, a cadeia regional de etanol não demonstra crescimento mantendo-se em uma condição embrionária. O modelo de produção de etanol do Rio Grande do Sul, diferentemente do modelo de agronegócio aplicado nos demais estados brasileiros, é baseada no modelo cooperativo em pequenas propriedades de agricultura familiar. O estudo de uma cadeia de produção deste importante biocombustível aplicado ao um modelo de produção baseada em unidades de produção multicultivares e com mão de obra familiar produção, oferece uma oportunidade única para geração de conhecimento sobre esse modelo que pode ser aplicada a outras regiões e países que apresentem esta particularidade. O presente trabalho propõe-se contribuir para esta discussão desenvolvendo o entendimento das inter-relações dos atores dentro desta estrutura complexa, através de um estudo de dinâmica de sistemas conforme proposto por Sterman (2000) com vistas à prospecção de cenários proposto por Van Der Heijden (2004). O estudo utilizou a combinação de pesquisa bibliográfica para coleta de dados qualitativos e quantitativos, obtidos através de referenciais bibliográficos e documentais, e de dois ciclos de entrevistas. A partir dos modelos mentais identificados nas entrevistas, utilizaram-se os conceitos de Sterman (2000), para construção do modelo sistêmico da cadeia. O trabalho, então convergiu para o estudo de cenários onde o modelo sistêmico serviu de base para simular a influência das forças motrizes contextuais, identificando impactos ao longo da cadeia. O produto final deste trabalho é a análise do comportamento da cadeia frente aos possíveis cenários e, adicionalmente, a proposição de ações no sentido de preparar a cadeia de etanol do estado para minimizar os efeitos de possíveis eventos que podem ser previsto.

**Palavras-chave:** Dinâmica de Sistemas, Planejamento por Cenários, Modelagem, Agricultura Familiar, Cadeia Produtiva de etanol, Biocombustíveis.

## ABSTRACT

Although the recognized expertise in the field of Brazil's ethanol production, Rio Grande do Sul, located in the southern region of the country, produces less than 1% of its domestic demand current reality that obliges the state to import ethanol from other states, committing so that resources could generate wealth and investments in the local economy. Added to this the interest of the State Government in developing this chain by 2016. Although this favorable scenario, a regional chain of ethanol does not demonstrate growth remaining in a condition embryo. The model of ethanol production in Rio Grande do Sul, unlike the agribusiness model applied in other Brazilian states, is based on the cooperative model in smallholder farming family. The study of a production chain of this important biofuel applied to a production model based on production units multi cultures and family labor production, offers a unique opportunity to generate knowledge about this model that can be applied to other regions and countries to present this particularity. The present work aims to contribute to this discussion by developing an understanding of the interrelationships of actors within this complex structure, through a study of dynamic systems as proposed by Sterman (2000) with a view to prospecting scenarios proposed by Van Der Heijden (2004). The study used a combination of literature research to collect qualitative and quantitative data obtained through documentary and bibliographical references, and two rounds of interviews. From the mental models identified in the interviews, we used the concepts of Sterman (2000) for construction of the system model chain. The work then converged to study scenarios where the systemic model served as the basis to simulate the influence of the driving forces contextual identifying impacts along the chain. The final product of this work is to analyze the behavior of the chain in respect of potential scenarios and additionally proposing actions to prepare the ethanol chain state to minimize the effects of possible events that can be predicted.

**Keywords:** System Dynamics, Scenarios for Planning, Modeling, Family Farming, Supply Chain Ethanol, Biofuels.

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Projeção da Evolução da Produção Mundial de etanol .....	9
Figura 2 - Passos para pesquisa de originalidade .....	17
Figura 3 - Ambientes de negócio.....	30
Figura 4 - Etapas e passos da análise de conteúdo .....	34

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Fontes pesquisadas .....	17
Quadro 2 - Palavras-chave da pesquisa .....	18
Quadro 3 - Resultados da busca.....	19
Quadro 4 - Periódicos analisados .....	20
Quadro 5 - Teses e dissertações analisadas .....	21
Quadro 6 – Resumo de fontes bibliográficas para dados qualitativos e quantitativos .	32
Quadro 7 – Distribuição das Entrevistas de Campo .....	33
Quadro 8 – Caracterização de elementos chaves da cadeia de etanol .....	35

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALE-RS	Assembléia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.
ATR	Açucares Totais Redutores
BADESUL	Banco de Desenvolvimento do Estado do Rio Grande do Sul
BRDE	Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul
CIDE	Contribuições de Intervenção no Domínio Econômico
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
COOPERCANA	Cooperativa dos Produtores de Cana Porto Xavier
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Fundo das Nações Unidas Para Agricultura e Alimentos
FEE	Fundação Estadual de Estatística
FEPAGRO	Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária
FIERGS	Federação das Indústrias do Rio Grande do Sul
FUNDOPEM	Fundo Operação de Empresas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBP	Instituto Brasileiro do Petróleo
ICMS	Imposto Sobre Circulação de Produtos e Serviços
ICOME	Instituto de Estudos do Comércio e Negociações Internacionais
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IEA	Instituto de Econômica Agrícola
IEL	Instituto Euvaldo Lodi
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IPD	Instituto de Políticas Públicas e Desenvolvimento Regional
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comercio Exterior.
MME	Ministério das Minas e Energia.
MME	Ministério de Minas e Energia
MOSES	Modelagem, Otimização, Simulação e Experimentação em Sistemas.
NEAD	Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural
OMM	Organização Meteorológica Mundial
PASEP	Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público
PGTec	Programa Gaúcho de Parques Científicos e Tecnológicos

PIB	Produto Interno Bruto
PIS	Programa de Integração Social
PNUMA	Organização das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PRÓALCOOL	Programa Nacional do Alcool
PROEDI	Programa Estadual de Desenvolvimento Industrial
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
REFAP	Refinaria Alberto Pasqualine
RIDESA	Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucro Alcooleiro
SCIT	Secretaria da Ciência, Inovação e Desenvolvimento Tecnológico.
SDPI	Secretaria de Desenvolvimento e Promoção do Investimento
SEAPA	Secretaria da Agricultura, Pecuária e do Agronegócio do Rio Grande do Sul.
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UNCTAD	Conferência das Nações Unidas Sobre Comércio e Desenvolvimento
UNICA	União da Indústria de Cana-de-açúcar
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USDA	United States Department of Agriculture.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
1.1	Questão de Pesquisa.....	12
1.2	Objetivos.....	15
1.3	Justificativa da Pesquisa .....	16
1.3.1	Perspectiva Teórico-Científica.....	16
1.3.2	Perspectiva da Sustentabilidade Econômica e Competitividade.....	23
1.4	Estrutura do Trabalho .....	24
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>27</b>
2.1	Método de Pesquisa .....	27
2.2	Método de Trabalho.....	31
2.3	Delimitações.....	37
<b>3</b>	<b>APRESENTAÇÃO DO ESTUDO E ANÁLISE DE RESULTADOS.....</b>	<b>39</b>
3.1	Artigo 1: Identificação dos Elementos Formadores da Cadeia de Produção de Etanol: Um Estudo Sobre Variáveis e Atores de uma Cadeia de Biocombustíveis Baseada em Regime Associativo e Pequenas Propriedades de Agricultura Familiar 39	
3.2	Artigo 2: Mapeamento dos Relacionamentos Entre os Atores de uma Cadeia de Biocombustíveis Baseada em Regime Associativo e Pequenas Propriedades de Agricultura Familiar: Um Estudo Aplicado em Dinâmica de Sistemas .....	76
3.3	Artigo 3: Cenários prospectivos para uma cadeia produtiva do etanol baseada em regime associativo e pequenas propriedades de agricultura.....	111
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>137</b>
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>141</b>

## 1 INTRODUÇÃO

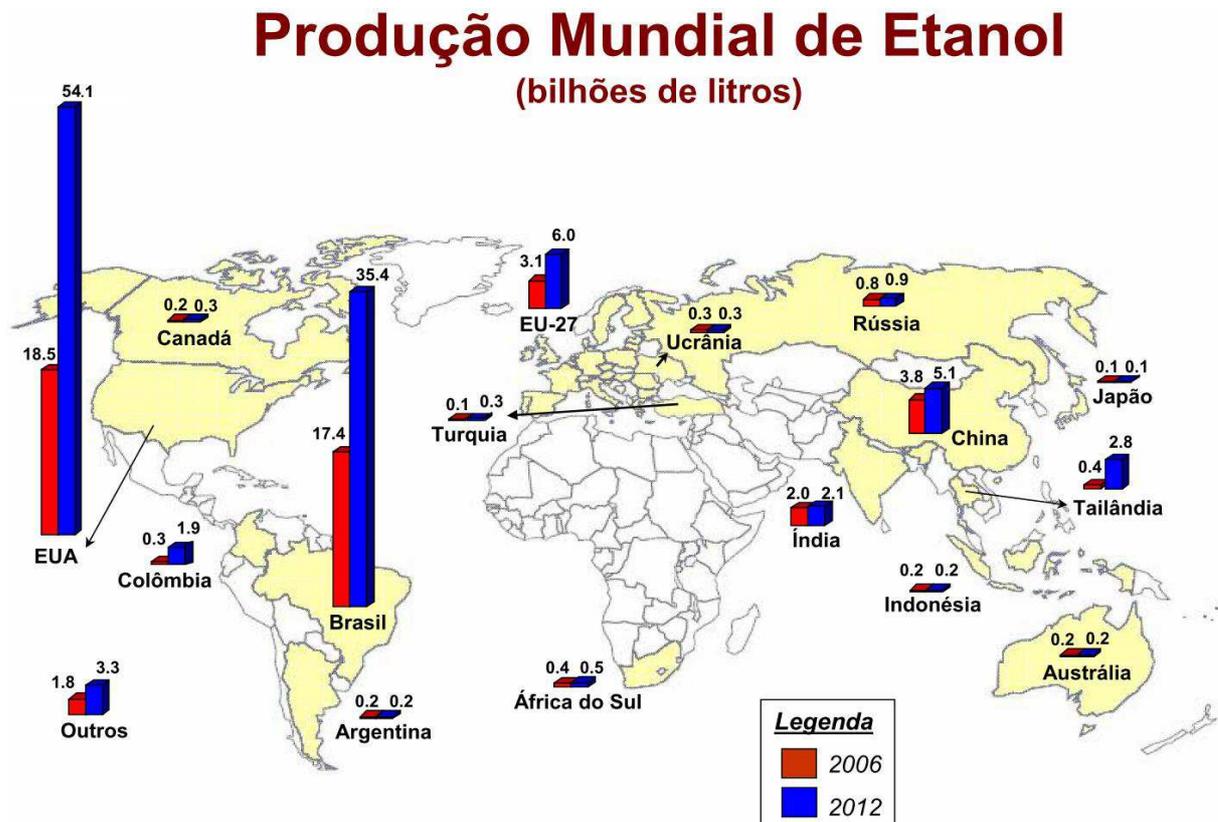
O mundo investiu US\$ 211 bilhões em tecnologias de energias renováveis em 2010, contra US\$ 33 bilhões em 2004, o que representou uma taxa anual de crescimento de 38% no período. A maior parte dos recursos investidos (86%) foi em capacidade de geração de energia, principalmente em projetos de grande escala, como parques eólicos e solares, usinas de biomassa e refinarias de biocombustíveis, informa relatório divulgado pela Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD, 2011).

Apesar dos vários projetos buscando desenvolvimento de fontes de energia de baixo impacto ambiental, algumas das mais promissoras iniciativas atualmente estão associadas à produção de biocombustíveis, tendo como seus principais representantes o etanol e o biodiesel. A produção de biocombustíveis ganhou força e visibilidade frente à sociedade e às cadeias econômicas, por seu potencial de reduzir a geração de efeitos negativos ao meio ambiente, quando comparada a outros combustíveis fósseis.

Em 2007, o Congresso Americano aprovou a “Norma de Combustível Renovável”, como sendo parte do Programa de Ação para Independência e Segurança Energética. O programa tem como meta reduzir o consumo de gasolina nos Estados Unidos em 20% até 2017, através da produção interna de biocombustíveis. Para atingir a meta proposta, os Estados Unidos da América terão que promover um incremento anual na sua produção de biocombustíveis na ordem de 35 bilhões de galões (132,48 bilhões de litros), oriundos principalmente de combustíveis avançados, como o etanol celulósico e o biodiesel (UNICAMP, 2009). A “Política Energética para Europa”, publicada em março de 2007 pelo Conselho Europeu, estabelece que, até 2020, 10% dos combustíveis consumidos pelo setor de transporte deverão ser oriundos da biomassa (FAO, 2008).

Atualmente são produzidos cerca de 108 bilhões de litros de etanol no mundo, com uma previsão de atingir 112 bilhões de litros em 2012 (IBP, 2011). A Figura 1 mostra a evolução da produção mundial destacando os EUA e o Brasil como os principais produtores mundiais.

Figura 1 – Projeção da Evolução da Produção Mundial de etanol



Fonte: CARD (Iowa State University), F.O. Licht, UNICA. Elaboração: ICONE (2009)

Nesse contexto, o Brasil está em uma posição de destaque no cenário mundial, se considerado o etanol produzido a partir da cana-de-açúcar. Contando com uma estrutura produtiva consolidada e com décadas de desenvolvimento tecnológico, o País é responsável por 35% da produção mundial de etanol combustível, que é obtido a partir da cana-de-açúcar cultivada em praticamente todas as regiões do País, e processado através de uma rede de mais de 400 usinas e destilarias (IEA, 2011).

O Brasil destaca-se pelo seu pioneirismo na produção de etanol. Em 1973, o Brasil comprava 80% do petróleo consumido e com a alta de preços entre 1973 e 1974, o país teve que enfrentar o crescimento da importação que passou de US\$ 600 milhões para mais de US\$ 22 bilhões (KUIAWINSKI, 2008).

Em 2003, mudanças nas relações entre usineiros, fornecedores e trabalhadores e intensificação do progresso técnico, inovações tecnológicas e logísticas, resultaram na redução de custos e no aumento de sua competitividade. Essa mudança do cenário sucroalcooleiro pode ser creditada a fatores como as excelentes perspectivas do comércio

interno e internacional, tanto para o açúcar, quanto para o álcool; a elevação dos preços internacionais do petróleo; o crescimento da demanda interna de álcool hidratado, devido ao sucesso dos automóveis *flexfuel* (KUIAWINSKI, 2008). Segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2012) as vendas de veículos *flexfuel* no Brasil em 2011 representaram 83,1%, aproximadamente 2.851.432 unidades, do total de veículos leves vendidos no país. Desde 2003, ano de seu lançamento, o volume de carros *flexfuel* vendidos na Brasil chegou em 2011 a 15,3 milhões de unidades licenciadas.

A produção brasileira de etanol para a safra 2010/2011 foi de 23,687 bilhões de litros de etanol. Deste total 9,137 bilhões de litros foram de etanol anidro, usado como mistura a gasolina, e 14,55 bilhões de litros foi de etanol hidratado, usado como combustível para veículos *flexfuel* (CONAB, 2011). Para alcançar este volume, foram necessárias 588,915 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, cultivadas em uma área estimada em 8434,3 mil hectares distribuídos em vários estados principalmente da região sudeste. Na relação dos estados com a maior área cultivada em 2011, aparece em primeiro lugar São Paulo com 52,6%, seguido de Minas Gerais com 9,0%, Goiás com 7,97%, Paraná com 7,26%, Mato Grosso com 5,70%, Alagoas com 5,39% e Pernambuco com 3,85% (CONAB, 2011).

O Estado do Rio Grande do Sul participa desta matriz com uma área plantada estimada de 1.700 hectares cultivados exclusivamente para produção de etanol, gerando uma produção de 5.804,7 mil litros (CONAB, 2011). Este volume de produção coloca o estado na posição 21 no ranking de produção nacional, o que se torna contraditório se for considerada a demanda interna do estado que hoje é de 1,2 milhões de litros de etanol (UNICA, 2012)

A cultura da cana-de-açúcar no estado não é tão recente, contudo, ainda carecia de políticas públicas que incentivassem estes cultivares. Esta realidade passou a mudar por meio da Portaria 54, publicada em 17 de abril de 2009 (EMBRAPA, 2009), pela qual o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento colocou o Estado do Rio Grande do Sul na rota da expansão do cultivo de cana-de-açúcar para aumento da produção de etanol no país. As principais regiões beneficiadas com essa medida estão situadas nas porções noroeste, oeste e nas proximidades do paralelo trinta (mais precisamente nos vales do Rio Uruguai, e na Depressão Central formada pelas bacias dos Rios Ibicuí e Baixo Jacuí), contemplando aproximadamente 182 municípios (MAPA, 2009). Com este reconhecimento, abrem-se as portas para novas perspectivas de incentivo a lavoura sucroalcooleira gaúcha. O zoneamento permite aos agricultores localizados nestas regiões a obtenção de financiamentos a juros especiais junto as instituições financeiras credenciadas, custeio de plantio, seguro agrícola entre outros.

Além disso, abriu-se espaço para pesquisa de inovação nesta área. Políticas públicas de apoio à pesquisa no desenvolvimento de culturas mais resistentes ao frio e a seca, com maior produtividade, pesquisas em processos de produção mais eficientes e com custos mais baixos são terra fértil para a inovação. Todos estes aspectos tornam-se pontos que favorecem a expansão da produção de etanol de cana-de-açúcar no estado.

A possibilidade de expansão do setor alcooleiro no estado é uma realidade, contudo não seja possível copiar modelos de produção já existente no Brasil. O desenvolvimento desta cadeia do agronegócio demanda estudos profundos que levem em conta a realidade e particularidades regionais. A existência uma cadeia embrionária no estado que atua em regime associativo atua como um facilitador neste processo, onde a agricultura predominante com características de pequenas propriedades com diversificação e culturas e que deve ser considerada na tomada de ações futuras.

A experiência do Rio Grande do Sul em produzir de etanol em regime associativo não é inédita no Brasil. No início dos anos 70, as regiões noroeste e norte-central do Paraná, caracterizadas por grandes latifúndios produtores de café, iniciaram um processo de diversificação de culturas motivado pelas perdas de produção em decorrência da incidência de geadas, a necessidade de um melhor aproveitamento de áreas onde não era possível a mecanização e uma realocação da mão-de-obra local que não estava mais sendo utilizada nas lavouras de café (SHIKIDA, 2001). Neste sentido a cultura que apresentou uma melhor adaptabilidade foi a cana de açúcar destinada a produção de açúcar. Outro fator decisivo nesta escolha foi a proximidade com o estado de São Paulo que nesta época já despontava no cenário nacional como o maior produtos de açúcar. Em pouco tempo cooperativas que antes se dedicavam ao cultivo e beneficiamento de café, migraram para a produção de açúcar e álcool em regime associativo autônomo. Estas usinas amargaram um período de estagnação desde sua implantação no início da década de 70 até que em 1979 com 2º choque do petróleo, pesados incentivos oriundos do PRÓALCCOL aliados a necessidade de grupos paulistas em expandir a produção de etanol, deu condições financeiras e estruturais, gerando uma reformulação do modelo de desenvolvimento local (CARVALHEIRO, 2001).

Em comum com a realidade atual da cadeia local, encontra-se o perfil de produção associativa e a necessidade de políticas estruturantes, contudo ao contrário do Paraná, o perfil de distribuição de terras não é baseado em propriedades de grande extensão. O Rio Grande do Sul destaca-se pelo número de propriedades de agricultura familiar. Segundo senso agrícola (IBGE, 2006) aproximadamente 27% das propriedades agrícola tem no máximo quatro lotes

fiscais, o que a legislação considera como o tamanho máximo para fins de classificação da propriedade familiar, ou seja, propriedades multicultivares e com mão de obra familiar.

Debruça-se sobre estas particularidades a relevância desta pesquisa pois seu entendimento traz consigo a possibilidade de aplicação outras regiões e países, principalmente aqueles em fase desenvolvimento econômico e social, e contribui como mais visão para avaliação de quais e onde os governos podem investir os recursos para os ganhos econômicos e sociais esperados.

### **1.1 Questão de Pesquisa**

O Rio Grande do Sul apresenta uma particularidade na composição do setor agrícola em relação a outros Estados da Federação que é a forte presença da agricultura familiar, não só em área, mas também no próprio PIB agropecuário, evidenciam a importância deste ator para muitas cadeias agroindustriais do Estado entre elas as cadeias produtivas de bicompostíveis (RAMBO, 2006).

Mesmo com a crescente demanda do etanol no País e no mundo, segundo relatório do IBGE (2011), a produção de etanol no estado praticamente não se alterou desde 2000, representando cerca de 3,9% da produção total de etanol do país na safra 2011/2012 (CONAB, 2011). Este volume é insuficiente para suprir a demanda gaúcha para este produto que foi de 705,8 milhões de litros em 2010 (ANP, 2011). Porém o aumento da produção deve ocorrer de forma sustentável do ponto de vista do perfil produtivo local.

Este contexto diferenciado e único de cooperativismo para produção de etanol em propriedades de pequeno porte voltadas à agricultura familiar necessita tornar-se sustentável e competitivo e, assim, agregar valor a sua cadeia. Dentro da cadeia produtiva do etanol são diversas as possibilidades de estudos e inovações, pois apesar de existirem trabalhos sendo desenvolvidos sobre o tema, ainda há a necessidade de aprofundar o conhecimento sobre quem são os componentes desta cadeia e como interagem entre si, sem perder a visão de desenvolvimento econômico regional sustentável. O fortalecimento do agronegócio familiar mediante a combinação da produção de alimentos e de bicompostíveis em sistemas integrados é o grande desafio desta nova perspectiva (IEL, 2011).

Por outro lado, também é necessário resguardar a inclusão social da agricultura familiar nessa nova alternativa, na geração de trabalho e renda. Nesse contexto, o fator tecnologia entra como um vetor da inclusão social de agricultores em novos empreendimentos no campo (EMBRAPA, 2007).

No tocante às áreas potenciais para a produção e mecanização das lavouras de cana, no Estado do RS, podem ser destacadas como propícias ao cultivo, as regiões Oeste, Depressão Central e Litoral Norte (MAPA, 2011). A região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, tem se destacado na produção de cana-de-açúcar por adaptar-se às constantes mudanças impostas pelo mercado do agronegócio. Essa região busca o desenvolvimento contínuo de ações coletivas e de mobilização dos atores locais e regionais com o objetivo de minimizar os problemas causados pela modernização da agricultura que afetam consideravelmente a agricultura familiar. De acordo com Kuiawinski (2008) e com o Instituto de Políticas Públicas e Desenvolvimento Regional – IPD (2003), 95% das propriedades rurais da Fronteira Noroeste, em 1995, possuíam até 50 hectares, sendo que os demais 5% eram propriedades de 51 a 5.000 hectares. Além disso, as propriedades com até 20 hectares representavam 75% deste total (KUIAWINSKI, 2008).

O cultivo da cana na região noroeste do Estado é favorecido pela existência de um micro clima favorável cujo reconhecimento data desde a época das reduções jesuíticas, em 1600. Seu cultivo permanece até os dias de hoje e a cana vem desenvolvendo-se como uma alternativa à pequena propriedade familiar (KUIAWINSKI, 2008). Assim, a atividade econômica, embora esteja organizada quando pensada em um espaço geográfico, torna-se mais complexa em função da necessidade de compreensão da ação e da reação dos atores locais em relação ao ambiente que estão sendo expostos. Com isso, suas particularidades tornam-se fundamentais para o sucesso de introdução de novos processos, produtos ou serviços.

O estudo de uma cadeia produtiva de etanol baseada em regime associativo onde o foco está na produção integrada de biocombustíveis e alimentos e agregação de valor a coprodutos de forma a maximizar os resultados globais promovendo, assim, o desenvolvimento regional é uma oportunidade única e que trará uma importante contribuição para a produção de conhecimento e a formação de recursos humanos com expertise na temática abordada, podendo ser aplicada em outras regiões do mundo que apresentem esta mesma particularidade. Para alcançar tal objetivo, faz-se necessária a construção de uma visão sistêmica do contexto, por meio de modelos que permitam a compreensão dos impactos de ações sobre a cadeia (e sobre cadeias correlatas), a médio e longo prazo.

Do ponto de vista da pesquisa, uma cadeia produtiva é um sistema complexo. Pensar em termos de sistemas significa buscar respostas a questões que exibem características que resultam da interdependência de vários fatores. A dinâmica de sistemas permite identificar estruturas de relacionamentos de causa-efeito-causa a partir de eventos, de padrões de

comportamento e de modelos mentais dos atores, colocando atores e variáveis como elementos centrais do sistema, ao mesmo tempo modificando e sendo modificados por esse contexto (STERMAN, 2000).

Essa abordagem também permite aprimorar o aprendizado de sistemas complexos, gerando modelos de simulação que auxiliam os gestores a aprender sobre a complexidade dinâmica, compreender as origens das resistências organizacionais e projetar políticas mais efetivas (STERMAN, 2000). Esses simuladores gerenciais proporcionam a elaboração de estratégias das mais diversas formas, de modo a auxiliar o gestor a avaliar o impacto de decisões no médio ou longo prazo e, até mesmo, compreender contextos passados.

Além disso, a organização dos atores é necessária para que se construa uma visão compartilhada acerca do sistema no qual estão inseridos. A partir disso, é possível começar a identificar oportunidades e necessidades das cadeias, com foco na formação de recursos humanos e de inovação, e a implementação de projetos e de ações governamentais de forma integrada, trazendo a luz da discussão elementos que ajudaram na análise de investimentos necessários e os ganhos sociais para tais investimentos.

Uma abordagem baseada no processo de dinâmica de sistemas e planejamento de cenários pode auxiliar no sentido de estabelecer políticas estratégicas e ações mais robustas que alavanquem resultados. Isso requer conhecer o ambiente (econômico, social, político, tecnológico e ecológico e legal) e como esse está associado às aptidões dos agentes locais. Dessa forma, um estudo preliminar, para que se conheça essa realidade, torna-se fundamental para determinar as potencialidades e as limitações da região em questão. A elaboração de um diagnóstico amplo é o ponto de partida para o entendimento desses fatores e as ações e as intervenções só terão sucesso se o diagnóstico for capaz de revelar os elementos essenciais da economia local.

Para que um diagnóstico sirva como base para a transformação local é necessário que ele seja elaborado metodologicamente, partindo das características sociais, econômicas, políticas, legais, tecnológicas e ambientais associadas à cadeia, ajustando-se à medida que as inferências, contribuições e percepções dos agentes locais forem sendo consolidadas, e permitindo construir os conhecimentos fundamentais para a compreensão dessa cadeia. Esta pode se constituir em uma oportunidade ímpar para o Estado em termos de geração de empregos e renda no setor primário e, conseqüentemente, para o desenvolvimento econômico-social, além de criar novas oportunidades de negócios para o setor industrial.

A prospectiva estratégica é uma forma desafiadora e criativa de compreender possíveis futuros com base na realidade atual, nos relacionamentos entre atores e nas diversas

incertezas inerentes às diversas variáveis que definem padrões de comportamento futuro (VACCARO et al., 2010). Seu objetivo principal é gerar uma compreensão acerca dos possíveis vetores de mudança e permitir o mapeamento e evolução de um sistema, buscando o entendimento de uma realidade complexa, permitindo a projeção de ações estratégicas através da antecipação de eventos. Esta abordagem visa gerar informações para que os gestores antecipem situações positivas ou negativas e planejem ações consistentes, que garantam sustentabilidade ao longo prazo mesmo frente a adversidades futuras. A participação dos atores na construção da prospectiva estratégica aumenta o envolvimento entre eles e a compreensão sobre cada um deles. A construção conjunta e o conhecimento compartilhado alinham os atores, ponto importante para que as ações propostas possam ser realizadas com sucesso (VACCARO et al., 2010).

A realização de um diagnóstico prospectivo da cadeia produtiva do etanol no Rio Grande do Sul, considerando os princípios apresentados nesta pesquisa, considerando a perspectiva de implantação da produção de culturas aptas à produção de etanol no Estado, o mercado de etanol no contexto nacional e estadual, as questões referentes às tecnologias relativas aos vários elos da cadeia produtiva do etanol, as políticas públicas que envolvem o setor e os fatores ligados à produção do etanol no Rio Grande do Sul, dentre outros elementos importantes para compreender a sistemática da cadeia podem ajudar a construir o conhecimento necessário para desenvolver esta cadeia produtiva, de forma adequada à realidade deste o estado.

Considerando os argumentos e o contexto apresentados, a questão de pesquisa que se coloca é: **como interagem os elementos formadores da cadeia de produção de etanol no Rio Grande do Sul?**

## **1.2 Objetivos**

O objetivo central desta pesquisa é analisar os modos de interação dos principais elementos formadores da cadeia do etanol no Estado do Rio Grande do Sul, com vistas à sustentabilidade e competitividade dessa cadeia, considerando suas particularidades de regime associativo e agricultura familiar.

Os objetivos específicos da pesquisa são:

1. Identificar variáveis, atores e relacionamentos existentes ou necessários para a estruturação, a competitividade e a sustentabilidade dessa cadeia de produção no Estado do Rio Grande do Sul;
2. Modelar variáveis influentes no ambiente contextual e transacional dessa cadeia;
3. Construir e analisar um conjunto de cenários de futuro buscando o entendimento acerca do comportamento do sistema de interesse.

### **1.3 Justificativa da Pesquisa**

As justificativas desta pesquisa podem ser avaliadas através de dois aspectos de naturezas distintos, mas que de forma sinérgica, tornam-se os pilares que dão sustentação para a realização deste trabalho e o atendimento do objetivo geral proposto.

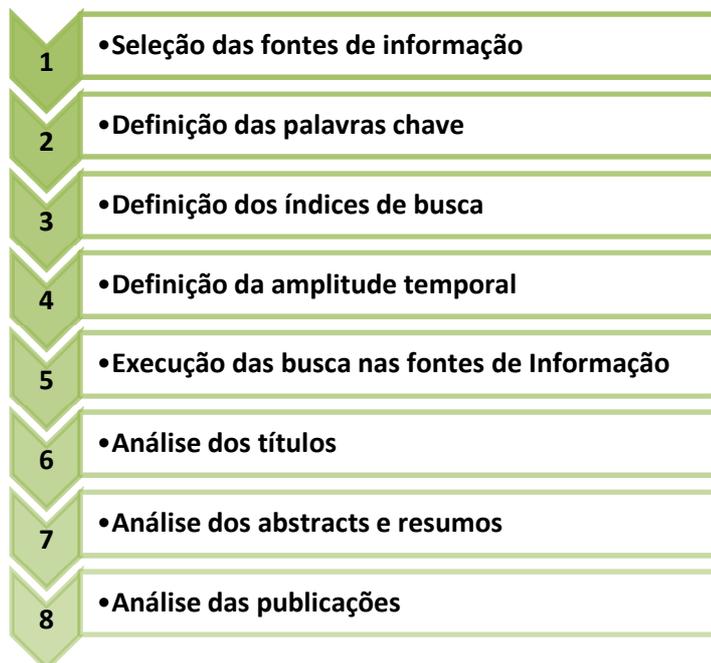
A primeira seção é voltada para a perspectiva teórico-científica por tratar das publicações existentes nas bases de dados, que se obteve acesso, a fim de captar o nível e a quantidade de produções científicas relacionadas com o objetivo da pesquisa.

A segunda perspectiva refere-se à relevância de tornar sustentável e competitiva a cadeia do etanol no Estado do Rio Grande do Sul, através do planejamento de ações em longo prazo. Esta se configura como uma justificativa relevante ao trabalho frente às projeções de aumento de demanda de consumo de etanol nos mercados nacional e internacional.

#### **1.3.1 Perspectiva Teórico-Científica**

A perspectiva teórico-científica baseia-se nas produções científicas internacionais e nacionais, nas quais se busca justificar a pesquisa por sua contribuição ao objeto de estudo e ao corpo conceitual estabelecido. A sistemática de pesquisa por trabalhos acadêmicos que abordassem o tema de pesquisa proposto neste trabalho foi baseada em uma pesquisa sistemática da literatura, que objetivou justificar a pesquisa pela comprovação de originalidade através da ausência de tal tema nas bases de dados em que o autor teve acesso, seguindo-se os procedimentos apresentados na Figura 2.

Figura 2 - Passos para pesquisa de originalidade



Fonte: autor (2012)

Inicialmente foi realizada a seleção das fontes de pesquisa. Estas foram divididas por tipo de publicação, como Teses e Dissertações, boletins e periódicos científicos. Também foram agrupados por abrangência em nacionais e internacionais, conforme pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1 - Fontes pesquisadas

Tipo	Abrangência	Bases
Base de Informações de Teses e Dissertações Nacionais	Nacional	Portal Domínio Público (PDP) / Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)
		Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDBTD) / Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT)
Periódicos	Nacional	Revista Produção da Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO)
		Revista Eletrônica de Administração (REAd) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
		Revista de Administração de Empresas (RAE) da Fundação Getúlio Vargas (FGV)
		Gestão e Produção (G&P) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR)
(CONTINUA)		

(CONTINUAÇÃO)		
Base de Informações de Periódicos Científicos	Internacional	Scientific Eletronic Library Online (SciELO)
		EBSCO Industries
		Engineering Village
		Elsevier
		EmeraldEngineering

Fonte: Autor (2012)

Após a seleção das fontes, foram definidas as palavras-chave relacionadas com o tema da pesquisa, cadeia produtiva de etanol, bem como seus conectores e palavras de ligação utilizadas para busca nas bases previamente definidas (Quadro 2).

Quadro 2 - Palavras-chave da pesquisa

Fonte	Palavra-chave central	Palavras-chave de ligação
Nacional	Cadeia do etanol	Produção Agricultura Familiar Modelagem Sustentabilidade Competitividade
Internacional	Ethanol Chain	Production Family Farming Modeling Sustainability Competitiveness

Fonte: Autor (2012)

Seguiu-se pela definição dos índices de busca. Para esta pesquisa o autor optou por realizar a busca em títulos, resumos e palavras-chave das publicações disponíveis nos periódicos. Esta opção foi adotada para que as buscas retornassem publicações relativas apenas à cadeia produtiva do etanol e não outros trabalhos relacionados a etanol. A amplitude temporal da busca foi definida como 5 anos, excetuando-se trabalhos ou documentos marco anteriores a esse período.

O Quadro 3 apresenta os resultados obtidos nas pesquisas das bases, retornando no total 639 menções as palavras-chave selecionadas, destes total, 23 mostraram-se relevantes na

construção desta pesquisa. Grande quantidade das menções provém da base internacional *Engineering Village*, porém, poucas foram selecionadas devido ao fato de que muitos trabalhos são relacionados a etanol aplicado a fabricação de bebida.

**Quadro 3 - Resultados da busca**

Grupo	Geografia	Nome da Fonte	Entradas	Resumos	Trabalhos
Base de Informações de Teses e Dissertações Nacionais	Nacional	CAPEL	0	0	0
		BDTD	87	5	4
Subtotal			86	5	4
Periódicos	Nacional	Produção / ABEPPO	1	0	0
		REAd / UFRGS	0	0	0
		RAE / FGV	0	0	0
		G e P /UFSCAR	5	5	1
Subtotal			6	5	1
Base de Informações de Periódicos Científicos	Nacional	SciELO	20	4	4
	Internacional	SciELO	0	0	0
		EBSCO	1	1	0
		Engineering Village	397	6	0
		Elsevier	51	22	14
		Emerald	78	4	1
Subtotal			547	37	19
Total Geral			639	47	23

Fonte: Autor (2012)

No Quadro 4 são apresentados os periódicos consultados e, no Quadro 5, as teses e dissertações selecionadas e que contribuiram para a realização da pesquisa.

Quadro 4 - Periódicos analisados

Autor / Título da Publicação	Título do Periódico	Ano	Vol.	Nº.
MACEDO, Isaias C. Situação atual e perspectivas do etanol.	SciELO – Estudos Avançados	2007	21	157-165
KOHLHEPP, Gerd. Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil.	SciELO – Estudos Avançados	2010	24	223-253
SALLA, Diones Assis et al. Estudo energético da produção de biocombustível a partir do milho.	SciELO – Ciência Rural	2010	40	2017-2022
SALLA, Diones Assis et al. Avaliação energética da produção de etanol utilizando como matéria-prima a cana-de-açúcar.	SciELO – Ciência Rural	2009	39	2516-2520
NEVES, Marcos F. Clean energy policies for China: the case of ethanol	Emerald – China Agricultural Economic Review	2010	2	472-483
LANNONI, Ana P. MORABITO, Reinaldo. Análise de um sistema logístico de recepção de cana-de-açúcar: um estudo de caso utilizando simulação discreta.	Gestão & Produção	2002	9	107-128
CARDONA, Carlos A. SANCHES, Oscar J. Fuel ethanol production: Process design trends and integration opportunities.	Elsevier Bioresource Technology	2007	98	2415–2457
GOMES, Antonio et al. The technical potential of first-generation biofuels obtained from energy crops in Spain.	Elsevier Biomass and Bioenergy	2011	35	2143-2155
CARDONA, Carlos A. SANCHES, Oscar J. Trends in biotechnological production of fuel ethanol from different feed stocks.	Elsevier Bioresource Technology	2008	99	5270–5295
GNANSOUNOU, Edgard. Refining sweet sorghum to ethanol and sugar: economic trade-offs in the context of North China.	Elsevier Bioresource Technology	2005	96	985–1002
WIT, Marc. FAAIJ, André. European biomass resource potential and costs.	Elsevier Biomass and Bioenergy	2010	34	188-202
GUTIERREZ, Luis F et l. Process integration possibilities for biodiesel production from palm oil using ethanol obtained from lignocellulosic residues of oil palm industry.	Elsevier Bioresource Technology	2009	100	1227–1237
(CONTINUA)				

(CONTINUAÇÃO)				
FRANCESCHIN, Giada et al. Ethanol from corn: a technical and economical assessment based on different scenarios.	Elsevier Chemical engineering research and design.	2008	86	488-498
DIAS, Marina O.S et al. Production of bioethanol and other bio-based materials from sugarcane bagasse: Integration to conventional bioethanol production process.	Elsevier Chemical engineering research and design.	2009	87	1206-1216
QUINTERO, J.A. et al. Fuel ethanol production from sugarcane and corn: Comparative analysis for a Colombian case.	Elsevier Energy	2008	33	385-399
VARANDA, Marta G et al. Life cycle analysis of biodiesel production.	Elsevier Fuel Processing Technology	2011	92	1087-1094
VACCARO, Guilherme L.R et al. Prospective scenarios for the biodiesel chain of a Brazilian state.	Elsevier Renewable and Sustainable Energy Reviews	2010	14	1263-1272
BOUKIS, Ioannis et al. Policy plan for the use of biomass and biofuels in Greece Part I: Available biomass and methodology.	Elsevier Renewable and Sustainable Energy Reviews	2009	13	971-985
BOUKIS, Ioannis et al. Policy plan for the use of biomass and biofuels in Greece Part II: Logistics and economic investigation.	Elsevier Renewable and Sustainable Energy Reviews	2009	13	703-720
KWIATKOWSKI, Jason R et al. Modeling the process and costs of fuel ethanol production by the corn dry-grind process.	Elsevier Industrial Crops and Products	2006	23	288-296

Fonte: Autor (2012)

Quadro 5 - Teses e dissertações analisadas

Autor / Título da Publicação	Instituição de Ensino	Ano
RAMOS, Heidy R. Proposição para internacionalização dos grupos produtores de etanol do setor sucroenergético do Brasil.	Universidade de São Paulo	2011
FILHO, Joaquim H. C. A estrutura socioeconômica da produção de etanol no Brasil: o uso de fatores primários de produção e as suas relações Inter setoriais.	Universidade de São Paulo	2009
PAULA, Ricardo de A. Competitividade e renda agrícola: o caso da cadeia do etanol.	Universidade de Brasília	2008
CETRULO, Tiago B. Instrumentos de intervenção governamental e postura ambiental empresarial: uma análise da agroindústria canavieira do estado de São Paulo.	Universidade de São Paulo	2010

Fonte: Autor (2012)

Analisando as publicações selecionadas, vários autores apresentam a necessidade de se entender mais sobre os vários aspectos da produção de etanol no Brasil e no mundo. Todavia pouco se fala sobre as inter-relações existentes entre os atores, pois cada publicação aborda um aspecto isolado, havendo uma lacuna de entendimento do todo.

Pode-se também observar que nenhum artigo aborda o estudo de uma cadeia produção de etanol em usinas baseadas em regime associativo e utilizando matéria-prima produzida em propriedades de pequeno porte voltadas à agricultura familiar multicultivares. Esta é a lacuna mais significativa do ponto de vista acadêmico-teórico e que representa a maior contribuição que esta pesquisa pretende ajudar a compreender.

Os artigos publicados internacionalmente usualmente têm como tema a produção de etanol utilizando o milho como matéria-prima ou ainda na cadeia de biodiesel, enquanto que no Brasil a base extrativista do etanol está na cultura da cana-de-açúcar. Não foram encontrados artigos relacionados à produção de etanol utilizando arroz como matéria-prima, sendo que esta é outra possibilidade de produção no Brasil, mais especificamente no Estado do Rio Grande do Sul. Pode-se destacar o artigo sobre a cadeia de biodiesel (VACCARO et al., 2010) com uma referência ao trabalho, pois o biodiesel produzido no Rio Grande do Sul segue a mesma lógica de produção, contudo não existe nenhum trabalho específico de análise sistêmica da cadeia de etanol o que confere a este trabalho relevância e originalidade pelo contexto diferenciado.

Ainda sob a perspectiva acadêmica, esta dissertação apresenta-se como parte de um projeto de pesquisa fomentado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico (CNPq), intitulado “Modelagem e Análise Sistêmica da Cadeia de etanol do Estado do Rio Grande do Sul”, com duração prevista de 2011 a 2013, e realizado pelo Grupo de Pesquisa MOSES – Modelagem, Otimização, Simulação e Experimentação em Sistemas, do qual o pesquisador autor desta dissertação faz parte. O referido projeto dá seqüência a uma série de estudos realizados em parceria com o Instituto Euvaldo Lodi-RS (IEL-RS) e com o Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA), em temáticas relacionadas a biocombustíveis. Em 2008 foi realizado um projeto relacionado à modelagem sistêmica e prospecção de cenários para a cadeia de biodiesel do Estado do Rio Grande do Sul, vinculado ao Programa Estruturante de Agro energia do Estado, então existente (IEL, 2010). Este projeto deu origem a outro estudo, realizado nos anos de 2010 e 2011, de levantamento de informações sociais e produtivas da cadeia de valor da Cooperativa de Produtores de Cana de Porto Xavier Ltda. (COOPERCANA), única usina de produção de etanol em operação na época. Com base

nesses estudos, foi proposto ao CNPq e aprovado o projeto em que se insere a presente dissertação.

### 1.3.2 Perspectiva da Sustentabilidade Econômica e Competitividade

A pesquisa proposta visa gerar elementos referenciais e um plano de articulação entre os atores da cadeia de etanol no Estado do Rio Grande do Sul, contribuindo para ações coordenadas de desenvolvimento socioeconômico, ambiental e tecnológico. A Engenharia de Produção, como área de pesquisa, atua sobre processos, modelando e identificando gargalos, visando à melhoria de desempenho dos sistemas produtivos.

As cadeias de produção, como é o caso do etanol no Estado do RS, representam sistemas complexos que necessitam ser modelados e analisados sob diferentes aspectos, buscando compreensão, modelos de simulação estratégico-táticos e planos de ação alinhados e estruturados com visão sistêmica, atuando de forma a identificar fatores críticos, desenvolver respostas baseadas em metodologia aplicada, visando à obtenção de resultados de sustentabilidade econômica e o crescimento de forma global, não local.

Por outro lado a vocação do Rio Grande do Sul na produção agrícola serve como um estímulo e ao mesmo tempo um grande desafio em conciliar o modelo de produção familiar com a cadeia de etanol, tornando-a competitiva e sustentável. O estudo e compreensão dos atores que interagem dentro deste peculiar ambiente econômico local visam a auxiliar na sustentabilidade e competitividade da cadeia como um todo. Este conhecimento torna-se relevante visto a crescente demanda por biocombustíveis que o País e o mundo enfrentam. Hoje o estado importa mais de 99% de sua demanda, gerando perda de competitividade e evasão de recursos e impostos. Além disso, novas demandas surgiram nos últimos anos com a instalação de uma planta de produção de “plástico verde” pela Braskem no polo petroquímico de Triunfo, com uma demanda aproximada de 500 milhões de litros de etanol por ano.

A abordagem proposta, por meio de Dinâmica de Sistemas, provê formas de levantar, modelar e compreender a inter-relação entre os atores de um sistema, de modo a buscar a eliminação de pontos de ruptura e o reforço de dinâmicas alinhadas a um objetivo selecionado. O caráter de contribuição da pesquisa estabelece-se na medida em que essa abordagem já está sendo aplicada em outras cadeias de produção de biocombustíveis, sendo uma continuidade de um projeto de pesquisa mais amplo.

À luz desta perspectiva, a pesquisa ganha relevância, pois busca identificar elementos qualitativos e quantitativos que exponham as principais dimensões de

competitividade e sustentabilidade, considerando o âmbito social, econômico, político, ambiental, tecnológico e legal. Esta construção propiciará a construção de um modelo de relacionamentos sistêmicos e projeção dos cenários futuros para auxiliar na definição de políticas públicas e privadas para tornar sustentável e competitiva, a cadeia do etanol.

#### **1.4 Estrutura do Trabalho**

Esta pesquisa está estruturada em quatro capítulos. Distingue-se da estrutura tradicional de uma dissertação, no entanto, na medida em que é composta por capítulos e artigos. Optou-se por esse formato de apresentação dos achados da pesquisa por dois motivos:

- um experimento proposto pelo Programa de Pós-graduação, na busca de um formato mais dinâmico de comunicação dos resultados da pesquisa;
- a alocação de esforço com vistas à divulgação científica dos resultados da pesquisa para além da forma tradicional de uma monografia.

Em função dessas motivações, o trabalho foi estruturado buscando conciliar os elementos de originalidade, amplitude, e minimização de redundâncias de conteúdos entre os artigos.

O capítulo inicial que ora finda apresenta a contextualização e as justificativas para o desenvolvimento da pesquisa, especificando a questão de pesquisa e os objetivos a que o pesquisador se propôs.

O segundo capítulo apresenta a metodologia empregada, detalhando o método de pesquisa de estudo de caso, o delineamento e a delimitação da pesquisa realizada.

O terceiro capítulo apresenta os achados da pesquisa e os elementos referenciais em forma de três artigos assim estruturados:

- O primeiro artigo tem por objetivo identificar os elementos formadores da cadeia de produção de etanol do Rio Grande do Sul e seus inter-relacionamentos, alinhando-se ao primeiro objetivo específico. Descreve um breve referencial teórico sobre cadeias de produção e contextualiza a cadeia em estudo. Apresenta os principais atores que compõem este sistema bem como seus inter-relacionamentos e desenvolve uma análise contextual sobre as variáveis relevantes, considerando as dimensões Política, Econômica, Social, Tecnológica, Ecológica e Legal (PESTEL), propostas por Van Der Heidjen (2004). Uma versão deste artigo foi traduzida para o inglês e submetida à revista *Renewable & Sustainable Energy*

Reviews (A1 no Qualis então corrente da Engenharia III). O mesmo encontrava-se em fase de avaliação por pares quando da finalização deste volume;

- O segundo artigo apresenta uma modelagem por dinâmica de sistemas da cadeia de produção do etanol no Rio Grande do Sul, buscando evidenciar os modelos mentais dos principais atores e sua forma de interação, conforme preconizado por Sterman (2000). Alinha-se, portanto, ao segundo objetivo específico. Uma versão resumida deste artigo foi aprovada e apresentada na *SIM 2013 – Sustainable Intelligent Manufacturing International Conference*, realizada em junho de 2013, em Lisboa, Portugal;
- O terceiro artigo desenvolve uma análise de três cenários de futuro, baseada nos elementos referenciais identificados nos dois primeiros artigos, buscando evidenciar como interagem os atores e como seriam influenciados por variações em forças motrizes que representam incertezas críticas evidenciadas com base nos dados coletados. Alinha-se ao terceiro objetivo específico, completando as contribuições obtidas para a realização do objetivo geral da dissertação. Uma versão resumida desse artigo foi aprovada na *8<sup>th</sup> Conference on Sustainable Development on Energy, Water and Environment Systems*, organizado pela UNESCO, realizado em Dubrovnik, Croácia.

Os artigos apresentados nesta dissertação se encontram em formato estendido em relação a comunicações habituais. Optou-se por esse formato para assegurar a originalidade de publicações futuras e, principalmente, para permitir uma construção mais detalhada de informações, dando espaço a falas de entrevistados, por exemplo, o que não seria usual em um artigo publicado em revistas científicas. Entende-se, assim, obter um consenso entre a estrutura e identidade dos artigos propostos e o nível de profundidade esperado de uma dissertação de mestrado.

Por fim, o quarto capítulo conclui o volume, retomando as principais considerações sobre os achados de campo e análises realizadas relativas ao objeto estudado, bem como indicando possibilidades de continuidade do estudo. Seguem-se as referências e elementos pós-textuais.



## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Método de Pesquisa

Método de pesquisa é um conjunto de atividades sistemáticas e racionais que orientam a geração de conhecimentos válidos, na medida em que indicam um caminho a ser seguido (LAKATOS; MARCONI, 1991). Chalmers (1993) afirma que a metodologia de pesquisa científica é mais adequada para a aproximação da verdade em nosso universo real que qualquer outra metodologia. Sob esse paradigma, o objetivo da ciência é a verdade, e a metodologia de pesquisa fornece uma maneira de avaliar em que extensão se tem sucesso em aproximar a verdade.

Quanto à natureza da pesquisa, Silva e Menezes (2001) classificam a pesquisa em dois tipos de natureza: básica, onde se objetiva construir conhecimentos gerais e universais, porém sem a aplicação, ou uso prático; e aplicada, onde é gerado o conhecimento para aplicação na prática, direcionados para solucionar problemas específicos. Sob estes conceitos, o trabalho apresentado é de natureza aplicada, pois visa identificar ações práticas para desenvolvimento de uma cadeia de bicompostíveis baseada na agricultura familiar através da metodologia de projeção de cenários futuros.

Quanto ao objetivo da pesquisa diversos autores (GIL, 1999; SILVA; MENEZES, 2001; YIN, 2005) classificam pesquisa como sendo exploratória, descritiva ou explicativa. Com base nestes conceitos, o presente trabalho classifica-se como uma pesquisa com objetivo exploratório. Esta definição justifica-se pelo tipo de questão de pesquisa proposta. O trabalho visa dar entendimento sobre a cadeia do etanol no Rio Grande do Sul, seus atores e suas inter-relações. Este sistema agro econômico já apresenta maturidade, considerando o mercado brasileiro, contudo em termos de Rio Grande do Sul esta cadeia ainda está incipiente (KUIAWINSKI, 2008) e dispõe de poucos estudos sob a perspectiva apresentada no Capítulo 1, na Perspectiva Teórico-Científica considerando a realidade do agronegócio no estado.

Ainda segundo os autores (GIL, 1999; SILVA e MENEZES, 2001), os métodos científicos podem ser classificados em Dedutivo, Indutivo, Hipotético-dedutivo, Dialético e Fenomenológico. O trabalho proposto caracteriza-se por uma abordagem de características Fenomenológicas. A metodologia Fenomenológica consiste em mostrar o que é dado e esclarecer esse dado. Não explica mediante leis nem deduz a partir de princípios, mas considera imediatamente o que está presente à consciência, o objeto (GIL, 1999).

A metodologia de aplicação de Dinâmica de Sistemas (STERMAN, 2000) é baseada nos conceitos de ciclos fechados e feedbacks, permitindo assim não só a análise do evento, mas também de padrões de comportamento e estruturas de sistema. O pensamento sistêmico oferece uma moldura conceitual para visualizar como cada decisão em um negócio é uma decisão que afeta uma organização como um todo (DRUCKER, 1990). O uso de métodos qualitativos é necessário para um maior desenvolvimento de uma visão atualizada e detalhada da cadeia de produção e distribuição deste biocombustível no Estado e sua inter-relação com outras cadeias produtivas, além de entrevistas com integrantes da cadeia para validação dos modelos construídos. O método sistêmico permite a análise de diferentes realidades a partir de uma perspectiva mais ampla e aprofundada, permitindo a construção de soluções robustas, estruturadoras e alavancadoras de resultados sustentáveis. A cadeia de etanol representa um ambiente complexo, e como tal necessita de uma abordagem sistêmica para entender como esse sistema evolui, sendo necessário identificar as forças que levam seus atores a interagir. Estas forças estão ligadas a variáveis-chave que definem o comportamento futuro do sistema (VACCARO et al., 2010).

A Análise Prospectiva Estratégica usa o conhecimento construído, como base para definição de cenários futuros, seguindo o método de planejamento de cenários proposto por Van Der Heijden (2004). Divide-se em: traçar os padrões de comportamento através da análise de gráficos e identificando tendências das variáveis, será possível encontrar padrões de comportamento; desenhar o mapa sistêmico a partir dos primeiros ensaios da estrutura sistêmica; e identificar modelos mentais, levantando pressupostos que os atores envolvidos na situação mantêm em suas mentes e que influenciam seus comportamentos, gerando estruturas no mundo real, análise de arquétipos. A meta do pensamento e modelagem sistêmica é melhorar a compreensão dos caminhos nos quais o desempenho de uma organização está relacionado à suas estruturas internas e políticas de operação, incluindo seus clientes, concorrentes e fornecedores, e então utilizar essa compreensão para projetar forte alavancagem em direção a políticas de sucesso (STERMAN, 2000). Neste sentido o planejamento de cenários constitui uma abordagem que pode contribuir na construção deste conhecimento, preparando os tomadores de decisão para as adversidades que possam ocorrer pelo caminho. Os cenários dão sentido aos eventos futuros, assim como os relatos históricos dão sentido ao passado (VAN DER HEIJDEN, 2004).

No presente trabalho as premissas observadas para a modelagem sistêmica e análise de cenários foram:

- a discussão sobre o modelo de produção de culturas voltadas à produção de etanol no Estado do Rio Grande do Sul necessita contemplar, mas não limitar-se a, o conceito de sistema integrado, consorciando a produção de cana com possibilidades de gerar coprodutos para o produtor ou novos mercados que diversifiquem a renda do produtor, ampliando sua sustentabilidade;
- a cadeia produtiva do etanol deve se estabelecer de forma a propiciar o desenvolvimento dos membros envolvidos na cadeia e da região;
- a cadeia do etanol ainda está em configuração no Rio Grande do Sul e busca tornar-se sustentável do ponto de vista econômico;
- o levantamento de dados deverá considerar os acontecimentos passados, os atuais e as possibilidades futuras dentro do horizonte temporal do trabalho;
- a análise da perspectiva da produção deve contemplar o Estado, mas em especial focar a região Noroeste, onde há informações de zoneamento agrícola disponíveis, com vistas a tornar o Estado presente no mapa brasileiro de produção de etanol;
- na prospecção de cenários é necessário discutir situações em que a cadeia de produção e etanol no Rio Grande do Sul se desenvolva, identificando ações para que seus atores estejam preparados para mudanças que possam vir a ocorrer e, para que pelo menos seus efeitos sejam mitigados e não afetem de forma significativa.

Essas premissas delineiam as análises realizadas, não sendo impostas como limitadoras de visão, mas como elementos de foco de análise. O objetivo proposto não é o de exaurir o tema ou o objeto de pesquisa, mas de gerar compreensão sobre o mesmo, como expresso no Capítulo 1.

A necessidade de se obter uma percepção real, e não apenas virtual, do ambiente futuro estimula as organizações a construir macro cenários, de forma a se prepararem para possíveis eventos que possam impactar tanto de forma positiva como negativa seus objetivos e metas. Complementar à visão de Van Der Heijden (2004), Schwartz (2004) sugere o uso de cenários baseados em forças motrizes capazes de influenciar os fatores-chave responsáveis pelo êxito ou fracasso das estratégias e decisões tomadas pelos gestores. Estas forças podem ser divididas em elementos pré-determinados, nos quais apresenta uma tendência e incertezas críticas, nas quais se acredita na possibilidade de sua ocorrência, mas não se sabe quando

ocorrerá ou mesmo se ocorrerá. Van Der Heijden (2004) propõe também analisar estas forças considerando seu ambiente de atuação.

O ambiente transacional é aquele onde o sistema em estudo é um participante significativo, influenciando os resultados e ao mesmo tempo sendo influenciados. O ambiente contextual é mais amplo e diz respeito aos limites daquilo que a organização pode fazer e onde ela tem uma influência limitada (VAN DER HEIJDEN, 2004). O autor sugere que, uma vez selecionados os ambientes de atuação, cada conjunto de variáveis deve passar por um processo de agrupamento/vinculação, que pode seguir um esquema de categorização STEP ou STEEP, que relaciona as variáveis em dimensões Social, Tecnológica, Econômica, Ecológica e Política. Contudo, o autor alerta para não haver um rigor nesta classificação, podendo haver inserção de outras dimensões relevantes identificadas. Como sugerido por Van Der Heijden (2004), o trabalho considerou a inclusão de mais uma dimensão para classificação das forças motrizes, aqui chamada de dimensão Legal, conforme mostra a Figura 3.

**Figura 3 - Ambientes de negócio.**



**Adaptado de Van Der Heijden (2004)**

Na seqüência é apresentado o detalhamento de cada uma das etapas da pesquisa.

## 2.2 Método de Trabalho

A presente pesquisa foi delineada em cinco etapas, envolvendo procedimentos de coleta e compilação de dados, modelagem e análise, ocupando um tempo aproximado de 20 meses, como descrito nas etapas a seguir.

**1 - Preparação da Pesquisa – Levantamento de Dados:** Foram realizadas coletas de dados qualitativos, quantitativos, bem como de dados de fontes bibliográficas e documentais. Dados quantitativos históricos foram usados, além de padrões qualitativos, a fim de apoiar o pensamento e aprendizagem sobre o objeto de estudo, buscando-se reconhecer os elementos (atores e variáveis) inter-relacionados (comportamentos de correspondência). A pesquisa envolveu leitura de referencial teórico sobre conceitos de cadeia de produção, estatísticas sobre a realidade da cadeia de produção, demanda de biocombustíveis, estruturas de atores, governança, processos de produção e P&D associados ao etanol no Brasil e no Rio Grande do Sul, considerando aspectos econômicos, sociais, tecnológicos, políticos, ambientais e legais. Dados qualitativos oriundos de fontes bibliográficas, boletins e artigos acadêmicos, nacionais e internacionais, que tratam da temática da produção etanol, agricultura familiar, e outros na mesma linha de pesquisa também foram utilizados.

As bases de dados consultadas foram SciELO, Emerald, EBSCO, Elsevier e outras de mesma representatividade, nas quais foram selecionados artigos preferencialmente publicados posteriormente a 2008. Na ausência de dados neste intervalo de tempo ou quando identificada uma referência basilar foi admitida data de publicação anterior. As palavras-chave procuradas foram: biocombustíveis, etanol, agricultura familiar e energias renováveis. Outras fontes bibliográficas utilizadas foram dissertações e teses de doutorado, pesquisas em jornais, revistas e na Internet onde houvesse o tema do etanol no estado do Rio Grande do Sul como temática central. Estas informações foram necessárias para construção do entendimento da realidade em estudo e possibilitou a construção do mapa conceitual da cadeia de etanol. Também foram utilizados dados estatísticos de fontes reconhecidamente idôneas, como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Fundação Estadual de Estatística (FEE), Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), secretarias e câmeras setoriais estaduais e federais para biocombustíveis, entidades representativas como a União das Indústrias da Cana-de-açúcar (UNICA), Fundação Estadual

de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), centros de pesquisa e assistência técnica como Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), além de trabalhos desenvolvidos na área de biocombustíveis em universidades. Em paralelo à pesquisa bibliográfica, o método utilizado combinou encontros de periódicos de curta duração com uma equipe de pesquisa.

Outras fontes utilizadas foram livros que tratam principalmente da metodologia de pesquisa que foi aplicada, teses e dissertações de mestrado e doutorado sobre o tema em estudo, além de pesquisas na Internet sobre notícias e boletins técnicos recentes sobre o tema.

O resultado da pesquisa bibliográfica para levantamento de dados qualitativos e quantitativos é representado no Quadro 6.

**Quadro 6 – Resumo de fontes bibliográficas para dados qualitativos e quantitativos**

<i>Modelagem Sistêmica e Prospecção de Cenários para a Cadeia de Etanol no Rio Grande do Sul</i>						
<i>Modelo Agrícola</i>			<i>Cadeia do Etanol no RS</i>		<i>PSPC</i>	<i>PSPC</i>
Redes de Coperação	Cadeia Agroindustrial	Agricultura Familiar	Cadeia do Etanol	Políticas Públicas	Pensamento Sistêmico	Planejamento de Cenários
Amato (2000) Bremer (2000) Pires (2001) Verschoore (2008)	Azevedo (2000) Batalha (1995) Batalha (1997) Castro (2000) Pires (2001) Scaepelli (2001)	ALERGS (2007) FAO/INCRA (1994) Fauth (2008) IPD IRGA (2011) Kuiawinski (2008) MAPA NEAD (2006) Pretto (2009) Rambo (2006)	ADSB ALERGS (2007) Camara (1993) CONAB CONSECANA EMBRAPA FEE IBGE ICOME IEA IPD Kuiawinski (2008) MAPA Rambo (2006) ÚNICA UNICAMP	ANP IBP MAPA MME SCIT SDRPC	Senge (2004) Serman (2000) Andrade (2006)	Van Der Heijden (2004) Schwartz (2000) Senge (2004) Serman (2000)

**Fonte: elaborado pelo autor (2012)**

**2 – Detalhamento de Informações – Entrevistas com Especialistas:** Outras fontes de dados qualitativos utilizada foram especialistas no objeto e tema de interesse da pesquisa. Esta atividade pretendeu identificar os fatores de competitividade e sustentabilidade da cadeia de etanol do Estado não detectáveis por informações de bases estruturadas, sendo usada a técnica de entrevistas semi-estruturadas, dado que entrevistas são utilizadas para reunir informações a respeito de experiências, opiniões e crenças absorvidas dos entrevistados relativas às questões de pesquisa ou aos fenômenos de interesse a serem pesquisados (RYAN et al., 2009). É uma forma de diálogo assimétrico, em que uma das partes busca coletar dados e outra se apresenta como fonte de informação (GIL, 1999). Esta abordagem permitiu que os entrevistados pudessem externar respostas inesperadas e que outras questões que possam

enriquecer o nível de dados qualitativos que podem ser coletados. Essa flexibilidade permite ao entrevistador explorar as questões levantadas por espontaneidade do entrevistado (RYAN et al., 2009). A abordagem também propiciou o desenvolvimento de uma visão atualizada e detalhada da cadeia de produção e distribuição do biocombustível no Estado.

Para esta etapa objetivou-se realizar doze entrevistas divididas entre especialistas com reconhecido conhecimento sobre diferentes elos da cadeia de produção, envolvendo representantes governamentais, representantes de associações empresariais, usineiros, pesquisadores e técnicos. Como caracterização de sua qualificação, buscaram-se representantes preferencialmente com nível superior, mestrado ou doutorado, e necessariamente com tempo médio de atuação em temas relacionados ao objeto da pesquisa de, no mínimo, 3 anos dentre os últimos 5 anos. Os mesmos foram selecionados com base em sua representatividade em termos de autoria ou participação em pesquisas, ações governamentais relacionadas ao tema de interesse, representatividade dos principais elos da cadeia de produção ou suporte a entidades representativas. Dos doze especialistas consultados, somente 7 disponibilizaram seu tempo para a pesquisa. O Quadro 7 apresenta a composição do grupo de especialistas respondentes, conforme sua expertise.

**Quadro 7 – Distribuição das Entrevistas de Campo**

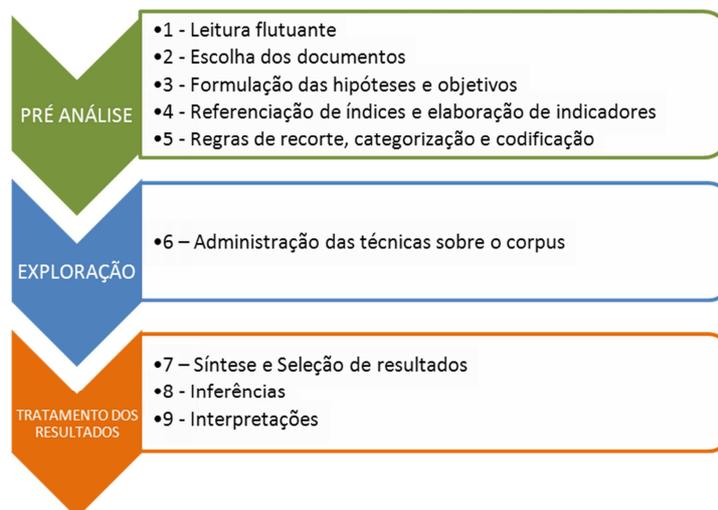
Área de Atuação	Número de Especialistas entrevistados
Centros de Pesquisa	1
Associações e Entidades	1
Meios Acadêmicos	3
Governo	1
Usinas	1

**Fonte: elaborado pelo autor (2012)**

Todas as entrevistas foram gravadas, com o consentimento dos entrevistados, e transcritas para que pudessem ser resgatadas informações adicionais ou refinamentos sempre que fossem necessários. Os dados qualitativos levantados nas entrevistas foram analisados através da técnica de Análise de Conteúdo (BARDIN, 1977), que pode ser definida como um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção e recepção dessas mensagens (BARDIN, 1977). O mesmo autor divide o método em três

grandes etapas: pré-análise, exploração e tratamento dos resultados e interpretações. A Figura 4 ilustra este desmembramento.

**Figura 4 - Etapas e passos da análise de conteúdo**



**Fonte: Bardin (1977)**

As entrevistas ocorreram em dois momentos: o primeiro visou à identificação de formadores e direcionadores da cadeia, sendo usado o roteiro de entrevistas apresentado no Quadro 8 para identificar as principais variáveis que interferem no sistema em estudo, conforme a pesquisa sobre o referencial, e suas interligações e das variáveis consideradas críticas; o segundo destinou-se à análise dos achados compilados das diversas fontes e, em especial, do mapa sistêmico desenvolvido, buscando identificar elementos para a consolidação da análise de modelos mentais dos atores. Outra atividade importante ocorrida nestas entrevistas está relacionada à identificação de variáveis críticas para a etapa de planejamento de cenários. Os entrevistados foram solicitados a classificar as forças motrizes em como sendo tendências pré-determinadas e incertezas críticas. Esta etapa serviu de base para a prospecção de cenários.

Quadro 8 – Caracterização de elementos chaves da cadeia de etanol

Dimensões	Conceito	Autores	Temas a serem abordados
<b>Sustentabilidade (sócio, econômico, ambiental)</b>			
1 - Cadeia de Produção	Sistema dinâmico complexo que visa a transformação de matérias-primas através de uma sequência de atividades coordenadas que agregam valor ao longo do sistema, transformando-a em um produto final destinado ao um público consumidor.	Castro (2000), Batalha (1997), Batalha (1995), Pires (2001), Vaccaro et al (2009)	* Perspectivas para a cadeia de produção de etanol no estado do RS. * Atores-chave no processo de produção de etanol no estado do RS e elementos relevantes (governança, relacionamentos, limitantes de crescimento, etc.). * Participação das entidades setoriais e associações de classe nesta cadeia.
2 - Matérias-primas	Grãos ou outras matérias-primas que possam ser usadas na produção de Etanol, podendo ou não serem aplicadas na alimentação humana. Tornam-se elementos fundamentais neste contexto pois seu uso como matéria-prima para produção de etanol pode gerar desequilíbrio socioeconômico ou ambiental.	Vaccaro et al (2009), EMBRAPA (2012), MAPA, (2009), Kuaiwinski (2008)	* Possibilidades de expansão no estado do RS das atuais culturas utilizadas na produção de etanol e perspectivas de novas matérias-primas. * O conflito da produção de alimentos x biocombustíveis. * Aspectos técnicos utilizados para definição de fontes de matérias primas para produção de etanol no estado do RS ou importação de outros estados. * Logística de matérias primas e fornecimento, ( processo de negociação de compra de matérias primas e venda de etanol no estado do RS).
3 - Fatores socioeconômicos / Formação MO / Tamanho propriedade / Característica da agricultura	Conjunto de fatores, características geográficas e socioeconômicas que compõem a estrutura agricultura familiar e de agronegócio em uma determinada região.	Fauth (2008), FAO/INCR (1994), Kuaiwinski (2008), Dorow, Silva Verschoore (2008)	* Elementos influenciadores da cadeia do etanol sobre a vida do produtor familiar e de agronegócio (escolha de cultivares, tempo dedicado, etc.). * Vantagens e desvantagens associadas na opção por investir em cultivares destinados ao etanol. * Geração de renda na agricultura decorrente do cultivo de matérias primas para produção de etanol. * A relação da agricultura familiar e a assistência técnica rural em relação a melhoria da produtividade e na implementação de novos projetos para geração de renda.
4 - Impactos ambientais	Impacto Ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas, biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas neste meio, que excedam a capacidade de absorção desse ambiente.	Lewandowski et al. (1999), Rodrigues, Campanhola, Kitamura (2002), Dorow, Silva (2012), CONAMA (1986)	* Impactos ambientais e as principais consequências a curto e longo prazo da produção de culturas para etanol no modelo de produção atual. * Alternativas para minimizar os impactos ambientais atualmente utilizadas e em fase de pesquisa. * Relação entre o tipo de modelo agrícola (familiar ou agronegócio) e impactos ambientais gerados.
<b>Competitividade</b>			
5 - Políticas públicas (para P&D, para Financiamento /Subsídios,)	Políticas públicas são entendidas como o "Estado em ação", ou seja, o Estado implantando um projeto de governo, através de programas, de ações voltadas para setores específicos da sociedade. Estas políticas visam o desenvolvimento no âmbito da competitividade, fortalecimento regional e inclusão social.	Gobert, Muller (1987) Höfling (2001), MDA (2010), MMA (2012)	* Dificuldades de acesso aos benefícios e recursos oriundos de políticas públicas. * Critérios para distribuição de recursos para o desenvolvimento da cadeia (considerando elementos relevantes agora e no futuro). * Níveis de investimentos em P&D para melhoria de produtividade e novas tecnologia. * Outras áreas que poderiam se beneficiar com investimentos a partir de políticas públicas para biocombustíveis. * Outras ações o governo (municipal, estadual e federal) poderiam promover e incentivar o desenvolvimento da cadeia (produção, logística e mão-de-obra). * Relevância de um selo social para o crescimento da cadeia do etanol gaúcho.
6 - Rotas tecnológicas / P&D (assistência técnica rural, adaptação de cultivares,)	O etanol brasileiro tem sua predominância de produção a partir da cana-de-açúcar, contudo os investimentos em P&D nos campos de tecnologia de produção e melhoramento genético estão tornando possível a aplicação de outras matérias primas, a exemplo do etanol de arroz e do etanol de 2ª geração. Associa-se a isso a melhoria técnicas da produção através dos trabalhos de extensão e assistência técnica rural.	ANP (2011), VACCARO (2009), UNICA(2011), MAPA (2009), EMBRAPA (2011), ADSB (2012),	* Importância dos P&Ds e assistência técnica rural no desenvolvimento da cadeia. * Novas tecnologias de produção de etanol que poderão ser aplicadas no RS e no Mundo. * Novas regiões com potencial de produção no estado (considerando materias-primas atuais e novas possibilidades de matérias-primas). * Mecanismos de apoio e parcerias do P&D e assistência técnica rural aos agricultores, produtores de matérias-primas para etanol. * Formas para tornar mais eficiente e lucrativo a produção de etanol no RS.
7 - Demanda / Mercado	Demanda é a quantidade de um determinado produto, que um mercado consumidor está disposto a adquirir a um certo preço por um certo período de tempo. Estas relações entre quem comprar e quem quer vender ocorrem em um ambiente sistêmico chamado de mercado.	PETROBRAS (2012), Agência Brasil (2012), ANFAVEA (2012, BRASKEN (2012), DOW CHEMICAL (2011), AGCO (2011), IBGE (2006)	* Impacto das perspectivas de crescimento da demanda e a outras aplicações de mais valor agregado na produção de cultivares para etanol. * Impacto da forte dependência na demanda gerada por uma única indústria alcoolquímica local, no desenvolvimento da cadeia de produção de etanol local. * Iniciativas que possam tornar o Etanol gaúcho mais atrativo do ponto de vista do custo logístico.

Fonte: elaborado pelo autor (2012)

**3 - Compilação de Dados:** A análise de dados ocorreu em paralelo às etapas anteriores, de forma orgânica. O método utilizado combinou encontros de periódicos de curta duração com uma equipe de pesquisa. Em cada reunião foram realizadas apresentações e análises de dados já obtidos, bem como discutidos os encaminhamentos e passos seguintes da pesquisa. Cabe salientar que, para a análise de dados provenientes de múltiplas fontes de dados propostas, conforme proposto para esta pesquisa, Yin (2005) reforça a importância do uso da triangulação e sugere quatro tipos de triangulação: de dados, pesquisadores, teoria e metodologia, desenvolvendo linhas de convergentes de investigação. O conceito utilizado foi

a triangulação de dados. Ao final desta etapa foi consolidado o resultado esperado no primeiro objetivo específico da pesquisa, bem como desenvolvido o primeiro artigo apresentado no Capítulo 3.

**4 - Análise Prospectiva Estratégica - Modelagem:** A modelagem foi realizada com base nas informações oriundas das entrevistas e da pesquisa bibliográfica. O modelo foi elaborado utilizando diagramas de causa-efeito-causa obtidos das entrevistas, apoiados pelas demais fontes de dados qualitativos e quantitativos relacionados, conforme sugere o método de modelagem sistêmica proposto por Sterman (2000). Durante este processo foram realizadas reuniões onde a equipe lançou mão de recursos de audiovisuais, registrando, através de imagens e gravações de áudio, as discussões realizadas para posterior resgate do conteúdo sempre que necessário. Concomitante a esta etapa ocorreu o segundo ciclo de entrevistas com os mesmos especialistas, conforme mencionado anteriormente, no qual o modelo construído a partir dos subsistemas foi apresentado para nova validação. Ao final desta etapa foi consolidado o resultado proposto no segundo objetivo específico da pesquisa e foi desenvolvido o segundo artigo apresentado no Capítulo 3.

**5 - Análise Prospectiva Estratégica – Planejamento de Cenários:** Com base nas percepções dos especialistas quanto às forças motrizes da cadeia estudada, foram elaborados três cenários de futuro, conforme o referencial de Van Der Heidjen (2004; 2009), gerando-se variações sobre as incertezas críticas e analisando seus impactos na cadeia de acordo com o modelo de dinâmica de sistemas desenvolvido e com os modelos mentais compilados a partir das entrevistas com os especialistas. A construção desses cenários tratou de visualizar futuros alternativos, em contraponto aos passos anteriores que buscavam reconhecer uma situação existente, seja seu contexto histórico ou seu estado presente. O objetivo da análise de cenários realizada não foi o de exaurir as possibilidades sobre o objeto de estudo, mas sim gerar subsídios para a discussão sobre o comportamento dos atores e sua inter-relação em situações ainda não concretizadas. Essa visão é alinhada com a de Pohlmann (2009), que afirma que cenários tratam de desafiar modelos mentais preconcebidos sobre o futuro e compreender seus desdobramentos.

A análise comparativa de cenários permitiu inferir um conjunto de efeitos no sistema de forma a identificar reações comuns aos três cenários ou efeitos que surgiram de forma a merecer uma atenção especial. O resultado final desta etapa foi uma visão comum da cadeia com base nos futuros prováveis acessados, o que permitiu a sugestão de um conjunto de ações

com vistas à promoção da sustentabilidade e da competitividade para este arranjo econômico e social. Ao final desta etapa foi consolidado o resultado esperado no terceiro objetivo específico e também o objetivo geral da pesquisa. O final desta etapa também marcou o processo de escrita do terceiro artigo apresentado no Capítulo 3 e a consolidação do volume da dissertação.

### **2.3 Delimitações**

As delimitações da pesquisa tentam formalizar, para além dos objetivos que norteiam a pesquisa, as fronteiras que circundam o escopo do trabalho (KUIAWINSKI, 2008). Neste sentido, algumas delimitações necessitam ser apresentadas para o adequado entendimento desta pesquisa.

O estudo teve como foco exclusivamente a cadeia do etanol no Rio Grande do Sul com suas particularidades e premissas. Não é objetivo deste trabalho, entender com profundidade as reações desta cadeia regional com a cadeia do etanol no Brasil ou com outras cadeias existentes, limitando-se o escopo aos objetivos apresentados no Capítulo 1. Por se tratar de uma pesquisa de modelagem sistêmica aplicada a um segmento do agronegócio, qualquer generalização para outras linhas de pesquisa ou mercados regionais não é apropriada sem a devida análise, sob pena de se ter prejudicada a adequada consideração dos elementos formadores e inter-relações existentes em outro sistema complexo, ainda que similar. Assim, adaptações podem ser necessárias em novos estudos a serem desenvolvidos.

A coleta de dados foi realizada em fontes de domínio público tais como secretarias governamentais, órgão de fomento do setor agropecuário brasileiro, institutos de pesquisa e estatística sociais, econômicas e ambientais e organizações setoriais indicadas na bibliografia de referência, conforme apresentado no decorrer deste capítulo. No entanto, a coleta não é exaustiva, podendo ser encontradas outras evidências que complementem ou modifiquem as análises apresentadas. As entrevistas que serviram como uma das fontes de dados qualitativos utilizou-se de um número de participantes limitados a disponibilidade de tempo de cada um sendo que do número inicial de convidados apenas 7 especialistas, representando os principais atores da cadeia, se disponibilizaram participar, o que do ponto de vista da pesquisa qualitativa não trás prejuízos significativos. No entanto a obtenção de um número maior de entrevistados pode trazer nas perspectivas que complementem o trabalho desenvolvido.

Os cenários propostos para análise sistêmica e projeção de cenários foram elaborados a partir dos dados empíricos coletados, contudo não necessariamente estes cenários configurar-se-ão, integralmente ou parcialmente. A realidade futura pode ser um misto de cenários analisados ou de outros não analisados. O propósito da análise realizada, como comentado anteriormente, foi o de atender aos objetivos propostos na pesquisa, identificando como os atores da cadeia interagem.

Por fim, outra delimitação importante apresenta-se em relação ao tempo disponível para realização do trabalho, que é limitado ao período de realização de uma dissertação de mestrado. A delimitação do tempo reflete diretamente no tamanho da amostra coletada, pois quanto mais tempo disponível, mais atores poderiam ser envolvidos, mais locais visitados e mais dados poderiam ser levantados, e por consequência o resultado final do trabalho daria mais robustez ao modelo.

### **3 APRESENTAÇÃO DO ESTUDO E ANÁLISE DE RESULTADOS**

#### **3.1 Artigo 1: Identificação dos Elementos Formadores da Cadeia de Produção de Etanol: Um Estudo Sobre Variáveis e Atores de uma Cadeia de Biocombustíveis Baseada em Regime Associativo e Pequenas Propriedades de Agricultura Familiar**

Este artigo foi submetido para a revista *Renewable and Sustainable Energy Reviews* e representa a entrega do primeiro objetivo desta pesquisa. As referências utilizadas no artigo são apresentadas de forma unificada com outras referências no final deste volume.

##### **Resumo**

Os Biocombustíveis apareceram como uma alternativa à necessidade de geração de energia limpa, fruto do surgimento de uma consciência de que o modelo de econômico baseado em combustíveis fósseis ainda conduz ao colapso da estrutura econômico-ambiental. Neste tema o Brasil desempenha um papel pioneiro, dado que, desde a década de 70, pesquisas nesta área desenvolveram uma estrutura de produção de etanol combustível, reconhecida mundialmente e que serve de modelo para outras cadeias emergentes nesta área. O Estado Rio Grande do Sul insere-se no contexto de produção com características peculiares: concentração de pequenas propriedades de cunho familiar, diferenciando o modelo de produção dos estados produtores do centro do País; zoneamento agrícola que assegura a produção de cana e outros cultivares; e maciço desbalanceamento entre demanda e oferta de etanol no estado. No entanto, essa cadeia de produção ainda não se desenvolveu. O presente trabalho busca identificar quem são os atores que compõem esta cadeia e quais variáveis endógenas e exógenas exercem influência sobre a dinâmica deste sistema complexo, evidenciando os elementos político, econômico, social, tecnológico, ecológico e legal. A pesquisa foi desenvolvida com base na compilação de referências bibliográficas e técnicas e em entrevistas com sete especialistas no tema. O conjunto de informações deu origem a um mapa de dinâmica de sistemas, apresentando os principais atores dessa cadeia peculiar, seus relacionamentos, e as principais variáveis que influenciam o sistema. Os autores também esperam contribuir com a literatura sobre o tema, apresentando elementos relevantes para a compreensão sobre a necessidade de um modelo diferenciado de cadeia quando da presença de pequenos produtores baseados em agricultura familiar.

Palavras-chave: etanol, agricultura familiar, cadeia de produção, sustentabilidade, competitividade.

Identification of the formation drivers of ethanol production chains:  
a study of variables and actors in a system based on associative production  
and family farming

## Abstract

Biofuels appeared as an alternative to the need for clean power generation, due to the emergence of an awareness that the prevailing economic model based on fossil fuels still leads to the collapse of the economic and environmental structure. In this subject Brazil plays a leading role, given that since the 70s, research in this area have developed a structure of production of ethanol fuel recognized worldwide and which serves as a model for other emerging chains in this area. The state Rio Grande do Sul is within this context of production with specific characteristics: concentration of small family farms, differentiating itself from the production model of the major producing states in the center of the country; agricultural zoning that ensures the production of sugarcane and other crops; and massive imbalance between demand and supply of ethanol in the state. However, this supply chain has not yet developed. This study aims to identify who are the actors that make up this chain and which endogenous and exogenous variables exert influence on the dynamics of this complex system, highlighting the elements political, economic, social, technological, environmental and legal. The survey was developed based on a compilation of references and techniques and interviews with seven experts on the subject. The set of information has given rise to a map of dynamic systems, presenting the main actors of this peculiar chain, their relationships, and the key variables that influence the system. The authors also hope to contribute to the literature on the subject, presenting relevant for the understanding of the need for a differentiated model of chain when the presence of small producers based on family farming.

Keywords: ethanol, family farming, production chain, sustainability, competitiveness.

## 1. INTRODUÇÃO

Com a assinatura do protocolo de Quioto em 1997, a busca por soluções que reduzam a dependência do homem por combustíveis fósseis tem sido tema de interesse mundial, motivado por dois vieses antagônicos entre si. O primeiro diz respeito à questão econômica visto que o modelo econômico mundial tem uma forte dependência do Petróleo. Motores de combustão interna, embalagens para as mais variadas aplicações, componentes para indústria e utensílios domésticos em geral, são exemplos de produtos oriundos de cadeias de produção estabelecidas sob o paradigma de uso de derivados de petróleo. Não há consenso sobre quanto tempo esta fonte de energia durará, contudo pesquisas apontam uma redução no número de novas bacias de produção descobertas nos últimos anos, tornando o petróleo mais escasso e caro (CAMPBELL, 1998). O acesso a fontes de petróleo em ambientes menos acessíveis, como o pré-sal e outras jazidas em oceano profundo também indica um cenário de pressão por elevação dos custos de produção dessa fonte de energia fóssil (MME, 2007).

O segundo viés diz respeito a questões de meio ambiente. Um estudo apresentado pelo Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2011), principal organismo de avaliação das mudanças climáticas estabelecido pela Organização das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), com objetivo de fornecer ao mundo o atual estado das mudanças do clima e suas potencialidades ambientais

e socioeconômicas, avaliou 160 cenários possíveis. Este trabalho foi assinado por mais de 120 pesquisadores de todo o mundo, dentre eles 24 brasileiros. Das projeções realizadas, a avaliação mais otimista prevê que a participação de energias oriundas de fontes renováveis na matriz energética mundial passaria de 12,9% em 2011, para 77%, até 2050 (IPCC, 2011).

Os resultados desta mudança de cenário, segundo os pesquisadores, reduziriam em 33% as emissões de gases de efeito estufa e ajudaria a manter a elevação da temperatura global abaixo de 2° C, o que é considerado pela comunidade científica o prognóstico mais favorável em termos de manutenção das condições climáticas atuais sem maiores riscos dos efeitos catastróficos do aquecimento global previstos pelos cientistas caso nada seja feito. O mesmo relatório (IPCC, 2011) coloca o Brasil em destaque, pois segundo apontado no estudo, hoje, aproximadamente 45% da energia utilizada no País é oriundo de fontes renováveis podendo chegar a 80% em 2050, se houver apoio de políticas públicas para a pesquisa e investimentos.

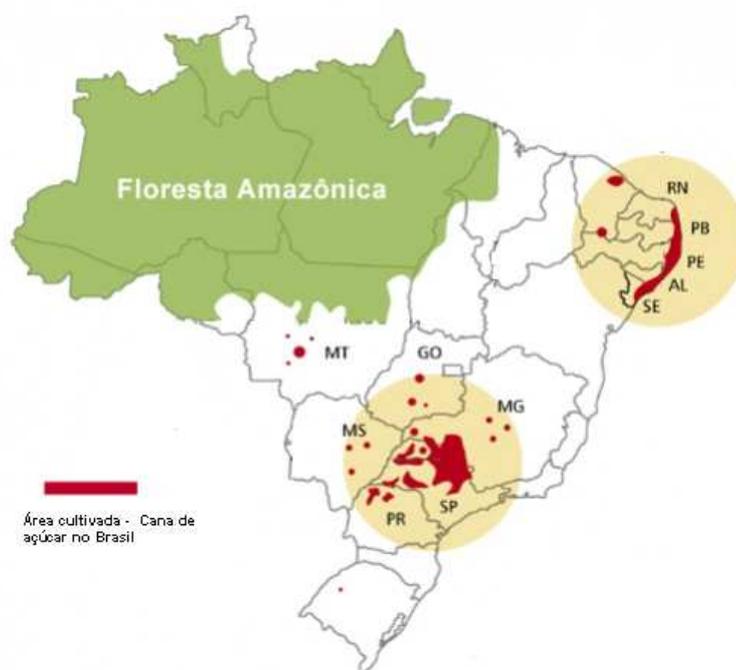
Conforme o relatório de projeções para matriz energética 2030, publicado pelo Ministério das Minas e Energia, o Brasil tem por estratégia ampliar sua matriz energética através de uma estrutura de múltiplas fontes energéticas, tais como hídrica, eólica, solar, nuclear, biocombustíveis e petróleo (MME, 2007). Os esforços destinados à pesquisa do etanol são elementos fundamentais neste contexto. Os trabalhos variam desde pesquisa no desenvolvimento de novos processos de extração, melhoria genética de plantas desenvolvimento de novas fontes de obtenção (PETROBRAS, 2012).

A experiência brasileira com o etanol teve seu primeiro grande impulso na década de 70 com a criação do Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL) após sucessivos aumentos do preço do barril de petróleo no mercado internacional e que acabaram aumentando o custo de importação desta matéria-prima. Atualmente o Brasil é referência mundial em etanol produzido de cana de açúcar. Na safra 2012/2013 foram produzidos 23,62 bilhões de litros (CONAB, 2013). Esta produção foi obtida a partir de 588.915 milhões de toneladas de cana de açúcar cultivadas em 84.434,3 mil hectares distribuídos em várias regiões do Brasil, conforme apresentado na Figura 1, destacando-se o Estado de São Paulo com 52,6% deste total.

Em contrapartida, em 2011, o Rio Grande do Sul produziu 6,58 milhões de litros de etanol, enquanto as vendas de etanol totalizaram 802,76 milhões de litros, ou seja, menos de 1% da demanda regional está sendo atendida (ANP, 2012). Nesse mesmo ano, a demanda por esse biocombustível virtualmente dobrou com o início da operação de uma unidade de produção de “plásticos verdes” (polietileno e polipropileno), produzido a partir do etanol. No

mesmo ano, o consumo de etanol estimado para esta finalidade foi de 480 milhões de litros (BRASKEM, 2012), o que representa quase 5% de todo etanol produzido no Brasil.

**Figura 1. Mapa do plantio de Cana de açúcar no Brasil**



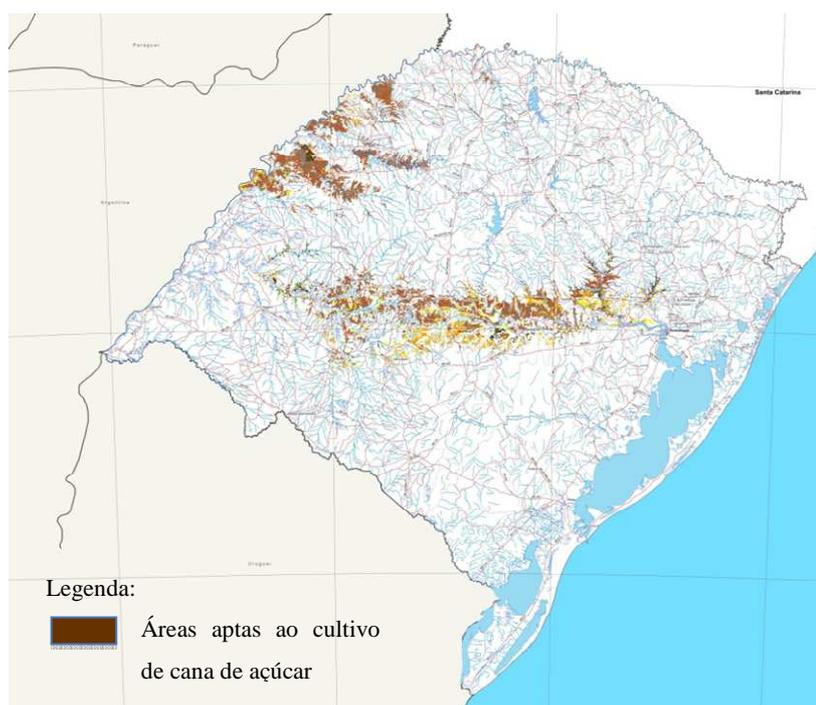
**Fonte: UNICA (2012)**

Por outro lado, a produção gaúcha de etanol praticamente não sofreu alteração nos últimos anos, conforme apresenta a Tabela 1. Até 2009 não havia zoneamento agrícola que apoiasse o plantio da cana de açúcar no Estado, impedindo os produtores de disporem de benefícios à produção tais como linhas de crédito especiais e, principalmente, o acesso ao programa de subvenção ao prêmio do seguro rural (PSR) criado através da lei N° 10.823/2003. Este programa oferece subsídios para a contratação do seguro que protege o agricultor contra eventuais quebras de safra, garantindo assim que até 70% do valor investido na safra seja ressarcido. Em 2009, foi publicada a portaria 54 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (EMBRAPA, 2009), definindo o zoneamento agrícola da cana de açúcar no Estado, foram definidos tipos de solo, períodos do ano aptos ao plantio e cultivares recomendados (MAPA, 2009). Com isso 182 municípios foram inclusos no mapa de produção de cana para produção de etanol no estado do Rio Grande do Sul, principalmente nas regiões Noroeste, oeste, Vale do Rio Uruguai e depressão central, conforme indicado na Figura 2.

**Tabela 1: Produção de Etanol por Regiões**

Grandes Regiões e Unidades da Federação	Produção de etanol anidro e hidratado (mil m <sup>3</sup> )									
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Região Norte	30,32	39,39	47,53	47,51	75,88	47,66	55,67	51,73	59,71	169,86
Região Nordeste	1.518,28	1.505,23	1.675,49	1.695,56	1.572,56	1.901,72	2.371,62	2.210,50	1.822,89	1.938,53
Região Sudeste	8.551,82	9.786,64	9.948,40	11.154,24	12.478,67	15.782,23	19.212,33	17.676,39	18.860,06	14.208,83
Região Sul	974,95	1.209,45	1.178,31	995,67	1.308,24	1.923,23	1.906,00	1.901,26	1.746,03	1.405,64
Região Centro-Oeste	1.513,27	1.929,26	1.797,52	2.146,91	2.328,92	2.902,06	3.587,57	4.263,22	5.714,73	5.169,65
Brasil	12.588,62	14.469,95	14.647,25	16.039,89	17.764,26	22.556,90	27.133,19	26.103,09	28.203,42	22.892,50
Rio Grande do Sul	<b>6,41</b>	<b>6,05</b>	<b>4,82</b>	<b>3,34</b>	<b>5,50</b>	<b>7,00</b>	<b>6,32</b>	<b>2,46</b>	<b>5,81</b>	<b>6,58</b>

Fonte: ANP (2012)

**Figura 2. Zoneamento agrícola para cana de açúcar no RS**

Fonte: EMBRAPA SOLOS (2012)

Em 2012, o governo do Estado do Rio Grande do Sul lançou o Programa Setorial de Biocombustíveis, no qual são sugeridas ações que vão desde a qualificação de mão de obra, ações de P&D, incentivos fiscais a instalação de usinas de Produção de Etanol e apoio a agricultura familiar (SDPI, 2012) que pretendem fomentar a cadeia no Estado até 2016.

Mesmo com este cenário favorável ao desenvolvimento da cadeia, na prática o quadro é de estagnação. Em 2003 a área destinada a cana de açúcar no Rio Grande do Sul era de 32,17 mil ha, e, em 2011, esta área era de 32,69 mil ha, o que representa um aumento de cerca de 1,6% em 8 anos. Este aumento é inexpressivo se comparado ao aumento da área destinada à cana de açúcar na região centro-sul, principalmente São Paulo e Paraná, onde este incremento foi na ordem de 49%, conforme apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2: Área destinada ao plantio de cana de açúcar por Regiões**

ESTADO/SAFRA	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Variação %
Rio Grande do Sul	32.170	31.933	32.570	33.277	35.767	36.779	36.688	35.970	32.694	1,60%
Região Centro-Sul	4.248.843	4.479.911	4.663.630	5.234.211	5.870.467	6.905.380	7.610.340	7.895.289	8.336.225	49,03%
Região Norte-Nordeste	1.128.373	1.153.789	1.151.521	1.158.635	1.216.384	1.305.497	1.235.493	1.269.467	1.280.390	11,87%
Brasil	5.377.216	5.633.700	5.815.151	6.392.846	7.086.851	8.210.877	8.845.833	9.164.756	9.616.615	44,08%

**Fonte: IBGE (2012)**

Como resultado, reforça-se uma situação de desnivelamento que merece estudos mais aprofundados: de um lado, o Estado importa praticamente todo o etanol necessário para atender a demanda local, apresentando condições ambientais e contextuais para o desenvolvimento de uma cadeia de produção. Por outro lado, mesmo com condições assumidas de impulsionar o desenvolvimento da cadeia existente, essa não se consolida e permanece estagnada. Questiona-se, portanto, quais os elementos necessários para a sustentabilidade e a competitividade da cadeia de etanol no Estado, sem, no entanto, tentar implantar um modelo de produção patronal, largamente difundido nas demais regiões do Brasil e baseado em grandes propriedades, diverso do perfil de propriedade nas zonas mapeadas localmente. A vocação do Estado para a agricultura familiar necessita ser considerada neste contexto, pois se trata de um sistema complexo, onde vários atores estão inter-relacionados (KUIAWINSKI, 2008). O entendimento destas inter-relações pode ser obtido pela construção de modelos sistêmicos que servirão de base para proposição de ações de desenvolvimento da cadeia do etanol no Estado considerando aspectos de sustentabilidade e competitividade. O presente trabalho pretende contribuir no entendimento desta realidade, através da identificação dos principais atores e variáveis que compõem esta cadeia de produção, baseando-se em uma análise das dimensões política, econômica, social, tecnológica, ecológica e legal (STEEPL), conforme preconizado por Van Der Heidjen (2004).

Além disso, busca identificar as inter-relações relevantes e que determinam a dinâmica deste sistema, possibilitando o entendimento e a construção de uma consciência sobre a realidade atual dessa cadeia no Estado, conforme preconizado por Sterman (2000).

O artigo segue-se apresentando uma breve descrição dos elementos metodológicos aplicados na pesquisa. A partir de então são apresentados os elementos referenciais ao trabalho, combinados com as interpretações obtidas para a caracterização da cadeia, os principais atores que a compõem e o mapa de relacionamentos entre estes atores. Posteriormente, apresenta a caracterização das principais forças motrizes deste sistema aplicando a lógica de planejamento de cenários. Por fim, serão apresentadas as discussões e principais considerações oriundas do processo de pesquisa.

## **2. METODOLOGIA**

A presente pesquisa foi realizada combinando coleta de dados qualitativos e quantitativos de referências bibliográficas e técnicas, e entrevistas com especialistas. A esse levantamento bibliográfico e de campo seguiu-se o tratamento destes dados através da lógica de planejamento de cenários propostos por Van Der Heijden (2004).

O trabalho iniciou com a coleta de dados qualitativos e quantitativos através de pesquisa bibliográfica, com objetivo de gerar uma massa de conhecimento para promover uma apropriação dos conceitos básicos que compõem a temática, além de contextualização da situação de interesse, a compreensão do nível de realidade. Como fonte bibliográfica dos dados qualitativos utilizou-se artigos acadêmicos, nacionais e internacionais, que tratam da temática da produção etanol, agricultura familiar, e outros na mesma linha de pesquisa. As palavras-chave procuradas foram: biocombustíveis, etanol, agricultura familiar e energias renováveis. O período de busca de informações foi limitado aos últimos 5 anos, excetuando-se documentos e marcos legais anteriores a essa janela temporal. Outras fontes utilizadas foram livros que tratam principalmente da metodologia de pesquisa que foi aplicada, teses e dissertações de mestrado e doutorado sobre o tema em estudo, além de pesquisas na Internet sobre notícias e boletins técnicos recentes sobre o tema. Para coleta de dados quantitativos também foram utilizados dados estatísticos de fontes reconhecidamente idôneas, como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Fundação Estadual de Estatística (FEE), Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), secretarias e câmeras setoriais estaduais e federais para biocombustíveis, entidades

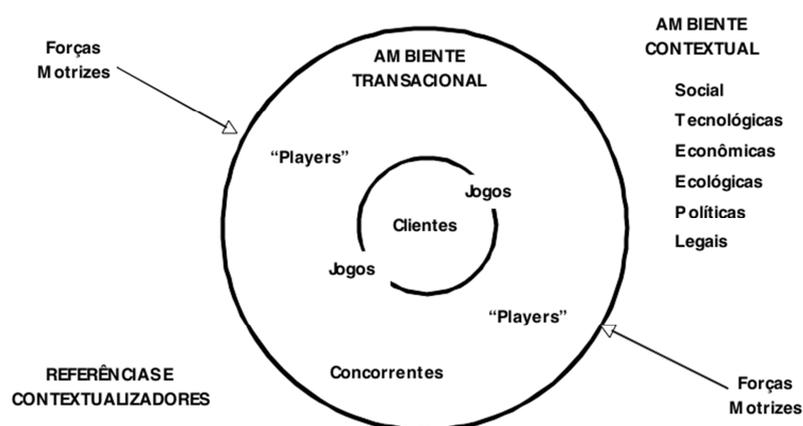
representativas como a União das Indústrias da Cana-de-açúcar (UNICA), Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), centros de pesquisa e assistência técnica como Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), além de trabalhos desenvolvidos na área de biocombustíveis em universidades. Em paralelo à pesquisa bibliográfica, o método utilizado combinou encontros periódicos de curta duração com uma equipe de pesquisa. Em cada reunião foram realizadas apresentações e análises de dados já obtidos, bem como discutidos os encaminhamentos e passos seguintes da pesquisa. Durante as reuniões, a equipe lançou mão de recursos de audiovisuais, registrando, através de imagens e gravações de áudio, as discussões realizadas para posterior resgate do conteúdo sempre que necessário. Ao final desta etapa foram identificados os principais atores que constituem a cadeia de produção de etanol e pontos a serem refinados.

Para a coleta de informações de especialistas elaborou-se um roteiro para aplicação de s semi-estruturadas, de forma a possibilitar ao entrevistado fornecer aspectos que não estão relacionados no roteiro prévio, mas que podem ser relevante à pesquisa. Essa flexibilidade permite ao entrevistador explorar questões levantadas por espontaneidade do entrevistado (RYAN et al., 2009). Para aplicação da entrevista foram selecionados sete especialistas com reconhecida expertise no tema ou nos atores identificados nas etapas anteriores. Os critérios de seleção foram: nos últimos 5 anos ter o mínimo de 3 anos de atuação no tema através de atuações representativas nas áreas de pesquisa, desenvolvimento, ou ação governamental no Estado; representação dos principais elos da cadeia de produção ou de suporte no Estado. As entrevistas foram gravadas e posteriormente transcritas para realização da análise de conteúdo e triangulação com os demais dados coletados.

A partir desta compilação os dados foram analisados e agrupados segundo o método de planejamento de cenários proposto por Van Der Heijden (2004), que busca tratar a complexidade de ambientes de interação entre atores por meio da construção de macro cenários. Esses se prestam a preparar o analista para possíveis eventos que possam impactar tanto de forma positiva como negativa seus objetivos e metas. Van Der Heijden (2004) afirma ser preciso uma boa adequação entre a organização e o mundo que a cerca. Complementar à visão de Van Der Heidjen (2004), Schwartz (2004) sugere o uso de cenários baseados em forças motrizes capazes de influenciar os fatores-chave responsáveis pelo êxito ou fracasso das estratégias e decisões tomadas pelos gestores. Estas forças podem ser divididas em elementos pré-determinados, nos quais apresenta uma tendência e incertezas críticas, nas quais se acredita na possibilidade de sua ocorrência, mas não se sabe quando ocorrerá ou

mesmo se ocorrerá. Van Der Heijden (2004) propõe também analisar estas forças considerando seu ambiente de atuação. O ambiente transacional é aquele onde o sistema em estudo é um participante significativo, influenciando os resultados e ao mesmo tempo sendo influenciados. O ambiente contextual é mais amplo e diz respeito aos limites daquilo que a organização pode fazer e onde ela tem uma influência limitada. O autor sugere que, uma vez selecionados os ambientes de atuação, cada conjunto de variáveis deve passar por um processo de agrupamento/vinculação, que pode seguir um esquema de categorização STEP ou STEEP, que relaciona as variáveis em dimensões Social, Tecnológica, Econômica, Ecológica e Política. Contudo o autor alerta para não haver um rigor nesta classificação, podendo haver inserção de outras dimensões relevantes identificadas. Como sugerido por Van Der Heijden (2004), o trabalho considerou a inclusão de mais uma dimensão para classificação das forças motrizes, aqui chamada de dimensão Legal, conforme mostra a Figura 3. O produto desta análise é uma matriz de variáveis contextuais que busca responder ao questionamento apresentado no início deste artigo e contribuir para o melhor entendimento dos elementos formadores da cadeia de produção de etanol no estado.

**Figura 3: Ambientes de negócio**



Fonte: Adaptado de Van Der Heijden (2004)

### 3. CARACTERIZAÇÃO DA CADEIA DO ETANOL NO RIO GRANDE DO SUL

Segundo Castro (2000), uma cadeia produtiva é um conjunto de componentes interativos, incluindo os sistemas produtivos, fornecedores de insumos e de serviços (industriais, de processamento e transformação), agentes de distribuição e comercialização, além de consumidores finais. Para Batalha (1997), uma cadeia produtiva é definida a partir da identificação de determinado produto final e do encadeamento das várias operações técnicas, comerciais e logísticas, de jusante a montante, necessárias à sua produção. Este conceito deriva da idéia de sistemas abertos proposta por Batalha (1995), onde o estudo de um sistema de produção agroindustrial é centrado na relação entre seus organismos (partes integrantes) e seu meio ambiente.

Batalha (1995) divide uma cadeia de produção agroindustrial em três macro segmentos, que podem não ter seus limites tão claramente definidos, podendo variar de acordo com o tipo de produto e tipo de análise: a produção de matérias primas, que representa as empresas que fornecem matérias-primas para outras empresas para a produção de produto final (agricultura, pecuária, pesca, agricultura, etc.); a industrialização, que representa as empresas responsáveis pelo processamento de matérias-primas em produtos finais; e o consumidor.

Do ponto de vista de componentes e fluxos, Castro (2000) distingue o mercado consumidor (composto pelos indivíduos que consomem o produto final e que pagam por ele), a rede de atacadistas e varejistas, a indústria de processamento e transformação do produto, as propriedades agrícolas (com seus diversos sistemas produtivos agropecuários) e os fornecedores de insumos (adubos, defensivos, implementos agrícolas, etc.). O mesmo autor considera que esses componentes estão relacionados a um ambiente institucional (leis, normas e instituições normativas) e a um ambiente organizacional (instituições de governo, de crédito, etc.), que em conjunto, exercem influência sobre os componentes da cadeia e sobre o seu desempenho como um todo.

Pires (2001) propõe considerar que uma cadeia produtiva é composta por dois níveis: a cadeia principal e a cadeia auxiliar. Na principal, as atividades são diretas e vinculadas ao seu objetivo principal, enquanto a auxiliar realiza atividades indiretas e de suporte, interagindo dinamicamente com a cadeia principal e proporcionando tudo aquilo que é necessário para executar sua atividade-fim. Todas estas abordagens reforçam a idéia de que uma cadeia produtiva agroindustrial apresenta características de um sistema dinâmico complexo com interações e inter-relacionamentos que variam muito em resposta às influências externas, para fins de construção do conceito de cadeia regional de produção, este trabalho baseou-se no conceito de Pires (2001) quanto ao mapeamento da cadeia. Considerada

essa perspectiva, torna-se importante que os mecanismos de coordenação sejam suficientemente robustos para serem capazes de integrar todas as partes interessadas para agregar valor e eliminar as perdas nas cadeias de produção (VACCARO et al., 2010).

No entanto, para a integração dos elementos formadores da cadeia produtiva é preciso um alinhamento estratégico. Definir formas de facilitar a convergência das estratégias corporativas e a estratégia de cadeia é equivalente a preparar um plano estratégico para a cadeia em sua totalidade (BATALHA, 1995). O produto final deste processo é a harmonização das intenções estratégicas de cada participante da cadeia, facilitando ações que permitam formar alianças estratégicas com a implementação de acordos, preservando espaços individuais dentro da cadeia. A cadeia do etanol no RS pode ser representada por uma estrutura de relacionamentos complexos, formada por vários atores que interagem entre si. Para uma correta compreensão destas relações e suas interligações, primeiramente necessita-se buscar as variáveis que regem este universo.

Ao longo do tempo as relações podem mudar, dependendo do cenário global que se apresenta motivado pelo caráter dinâmico do sistema. Aqueles elementos que se apóiam em um dado momento podem representar forças contrárias em outro. Situações de convergência podem deteriorar-se, gerando-se impasses que podem resultar em conflitos e comprometer todo o sistema, tornando-o ineficiente, ou até mesmo deflagrar sua falência. Assim, a compreensão das razões pelas quais diferentes atores tomam certos cursos de ação permite que a busca de soluções ou de consenso, a fim de eliminar ou reduzir os potenciais conflitos ou impasses (VACCARO et al., 2010).

### **3.1. A Cadeia Principal**

A cadeia principal de etanol é constituída por atores que participam diretamente no fluxo de sua produção. Inicialmente aparecem os agricultores, responsáveis pela produção da matéria-prima que abastecem as usinas.

O Estado do Rio Grande do Sul possui uma área cultivada de aproximadamente 32,6 mil ha (IBGE, 2012). Desse total, 10 mil ha são destinados para aproveitamento comercial. O restante é utilizado para uso doméstico, alimentação animal, adubo ou como matéria-prima para a fabricação de açúcar e álcool, rapadura, açúcar mascavo e cachaça (ALE-RS, 2007). No que se refere à produção de etanol, a maioria da área cultivada está localizada na região Noroeste do Estado, onde se destaca o município de Porto Xavier. Nesse município encontra-se instalada a usina da Cooperativa dos Produtores de Cana Porto Xavier Ltda.

(COOPERCANA), única usina de produção de pequeno porte em operação no estado (KUIAWINSKI, 2008).

Relativamente ao perfil de propriedade, o Rio Grande do Sul destaca-se pelo número de unidades de agronegócio familiar. Em 2004, o PIB do agronegócio familiar nacional atingiu a cifra de R\$ 181 bilhões, dos quais, aproximadamente 44%, ou R\$ 80 bilhões, estavam concentrados na região Sul e, destes, metade estava no Rio Grande do Sul, totalizando R\$ 40 bilhões (NEAD, 2006). Esta característica deixa o estado em desvantagem no mapa dos produtores de etanol do Brasil, uma vez que a maioria dos estados produtores é sustentado por um modelo de lavouras patronais, de grande capacidade produtiva que alimentam usinas de grande porte. A discussão sobre as vantagens e desvantagens de diferentes configurações de cadeia de produção de etanol não é recente. Desde a criação do PROÁLCOOL, no final da década de 70, o tema do modelo ou sistema de produção de etanol para uso combustível tem sido discutido à exaustão (PRETTO, 2009). Na configuração do Rio Grande do Sul, 95% das propriedades rurais da Fronteira Noroeste, em 1995, possuíam até 50 hectares, sendo que os demais 5% eram propriedades de 51 a 5.000 hectares. Além disso, as propriedades com até 20 hectares representavam 75% deste total (KUIAWINSKI, 2008).

Uma das principais diferenças da cadeia de produção gaúcha é o perfil cooperativo. Desta forma o mesmo indivíduo exerce mais de uma atividade econômica dentro da cadeia do processo de produção de etanol. O plantio, manejo da cana e transporte da cana de açúcar até a usina é feito, na maioria das vezes, pelo próprio agricultor, à exceção da mão de obra utilizada na colheita, sendo essa contratada, conforme ilustram os dados apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3: Dados gerais coletados referentes aos produtores de cana para produção de etanol**

Número de famílias de produtores	323
Numero de trabalhadores da usina	82
Tamanho médio das famílias	3 - 4 pessoas
Menor propriedade	2 ha-14 ha
Maior propriedade	12,5 ha-100 ha

Fonte: IEL (2011)

A Tabela 3 mostra outra característica importante da estrutura fundiária da região: as propriedades agrícolas que são cooperativadas da usina atualmente em operação destinam parte da área da propriedade (cerca de 12% a 14%) para a produção da cana, além de atender outras características de uma propriedade familiar como número de componentes do grupo, conforme os critérios estabelecidos pela FAO/INCRA (1994). Segundo os mesmos critérios, o modelo familiar apresenta relação íntima entre trabalho e gestão, direção do processo produtivo conduzido pelos proprietários, ênfase na diversificação produtiva e na durabilidade dos recursos e na qualidade de vida, utilização do trabalho assalariado em caráter complementar e a tomada de decisões imediatas ligadas ao alto grau de imprevisibilidade do processo produtivo (FAO/INCRA, 1994). Complementarmente, Fauth (2008) considera a agricultura familiar como sendo a estrutura produtiva agrícola baseada na utilização de mão-de-obra familiar, que tem, na exploração agrícola, o local de moradia, e a maior parte da sua renda, agrícola ou não, provém das atividades desenvolvidas no estabelecimento, independentemente de sua extensão de área.

A lei número 11.326 de 2006 (BRASIL, 2006), estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Nela está definido que para um estabelecimento ser classificado como agricultura familiar, deve ter área menor ou igual quatro a módulos fiscais, utilizar predominantemente mão-de-obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento, ter percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento e dirigir seu estabelecimento ou empreendimento com sua família.

Além do tamanho das propriedades, outra característica da agricultura familiar é o modelo integrado de produção onde uma mesma propriedade possui mais de uma cultura instalada, diversificando a renda do agricultor e contribuindo para a produção de alimentos para consumo da própria família, conforme mostra a Tabela 4.

**Tabela 4: Produção agrícola da Região Noroeste no ano de 2010**

Produto	Área Plantada (ha)
Soja	186.100
Milho	91.065
Trigo	62.860
Mandioca	6.477
Cana	2.045
Feijão	785
Batata doce	487

**Fonte: FEE (2012)**

Outro aspecto destacado no estudo sobre produção de etanol (IEL, 2011) é o caráter manual do manejo da cana fruto do elevado custo de aquisição e de problemas associados à topografia local. O baixo nível de mecanização foi apontado pelo relatório como um dos fatores mais impactantes no rendimento de produção de etanol nas usinas, pois junto ao colmo da planta são agregados elementos como a palha, resíduos de queima e terra.

Seguindo no mapa da cadeia principal encontram-se os produtores abastecendo, com sua colheita de cana de açúcar, as Usinas de Etanol do Estado. Segundo dados do SDPI (2012), o Rio Grande do Sul possui uma usina de pequeno porte em operação, além de outras 18 micro usinas para produção e consumo de etanol nas próprias unidades agrícolas, totalizando uma produção de 6,58 milhões de litros de etanol. A título de unidade produtiva pode-se considerar apenas a usina conhecida por COOPERCANA que se encontra sediada no município de Porto Xavier, com 320 associados. Desse total, 98% dos associados são pequenos agricultores com propriedades variando entre 1 e 100 hectares, sendo 87% das propriedades menores de 20 hectares (KUIAWINSKI, 2008). Existem ainda projetos como o da empresa Norobios, no município de São Luis Gonzaga, mas que ainda se encontravam em fase de aprovação de projeto durante a realização da pesquisa (SDPI, 2012).

Toda a produção de etanol para uso como combustível é vendida para distribuidores ou para a REFAP (Refinaria Alberto Pasqualini), em atendimento a Portaria ANP n.116/2000, de 5 de julho de 2000, que obriga a venda de todo o etanol combustível produzido no mercado interno às distribuidoras (ANP, 2009). Somente estas distribuidoras podem comercializar o etanol com redes revendedoras, clientes comerciais e varejo. Isso lhes confere poder de

legitimidade no canal sobre produtores e revendedores, já que esses membros não podem negociar diretamente entre si.

Há ainda o etanol destinado à indústria química e álcoolquímica que tipicamente não recebe processo especial de produção na usina, sendo tratado diferenciadamente apenas por uma questão de nicho mercadológico. Este produto pode ser comercializado pela usina diretamente para a indústria química, clientes comerciais nacionais ou internacionais.

### **3.2. A Cadeia Auxiliar**

A cadeia auxiliar é composta por atores os quais, apesar de não atuarem diretamente na produção do etanol, constituem elementos apoiadores da cadeia, seja através de atividades econômicas, de pesquisa, de serviços ou como entidades associativas. Constituem esta cadeia os transportadores, centros de extensão rural, Uniões rurais, centros de pesquisa, instituições financeiras e fornecedores de equipamento e insumos para agricultura e usinas.

Quanto ao transporte, observa-se que o elo de transporte entre campo e usina é tipicamente realizado pelos próprios produtores, dado a característica familiar da produção rural e cooperativada da produção de etanol vigente no momento da pesquisa. Além desses, atuam transportadores de insumos e transportadores do etanol produzido pela usina ao distribuidor e deste aos postos.

Ainda na fase de produção da cana aparecem os fornecedores de máquinas e implementos agrícolas. A mecanização tem um papel importante dentro da melhoria de produtividade. Segundo estudo do IEL (2011) os principais problemas enfrentados pela COOPERCANA em relação à produção da cana concentram-se na etapa do seu corte. Em todos os núcleos são apontados problemas relacionados à falta de mão de obra para o corte. Há uma rotatividade nesta atividade o que traz, por consequência, um despreparo deste profissional e má execução do corte, resultando em perdas. No ano de 2010, por exemplo, alguns cortadores não removeram a ponta da cana, causando problemas para a produção de etanol e desvalorizando a cana entregue na Usina (IEL, 2011).

Há ainda os fornecedores de equipamentos e insumos para as usinas, que contribuem com a modernização e aplicação da capacidade instalada de produção. Associadas também a este elo, as instituições financeiras têm a função de promover incentivos financeiros através de linhas de crédito e programas especiais gerados a partir de políticas públicas, principalmente aquelas destinadas ao fomento da cadeia têm um papel relevante tanto para compra de equipamentos, e insumos para produtores e usinas, servindo aceleradores

econômicos da cadeia. Em um nível mais estratégico observam-se as uniões rurais como, por exemplo, a UNICA, que representa o setor produtivo da cana no Brasil (UNICA, 2012).

Por fim encontram-se os centros de pesquisa e de extensão rural. Os centros de pesquisa são atores chave dentro da cadeia, atuando em várias linhas de pesquisa que vão desde melhoria genética para o aumento da produtividade agrícola, melhoria de solos e processos de produção de etanol. Aqui também se encontra pesquisas de novas matérias primas, como arroz, celulose, e outras fontes de amido. Linhas de pesquisa em enzimas também aparecem como promissoras. Como representantes deste ator, destacam-se a EMBRAPA Clima Temperado, além de universidades espalhadas pelo Brasil que atuam de forma integrada através da RIDESA (Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro). Segundo relatório do IEL (2011), a EMBRAPA também desenvolve projeto de pesquisa na região objetivando identificar cultivares com alta resposta produtiva e sanitária. No âmbito da assistência técnica rural a melhor representação deste ator no Estado pode ser atribuída à EMATER e à FEPAGRO. Estas entidades cumprem um papel importante no desenvolvimento da cadeia, pois, cabe a elas ajudar os produtores disseminar o conhecimento desenvolvido nos centros de pesquisa, auxiliar o agricultor a promover melhoria em seu manejo de culturas e auxiliar a própria agregação de valor principalmente do ponto de vista da agricultura familiar. Contudo considerando a cadeia de produção de etanol, ainda há lacunas que necessitam ser preenchidas. Conforme os dados levantados, atualmente a figura responsável por disseminar conhecimento técnico e de manejo da cultura da cana-de-açúcar é o agrônomo da própria usina, prestando assistência técnica aos agricultores cooperativados. Nenhuma entidade de assistência técnica, governamental ou não, declarou visitar pequenas propriedades rurais com frequência, com foco nas lavouras de matérias primas para etanol (IEL, 2011).

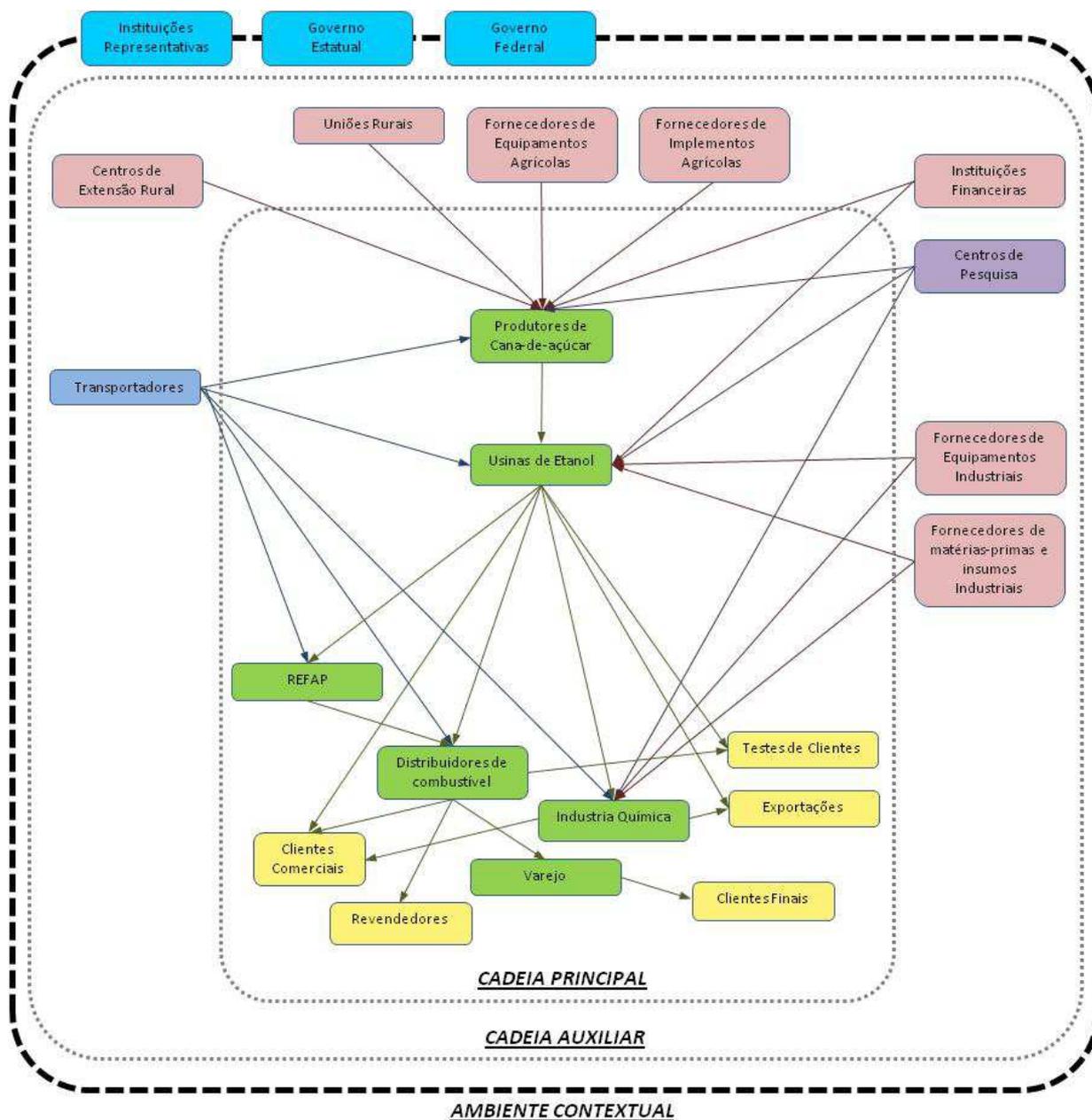
#### **4. ELEMENTOS FORMADORES DA CADEIA DE PRODUÇÃO: ANÁLISE DO AMBIENTE CONTEXTUAL**

Toda a cadeia está inserida dentro de um contexto socioeconômico que exerce influência sobre cada um dos atores integrantes do sistema. Políticas públicas, leis e regulamentações fazem parte deste contexto. Aqui se mostram agentes que de fato não atuam diretamente nas cadeias principal e auxiliar, contudo influenciam diretamente nas tomadas de decisão dos atores do sistema. Neste ambiente podem-se identificar o Governo Estadual e o Federal atuando através de políticas públicas que visam promover o desenvolvimento econômico e social. A partir de ações como programas de crédito para agricultura familiar

para compra de equipamentos e insumos, incentivos fiscais para o aumento da capacidade instalada de usinas, incentivos ao uso do etanol combustível ou na mistura com a gasolina, regulamentação de mercado de etanol através da Agência Nacional do Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP), fomento da pesquisa e desenvolvido em biocombustíveis, tecnologias limpas, ações de mobilização regional, entre outras. Neste sentido esta influencia ganha uma grande importância dentro do desenvolvimento da cadeia. Aliado a isso se apresentam instituições representativas que atuam na mediação entre Governo e atores da cadeia, onde se destacam entidades setoriais como a Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul (FIERGS), através do Instituto Euvaldo Lodi (IEL), e sindicatos representativos.

Como pode ser visto há um grande número de interligações entre os diversos atores da cadeia e que são responsáveis pela dinâmica deste sistema. Como resultado deste conhecimento é possível construir o mapa de relacionamentos da Cadeia de Etanol do Rio Grande do Sul, baseado no conceito de cadeia de produção de Pires (2001), conforme mostra a Figura 4.

Figura 4. Visão simplificada da cadeia de produção de etanol no RS



Fonte: elaborado pelos autores (2012)

Conforme proposto por Van der Heijden (2004), a cadeia é influenciada através das forças motrizes internas, ou transacionais, e externas, ou contextuais. Com o objetivo de desenvolver cenários futuros para análise prospectiva, o agrupamento destas forças no ambiente contextual permite entendimento de como cada uma influencia o sistema. Essas

forças são descritas nas seções seguintes, agrupadas nas dimensões política, econômica, social, tecnológica, ecológica e legal.

#### **4.1. Dimensão Política**

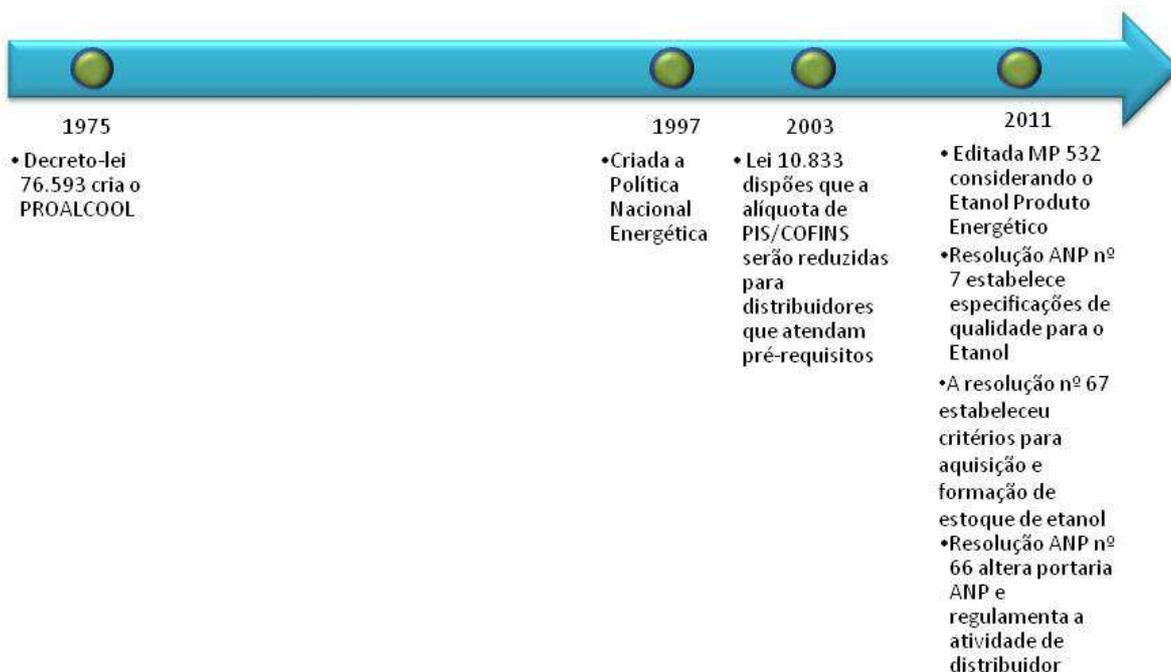
As políticas públicas para o etanol no Brasil tiveram uma projeção nacional com o programa do PROALCOOL criado pelo Decreto-lei 76.593, de 14 de novembro de 1975 (BRASIL, 1975), em resposta aos constantes aumentos no preço do petróleo e que ameaçavam a economia brasileira e também como esforço do então governo militar em gerar independência de fontes energéticas. Contudo, após um período de estagnação do programa nos anos 90, somente em 2011, o governo editou a medida provisória número 532 (BRASIL, 2011), que passou a considerar o etanol um produto energético e não mais agrícola. Além dessa alteração, a medida provisória inseriu o termo “Biocombustíveis”, ou seja, etanol, biodiesel e outros combustíveis produzidos a partir de vegetais, na lei 9.478/97 (BRASIL, 1997) - que criou a Política Energética Nacional -, e na lei 9.847/99 (BRASIL, 1999) - que dispõe sobre a fiscalização das atividades relativas ao abastecimento nacional. Apesar de parecerem pouco significativas, estas mudanças atribuíram à ANP o poder para regulamentar e fiscalizar a produção de etanol no País, constituindo um elo de regulamentação e governança dos demais atores em âmbito nacional. De acordo com o modelo vigente até então, este mercado não possuía qualquer regulamentação ou fiscalização. Com a alteração na legislação, a agência reguladora passou a deter poderes sobre o setor, decidindo inclusive sobre importação e exportação do produto.

A partir desta alteração, a ANP dispôs sobre resoluções importantes na construção de um modelo nacional para produção sustentável de biocombustíveis. Destaca-se a resolução ANP nº 7, de 9.2.2011 - DOU 10.2.2011 – retificada DOU 14.4.2011 (BRASIL, 2011), na qual ficaram estabelecidas as especificações do álcool etílico anidro combustível, ou etanol anidro combustível, e do álcool etílico hidratado combustível, ou etanol hidratado combustível, contidas no Regulamento Técnico ANP nº 3/2011 (BRASIL, 2011), parte integrante desta Resolução, bem como as obrigações quanto ao controle da qualidade a serem atendidas pelos diversos agentes econômicos que comercializem o produto em todo o território nacional. Também ficou vedada a comercialização de etanol anidro combustível e etanol hidratado combustível que não se enquadrassem nas especificações estabelecidas no Regulamento Técnico nº 3/2011 (BRASIL, 2011), parte integrante desta Resolução.

A resolução nº 67, de 09 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011) estabeleceu critérios para aquisição e formação de estoque de etanol anidro. Com isso, o governo federal visava reduzir a flutuação de preços de comercialização decorrentes da característica de sazonalidade dos produtos de origem agrícola. A resolução nº 66, de 09 de dezembro de 2011, alterou a portaria ANP nº 29, de 10 de fevereiro de 1999, e a portaria ANP nº 43, de 22 de dezembro de 2009 (BRASIL, 2011), regulamentando a atividade de distribuição de combustíveis líquidos derivados de petróleo, álcool combustível, biodiesel, mistura óleo diesel/biodiesel especificada ou autorizada pela ANP e outros combustíveis automotivos.

Sob o ponto de vista nacional, questões tributárias também exercem forte influência no desenvolvimento da cadeia produtiva e possuem reflexos das políticas públicas. Além de impostos como a CIDE (Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico), a gasolina e o álcool são tributados com PIS/PASEP (Programa de Integração Social/Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público) e COFINS (Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social). As receitas auferidas pelos produtores com as vendas de álcool para fins carburantes continuam sujeitas à incidência cumulativa da contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS, às alíquotas de 0,65% e de 3%, quando adicionado à gasolina. A lei 10.833, de 29 de dezembro de 2003 (BRASIL, 2003), dispôs, em seu artigo 91, a redução para zero das alíquotas da contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS incidentes sobre a receita bruta decorrente da venda de álcool etílico hidratado carburante, realizada por distribuidor e revendedor varejista, desde que atendidas as condições estabelecidas pelo Poder Executivo. Para fins de ilustração da mudança de prioridade governamental, a Figura 5 apresenta a evolução da política pública relativamente ao etanol.

**Figura 5: Políticas públicas relacionadas ao etanol Combustível**



**Fonte: elaborado pelos autores (2012).**

No âmbito estadual, no ano de 2012, foi apresentada à sociedade, pelo Governo do Estado do Rio Grande do Sul, a nova política industrial do Estado, onde se destaca o programa setorial dos biocombustíveis que, pretende, até 2016, gerar ações de fomento à cadeia de etanol, considerando vários aspectos como educação, tecnologia, políticas sociais, entre outras. Essa tem por objetivo estimular o desenvolvimento dos setores considerados estratégicos para a economia gaúcha, trazendo diversificação da matriz produtiva, inovação e desenvolvimento para o Estado a médio e longo prazo. Um dos setores considerados na nova política industrial é o de biocombustíveis. Segundo o estudo, apresentado pelo Governo do Estado, o desenvolvimento da cadeia do etanol tem potencial para gerar efeitos positivos na economia do Estado, pois a atividade agrega valor à produção agrícola e estimula a diversificação de cultivos nas pequenas e médias propriedades rurais (SDPI, 2012).

Para implementação dessas políticas, alterações na legislação atual foram necessárias. A primeira modificação realizada foi alteração da norma legal que institui e regula o Fundo Operação de Empresas do Rio Grande do Sul (FUNDOPEM/RS), com a atualização desta norma através da aprovação da Lei nº 13.708, de 06/04/2011 (RIO GRANDE DO SUL, 2011), a qual também criou o Programa de Harmonização do Desenvolvimento Industrial do Rio Grande do Sul – INTEGRAR/RS. O objetivo desse programa é propiciar um abatimento incidente sobre cada parcela a ser amortizada do

financiamento concedido pelo FUNDOPEM/RS, incluindo o valor do principal e os respectivos encargos. Dentre as modificações introduzidas pela Lei nº 13.708 (RIO GRANDE DO SUL, 2011), destacam-se as seguintes:

1. Ampliação do benefício com elevação do limite de financiamento para 90% do ICMS incremental, podendo chegar a 100% no caso de cooperativas de produtores;
2. Apoio à implantação de centros de pesquisa e de desenvolvimento tecnológico de empresas que possuem unidade produtiva no Estado, concedendo incentivo financeiro para os investimentos fixos e as despesas com salários e encargos do pessoal alocado exclusivamente no centro;
3. Ampliação dos limites de abatimento do INTEGRAR/RS, enquadrando projetos em todos os municípios por meio de abatimento que varia entre 10% e 90%.

A segunda política de estímulo ao desenvolvimento é o Programa Estadual de Desenvolvimento Industrial (PROEDI), instituído pelo Decreto nº 32.666, de 27/10/1987 (RIO GRANDE DO SUL, 1987), que possui o objetivo específico de apoiar projetos de investimento mediante a concessão de incentivo financeiro na forma de venda de terrenos a preços atrativos, em áreas de propriedade do Estado preparadas com infraestrutura necessária para atividades industriais.

A terceira política é o Programa Gaúcho de Parques Científicos e Tecnológicos (PGTec) que tem como objetivo fomentar o desenvolvimento científico e tecnológico no território do Estado com foco na inovação e na sustentabilidade. Consiste da principal ação do RS Tecnópole, programa este que tem como objetivo principal a articulação das diferentes ações em ciência, tecnologia e inovação, integrando os atores da tríplice hélice – setores públicos, privado e acadêmico. Para atingir este objetivo, a SCIT trabalha com os propósitos de consolidar uma rede de Parques Tecnológicos no Estado, de construir um mapa de competências científico-tecnológicas e de implantar três centros de competitividade em áreas estratégicas para o desenvolvimento local e regional.

Além dessas políticas, existem outras propostas que podem ajudar no desenvolvimento da cadeia do etanol. O Programa de Apoio a Iniciativas Municipais, fundamentado no Decreto n.º 32.666 (RIO GRANDE DO SUL, 1987), o mesmo que instituiu o Programa Estadual de Desenvolvimento Industrial, e tem o propósito de contribuir na capacitação dos municípios para a promoção de iniciativas promissoras de desenvolvimento

econômico local, bem como para a racionalização do uso do solo com base em condições ambientais de desenvolvimento sustentável. Sua execução ocorre por intermédio do apoio a ações municipais para implantação de áreas industriais, mediante o assessoramento técnico para escolha da gleba e na elaboração do Plano Diretor para implantação da Área Industrial Municipal. Também o Programa Pró-Inovação, institucionalizado através da Lei Estadual de Inovação (Lei nº 13.196, de 13/07/2009, regulamentada pelo Decreto nº 46.781, de 04/12/2009) e reformulado pelo Decreto nº 48.717, de 04/12/2011 (RIO GRANDE DO SUL, 2011), é o instrumento transversal de incentivo às atividades inovativas em ambiente produtivo. Atividades inovativas compreendem todas as etapas científicas, tecnológicas, organizacionais e comerciais, incluindo novas formas de conhecimento, que visam à inovação de produtos e/ou processos. Isto é, consistem de todas as atividades necessárias ao desenvolvimento e implementação de produtos e processos novos ou aperfeiçoados. O programa tem como diretrizes fundamentais estimular e apoiar empresas industriais e agroindustriais inovadoras que promovam, no Estado do Rio Grande do Sul, o aumento da produtividade, o desenvolvimento de produtos e serviços inovadores, a competitividade e a incorporação de novos produtos, processos e serviços disponibilizados pela atividade empresarial, a geração de postos de trabalho, o incremento na arrecadação de impostos e o cuidado com o meio ambiente.

Em termos operacionais, o Pró-Inovação concede incentivo fiscal proporcional aos esforços inovativos das empresas, considerando seus dispêndios correntes (por exemplo, remuneração dos profissionais ocupados diretamente nas atividades de P&D) e de capital (despesas anuais brutas referentes às imobilizações de recursos utilizados nos programas de P&D, como as despesas com terrenos, obras civis, máquinas e equipamentos). Compreende, ainda, contratos com ICTs e com prestadores de serviços relacionados à inovação e considera a qualificação profissional dos colaboradores e as projeções de crescimento da empresa. O incentivo pode atingir 3% do faturamento bruto da empresa, limitado a 75% do ICMS incremental. O programa, que foi reformulado em 2011 a fim de permitir processos mais céleres e seu uso concomitante com outros incentivos estaduais como o FUNDOPEM/RS, tem fluxo contínuo e cada projeto apoiado tem validade de três anos, sendo renovável por mais três anos, quando, então, a empresa deverá submeter um novo projeto, iniciando novo ciclo.

O Programa de Promoção do Investimento no Estado do Rio Grande do Sul (INVESTE/RS) foi instituído através da Lei nº 13.838, de 05/12/2011 (RIO GRANDE DO SUL, 2011), como instrumento para fomentar o desenvolvimento econômico, reduzir as desigualdades regionais e apoiar a geração de emprego e renda no Estado. Opera através de

subvenção econômica na modalidade de equalização de taxas de juros e outros encargos financeiros nos financiamentos concedidos pelo Banrisul, Badesul e BRDE a empreendimentos do setor produtivo, especialmente para aquisição de máquinas e equipamentos, cobertura de despesas para inovação tecnológica. O programa é coordenado pela Secretaria da Fazenda, e prevê-se que a operação efetiva do INVESTE/RS se inicie ainda no primeiro semestre de 2012.

O Rio Grande do Sul é um dos poucos Estados da federação que manteve um sistema público de instituições financeiras após a reforma bancária dos anos neoliberais no Brasil. Hoje, o Sistema Financeiro do Estado do Rio Grande do Sul compõe-se de três instituições: o Banco do Estado do Rio Grande do Sul S. A. – Banrisul, o Badesul Desenvolvimento S. A. – Agência de Fomento/RS; e o Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul – BRDE. Esse Sistema participa da execução da Política Industrial na condição primeira de Instrumento Transversal para o financiamento da atividade produtiva, em especial para a formação de capital fixo, a provisão de capital de giro e o saneamento financeiro de empreendimentos. Esta particularidade pode ser explorada para fomento da cadeia de etanol no Estado, contudo muitos recursos não são utilizados devido ao desconhecimento dos empreendedores quanto ao sistema de incentivos e critérios para aquisição de benefícios (SDPI, 2012).

No cenário estadual, percebe-se um forte interesse do governo estadual em desenvolver a cadeia de etanol no Estado o que se alinha à idéia do governo federal de uma matriz energética. Contudo, hoje os benefícios tributários estaduais e federais para o etanol combustível tornam-se inócuos em razão do porte do produtor agrícola da matéria-prima, do tipo de matéria-prima, da região de produção etc. Ademais, todos os contribuintes estão sujeitos ao mesmo regime tributário. Dessa forma, não se vincula a produção de etanol a benefícios associados com programas de inclusão social ou fixação rural, por exemplo.

Outro aspecto está relacionado ao alinhamento dos atores na cadeia. Por se tratar de uma cadeia a ser desenvolvida no Estado, a produção de etanol em larga escala apresenta pontos de atenção que merecem ser discutidos para um crescimento sustentável. Muitos elementos componentes não se dedicam exclusivamente à produção de culturas sucroalcooleiras, dividindo espaço com outros cultivares, criação de animais, e outras atividades que visam agregação de valor a produção. Este modelo de produção, contrário ao praticado na cadeia de etanol do restante do país e que é uma das características da agricultura familiar, pode enfrentar problemas de focalização dentro das unidades agrícolas.

A realidade gaúcha e experiências prévias em outros setores permitem inferir que uma possível alternativa para a atividade produtiva do etanol pode estar na cooperação através de redes. A cooperação significa que um grupo de empresas interage trocando competências que vão além do puro relacionamento de compra e venda. Pires (2001) afirma que a cooperação é algo tão irreversível como a globalização, ou melhor, talvez seja a maneira como os pequenos grupos de negócio possam assegurar sua sobrevivência e a sociedade garantir seu desenvolvimento equilibrado. Amato (2000) reforça esta ideia afirmando que a formação das redes de cooperação pode ser vista como uma solução viável para equilibrar pequenos grupos produtivos que se encontram em desvantagem frente às grandes empresas, uma vez que, no geral, estas possuem condições suficientes de dominar todas as etapas da cadeia de valor (produção, pesquisa e desenvolvimento, tecnologia de gestão, logística de distribuição e marketing). É o mecanismo que tem sustentado a operação da Coopercana, como apresentado anteriormente. Verschoore et al. (2004) apontam benefícios para a formação de redes como a possibilidade de geração de ganhos, a redução de custos e riscos de escala e de poder de mercado, acesso a soluções a problemas comuns aos membros da rede, condições para a aprendizagem e a inovação.

Em 2000 o governo lançou o Programa Redes de Cooperação que tem por objetivo fomentar pequenos empreendimentos e promover o desenvolvimento local por meio da colaboração e da ação conjunta. A Lei 13.601/11 (RIO GRANDE DO SUL, 2011) criou a Secretaria de Desenvolvimento Rural, Pesca e Cooperativismo. Neste mesmo ano, através do Decreto 47.956 de 18 de abril de 2011, foi criado o Programa Gaúcho do Cooperativismo Rural com o objetivo de fomentar o cooperativismo no Estado (RIO GRANDE DO SUL, 2011).

#### **4.2. Dimensão Econômica**

Apesar dos aspectos econômicos terem um grau de influência significativo em qualquer atividade de produção, de forma geral, observam-se tendências pré-determinadas claras no que tange à cadeia de etanol no Estado. O exemplo mais expressivo relaciona-se ao preço do petróleo que apresenta um comportamento com pouca variação fruto da sua característica de commodity. Assim como o petróleo, o açúcar é outro produto que exerce influência sobre a produção de etanol, visto que pode ser produzido a partir da cana de açúcar e também é considerada uma commodity. O Brasil é tido como maior produtor de cana de açúcar do mundo, seguido pela Índia, Tailândia e Austrália. As regiões do país de cultivo da

cana são: Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, sendo que, exceto pelo Sul, permitem produzir duas safras por ano, garantindo açúcar e etanol para todo o país e para o mercado externo (UNICA, 2011).

De acordo com dados da UNICA (2011), 55% da produção de cana de açúcar do país transformam-se em álcool (anidro e hidratado). No Rio Grande do Sul, dados do IBGE (2011) demonstram o aumento na produção da cana de açúcar no Estado passando de 1.020.267 toneladas, em 1999, para 1.250.000 toneladas em 2009, o que representa um aumento de 22%.

Além de um custo de produção relativamente baixo se comparado a outras matérias-primas, a cana de açúcar oferece um rendimento de cerca de 80 t/ha, o que deixa o etanol brasileiro competitivo no mercado internacional. O custo final do produto brasileiro pode chegar a menos da metade, quando comparado com etanol originário do milho ou beterraba (EBC, 2012). Para evitar que o etanol brasileiro invada o mercado mundial, governos de outros países acabam impondo barreiras fiscais e sobretaxas para proteger seus mercados internos. Segundo dados apresentados no Núcleo de estudos de Economias de Baixo Carbono (EBC, 2012) nos EUA os subsídios pagos às distribuidoras que fazem a mistura de etanol à gasolina chegam a US\$ 6 bilhões por ano a fim de tornar o etanol de milho competitivo, além de tarifar em US\$ 0,54 por galão importado. A comparação entre o custo de produção de etanol de cana-de-açúcar no Brasil e o custo de produção de etanol de milho nos EUA é apresentada na Tabela 5.

**Tabela 5: Comparativo de custo de produção do etanol de cana de açúcar e etanol de milho**

		BRASIL	USA
Custos para produção de 1000 t de etanol (USD)	Prédios	1.993,32	3.401,88
	Equipamentos	10.915,80	32.272,80
	Mão de obra	4.935,84	26.862,36
	Seguros, Taxas e outros.	4.556,16	5.790,12
	Matéria-prima	93.021,44	198.667,56
	Outros custos operacionais	22.021,44	107.354,52
	Venda de Subprodutos	0	-63.691,32
	Subsídios do Governo	0	-75.271,56
	<b>Custo total de produção</b>	<b>137.444,16</b>	<b>235.686,36</b>

Fonte: elaborado pelos autores com base em Rodrigues (2007) e USDA (2007).

Apesar dessa diferença em relação ao custo, a produção de etanol brasileiro tem um forte concorrente direto: a produção de açúcar. Segundo dados do MAPA (2012), o Brasil responde por 44% do comércio mundial de açúcar, consolidando-se como importante agente no mercado internacional. Contudo, este produto não apresenta alterações significativas de preço seguindo as regras de oferta-demanda de mercado.

No âmbito estadual, em 2009, foi publicada, no diário oficial da união, a portaria número 54 do ministério da agricultura (EMBRAPA, 2009) que autoriza o plantio de cana de açúcar em larga escala para produção de etanol e açúcar em 182 municípios do Estado. Esta portaria também definiu os tipos de solo aptos ao cultivo, os períodos indicados para o plantio e os cultivares recomendadas para cada região. Com este reconhecimento, os agricultores passaram a ter incentivos para expandir sua produção, tais como financiamentos agrários em bancos públicos com taxas reduzidas, crédito de custeio e principalmente o “seguro agrário” que garante a recuperação de parte do investimento da safra no caso de perdas decorrentes de intempéries climáticas.

Tais benefícios tornam-se um fator motriz importante dentro do contexto local visto o perfil de agricultura familiar característico do Estado. Além de investimentos na ampliação da produção da COOPERCANA, que hoje responde por menos de 1% da demanda do Estado, existe interesse em operacionalizar outros projetos, como o de construção da Usina de Etanol Norobios em São Luiz Gonzaga, região noroeste do Estado, representando investimentos na ordem de R\$ 250 milhões em uma usina de etanol e outros R\$ 70 milhões no plantio de 20 mil hectares de cana, com criação estimada de 1500 empregos diretos. Este projeto é considerado estratégico pelo Governo Estadual, pois, se bem sucedido, projeta alavancar o desenvolvimento de uma região considerada pobre no Estado. O projeto também prevê uma estrutura logística de transporte rodoviário e ferroviário (SDPI, 2012).

Além do crescimento natural da demanda de etanol combustível, desde 2010, a Braskem, empresa situada no Polo Petroquímico de Triunfo, está produzindo polietileno à base de etanol. A planta atual produz 200 mil toneladas por ano, o que consome 480 milhões de litros de etanol e anunciou a instalação de uma unidade de produção de polipropileno “verde” com previsão de início de produção em 2013 com capacidade de 50 toneladas por ano. (BRASKEM, 2011). Durante a 7ª European Bioplastics Conference (EPC, 2012), um estudo foi apresentado indicando que até 2015 a capacidade mundial de produção de polímeros verdes, incluindo plásticos biodegradáveis ou gerados a partir de fontes renováveis, crescerá cinco vezes em relação a 2011, atingindo anualmente 5,7 milhões de toneladas métricas com

faturamento de US\$ 20 bilhões, a valores de hoje. O mesmo estudo informa que o mercado asiático responde atualmente por 34,6% da capacidade produtiva; a América do Sul tem 32,8%, à frente da Europa (18,5%) e da América do Norte (13,7%) (EPC, 2012).

O cenário atual mostra-se favorável ao desenvolvimento da cadeia de produção gaúcha, contudo, todas estas iniciativas podem acabar não alcançando o resultado esperado. Do ponto de vista econômico algumas barreiras necessitam ser vencidas. Segundo o estudo sobre a produção de etanol do Estado (IEL, 2011), o custo para o produtor com a implantação da lavoura de cana de açúcar é de R\$ 1.920,55/ha. Considerando-se a implantação, mais os custos totais a cada ano de corte (cinco cortes) obtêm-se o custo total de R\$ 9.599,26/ha. Com este resultado, um produtor com cinco ha de cana de açúcar tem um rendimento de R\$ 95,39 mensais nos cinco anos de corte de cana, necessitando, assim, ampliar a sua renda com a diversificação na produção agropecuária e com a execução de outras atividades econômicas. Além disso, existe o problema relacionado à falta de mão de obra local, fruto da migração dos trabalhadores rurais temporários para outras regiões do Estado.

#### **4.3. Dimensão Social**

Como já indicado nas seções anteriores, a dimensão social da cadeia produção de etanol no Rio Grande do Sul necessita ser tratada considerando-se elementos como fixação rural e o perfil de propriedade rural existente no Estado. Segundo o relatório do estudo sobre a produção de etanol no Rio Grande do Sul (IEL, 2011), os jovens filhos de agricultores familiares de Porto Xavier mostraram-se interessados em ficar nas propriedades agrícolas da região, seguindo a tradição familiar. Contudo, o pré-requisito para esta decisão passa pela manutenção da usina na região. Caso esta encerre suas atividades, muitos afirmaram que não permanecerão na atividade agrícola.

#### **4.4. Dimensão Tecnológica**

Nos últimos anos houve um grande esforço conjunto de vários centros de pesquisa do Rio Grande do Sul para aumentar a competitividade de cadeia produtiva gaúcha. Segundo a SEAPA, (2011) existem trabalhos desenvolvidos pela Embrapa Clima Temperado que visam o melhoramento genético das atuais culturas de cana de açúcar a fim de torná-las mais resistentes ao frio e à seca característicos do clima do Estado, obtendo assim produtividades similares às lavouras de São Paulo e Paraná. Há também o estudo de espécies nativas de cana de açúcar, denominadas “crioulas”, que por serem nativas do Estado, já estão bem adaptadas

às condições de solo e clima locais e que podem ser combinadas com espécimes comerciais (EMBRAPA, 2012). Na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), estudos sobre adubação, preparo de solo e fixação biológica do nitrogênio estão em andamento. A pesquisa da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) em conjunto com a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) estuda a utilização de bactérias fixadoras de nitrogênio na cultura da cana de açúcar (SEAPA, 2012). Outros estudos são identificados em universidades e centros de pesquisa através da RIDESA, que desenvolve pesquisa em melhoria genética através de cruzamentos de espécies em 31 estações experimentais e laboratórios em 7 universidades espalhadas no Brasil (RIDESA, 2013). Os pesquisadores prevêem que esta tecnologia deve permitir maior economia para os produtores, pois reduzirá uso de fertilizantes químicos e, por consequência, os custos de produção, além de incrementar a rentabilidade para a produção de etanol e açúcar. É preciso também considerar a participação da assistência técnica rural neste contexto, pois, caberá a ela disseminar tais inovações e principalmente, mobilizar produtores e comunidade.

Outro projeto que visa o uso de matérias alternativas a cana de açúcar para produção de etanol no Brasil e que está em andamento no Estado propõe a produção de etanol utilizando arroz como matéria prima. O projeto de estudos idealizado pela Associação de Desenvolvimento de São Borja (Folha de São Borja, 2012) tem como finalidade processar entre um milhão a dois milhões de toneladas de arroz beneficiado por ano, em regiões produtoras próximas a Lagoa dos Patos no Rio Grande do sul. O objetivo é produzir em torno de 600 milhões de litros de etanol ao ano, destinado a indústrias da alcoolquímica, de bebidas, de perfumes e carburante. Além disso, ainda o processo gerará 480 mil toneladas de grãos ao ano destilados para ração animal e 480 mil toneladas ao ano de dióxido de carbono que servirão como matéria prima utilizada nas indústrias de refrigerantes, refrigeração e extintores de incêndio, além de utilizar a casca de arroz do descascamento na unidade fabril para cogeração de energia para o complexo industrial e produção de biogás da vinhaça produzida. Projeta-se a construção de até sete usinas no Estado, cada uma necessitando um investimento da ordem de R\$ 200 milhões (Folha de São Borja, 2012).

Esse projeto tornou-se viável a partir de pesquisas da Embrapa Clima Temperado, que desenvolveu uma cultura de arroz propício para a produção de etanol, batizado como “Gigante”, pois possui o dobro do tamanho médio de outros espécimes além de ser mais produtivo. A média nacional é 7,5 toneladas de arroz por hectare e a produção do arroz gigante é estimada 14 toneladas por hectare, reduzindo assim os custos de produção (EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 2012). O mesmo estudo mostra que outra vantagem

está no fato de que este grão apresenta um teor de amido significativamente maior que os demais, o que, do ponto de vista de processo de produção do etanol, garante um rendimento maior que outros grãos utilizados para obtenção de biocombustíveis. Segundo a pesquisa da Embrapa, enquanto a produção média de etanol de trigo em países como a Rússia, Canadá e Inglaterra é de 400 litros por hectare, o arroz produz 420 litros por hectare (EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 2012).

Outra opção apresentada pela Associação de Desenvolvimento de São Borja (Folha de São Borja, 2012) é a utilização de arroz tipo 3 e 4 para este propósito. Este arroz, considerado de baixa qualidade, representa 14% do total produzido no Estado e é utilizado para composição de ração animal. O etanol produzido do arroz possui um valor agregado maior, pois se destina a aplicações na indústria farmacêutica, de bebidas, de perfumes, e principalmente, à alcoolquímica para produção do chamado “plástico verde”. Observa-se que o uso destas matérias-primas deveria estar atrelado a selos de segurança alimentar garantindo que este produto não gere qualquer conflito com a produção de alimentos, reduzindo assim possíveis pressões sociais sobre este tipo de destinação de grãos.

O cenário de aumento de demanda por produtos agrícolas para produção de etanol pode trazer conseqüências importantes como desabastecimento e aumento de preço da matéria-prima e que, se não forem considerados, colocarão em dúvida a utilização do etanol em escala comercial, fato que já foi vivido pelo Brasil durante da década de 90 e que quase decretou a interrupção da produção dessa fonte de energia renovável. A produção de etanol a partir de grãos que são aplicados de forma direta ou indireta na alimentação humana pode gerar um desequilíbrio socioeconômico e ecológico, além de ser usado como barreira protecionista em negociações internacionais. Neste sentido deverá haver uma lacuna a ser preenchida e que o P&D pode contribuir buscando aumentar a produtividade das lavouras tanto para alimentos quanto para matérias-primas para produção de etanol, podendo o Governo Federal e Estadual incentivar a produção através das políticas públicas.

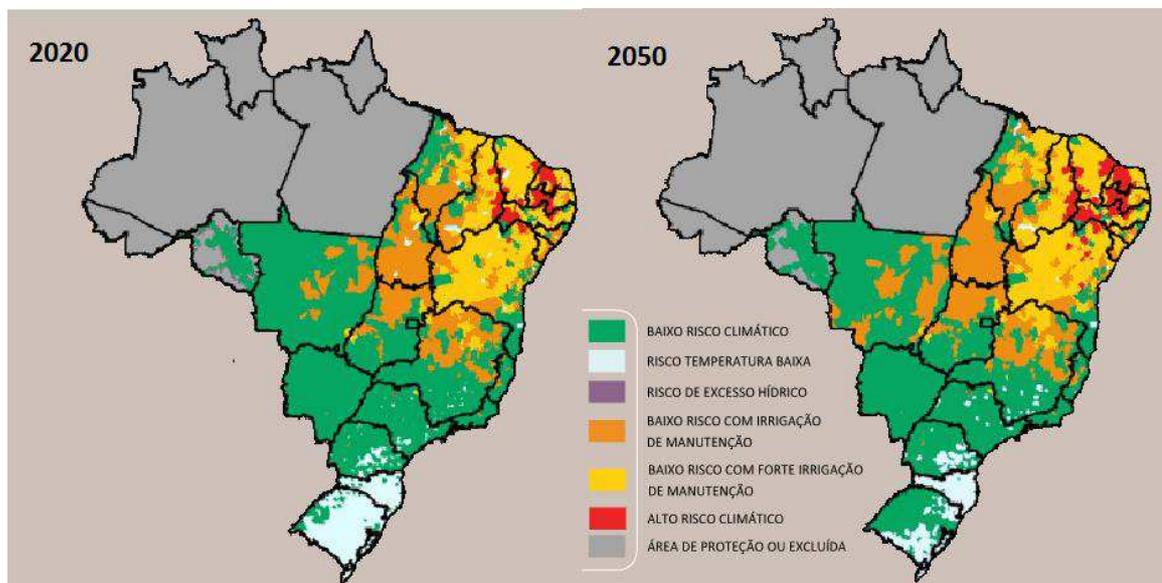
A aplicação de novas tecnologias de produção, engenharia genética e programas de financiamento a pesquisa são potenciais recursos catalisadores para consolidar este ciclo. A Petrobras tem desenvolvido projetos na área de etanol, anunciando investimentos de R\$ 300 milhões até 2015 na pesquisa para produção de etanol de 2º geração tanto na parte de processo quanto na parte de enzimas (PETROBRAS, 2012). Esse processo de obtenção utiliza matérias-primas tais como resíduos de madeira e milho, bagaço de cana de açúcar e palha de trigo e ainda não é produzido comercialmente em outros países, o que oferece um nicho de mercado favorável (EMBRAPA, 2012).

Os processos atuais para extração do etanol de 2<sup>o</sup> geração ainda não atingiram um estágio capaz de torná-lo comercialmente viável. As pesquisas atuais sobre o tema buscam tecnologias que aplicam reações enzimáticas, com baixo impacto ambiental. Os resultados mais promissores ocorrem através de aplicação do uso de modificação genética (EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 2012). Os principais benefícios divulgados referem-se à redução dos custos de produção, estimados em US\$ 0,48 por litro, inferior ao custo de etanol de primeira geração hoje, no Brasil, estimado em US\$ 0,57 por litro (PETROBRAS, 2012). Outro benefício apresentado é que, com o uso dos resíduos de produção para produção de etanol, evita-se que a redução das áreas destinadas à produção de alimentos, mantendo-se assim a sustentabilidade da cadeia como um todo e sem comprometer a produção de alimentos.

#### **4.5. Dimensão Ecológica**

Sob o aspecto ecológico, as mudanças climáticas que estão acontecendo nas últimas décadas projetam um cenário favorável à cultura, ainda que preocupante no cenário global. Em 2012, durante a Conferência das Nações Unidas sobre desenvolvimento sustentável (RIO+20), foi apresentado um estudo produzido por especialistas do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) e que dá conta das mudanças climáticas ocorridas no Brasil, projetando cenários até 2100. Sobre as mudanças que ocorrerão no Estado do Rio Grande do Sul, o relatório aponta que até 2040, prevalecem condições de clima regional de 5% a 10% mais chuvoso e até 1<sup>o</sup> C mais quente, do que acontece hoje, mantendo a tendência de aquecimento entre 1<sup>o</sup> e 1,5<sup>o</sup> C e intensificação das chuvas entre 15% e 20% até meados do século (2041-2070). No final do século (2071-2100), as projeções são mais graves, com aumento de temperatura de 2,5<sup>o</sup> a 3<sup>o</sup> C e 35% a 40% de chuvas acima do normal. Esta tendência é reforçada por estudo feito por pesquisadores da Embrapa e da Unicamp (MAPA-AGRITEMPO, 2011). Este estudo conclui que a região Sul, que hoje é mais restrita para culturas adaptadas ao clima tropical por causa do alto risco de geadas, deve experimentar uma redução desse evento extremo, tornando-se propícia ao plantio de mandioca, de café e de cana-de-açúcar, conforme mostra a Figura 6.

**Figura 6: Projeção de mudanças na agricultura decorrentes de alterações climáticas**



**Fonte: MAPA-Agritempo, (2011).**

Do ponto de vista de recursos hídricos e de solo, o estudo sobre produção de etanol (IEL, 2011) afirma que a cultura de cana de açúcar, no estado do Rio Grande do Sul, não é irrigada seguindo o que ocorre na maioria das regiões brasileiras também produtoras, além de uma pequena perda de solo por erosão, o que é considerada baixa na comparação com outras culturas como soja e milho. No entanto alerta que subprodutos poluentes advindos da produção de cana e etanol, podem contaminar os aquíferos (reservas subterrâneas de água doce) e mananciais. O estudo sobre a produção de etanol no Rio Grande do Sul (IEL, 2011) apresenta o uso destes subprodutos como alternativa de geração de renda através da agregação de valor a subprodutos da produção de etanol. Produtos como a vinhaça, palha e bagaço podem ser utilizados como biomassa para decomposição enzimática para produção de biogás. Este produto pode ser usado como combustível em geradores elétricos. Além disso, o óleo fúsel subproduto da destilação do etanol, possui aplicações na indústria de cosmético possuindo alto valor agregado (IEL, 2011). Todas estas alternativas servem como possibilidades para mitigar efeitos prejudiciais ao meio ambiente e tornar o processo de produção mais rentável através da venda de subprodutos.

#### **4.6. Dimensão Legal**

O Brasil ainda não tem legislação robusta no que tange à regulamentação do setor de etanol. O maior exemplo desta insipiência está no fato de somente em 2011, através da

portaria 54 de 17 de abril de 2009 (EMBRAPA, 2009), o etanol passou a ser considerado um produto energético. Até então era considerado produto agrícola. Outras legislações existem no campo de resíduos e emissão de gases também tendem a serem mais rigorosas, mas sem afetar a cadeia de produção de forma relevante.

Outro ponto importante está relacionado à atual legislação que trata da comercialização de energia elétrica. Segundo o relatório de projeção da matriz energética 2030, elaborado pelo Ministério de Minas e Energia (MME, 2012), projeta-se um aumento na demanda brasileira de energia de 3,81% ao ano até 2030. Este mesmo relatório aponta a cogeração de energia através de biomassa como uma alternativa para prover esta demanda. Grande parte do bagaço gerado pelas usinas no Brasil é usado como combustível nas caldeiras das próprias indústrias, substituindo a lenha ou óleo combustível (IEL, 2011). O uso do bagaço excedente para produção de vapor utilizado na geração de energia termoelétrica ou geradores movidos a motores de combustão interna que utilizam como combustível o biogás obtido a partir da decomposição anaeróbica da biomassa vem ao encontro desta projeção. Contudo para que isso seja possível, a regulamentação do mercado de venda de energia no Brasil, através da lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995 (BRASIL, 2013) precisa passar por revisão, visto que hoje os contratos de compra e venda de energia prevêem uma série de exigências como contratos mínimos de 15 anos, garantia de fornecimento mínimo e estoque de energia de reserva de 15% para eventuais necessidades de demanda (BRASIL, 2013).

## **5. ANÁLISE E DISCUSSÃO**

A análise realizada com base no conceito de planejamento de cenários proposto por Van Der Heijden (2004), agrupando as forças do ambiente contextual através de dimensões STEEPL (social, tecnológica, econômica, ecológica, política e legal) visa entender como estas forças externas exercem influência sobre o sistema da cadeia de etanol.

Na dimensão social, percebe-se uma valorização do uso consciente dos recursos naturais fruto do receio da escassez de matérias-primas. Isso resulta no uso de novas tecnologias menos poluentes e de baixo impacto ambiental como veículos híbridos e elétricos, e uso de chamado “plástico verde” produzido a partir de etanol. Como reflexo direto deste comportamento há uma tendência de aumento da demanda desse tipo de produto e por consequência o aumento na demanda por biocombustíveis. No que tange ao Estado, um aspecto social importante é a necessidade de olhar a cadeia do etanol não apenas do ponto de vista de resultado econômico, mas também de desenvolvimento regional, um agente de fixação do homem na terra através do incentivo a produção agrícola integrada, valorizando o

modelo de agricultura familiar, com agregação de valor e geração de renda. Esta visão deverá guiar ações governamentais incentivando assim a permanência dos jovens filhos de agricultores que, atualmente, trabalham nestas propriedades.

No âmbito da tecnologia, é possível identificar várias linhas de pesquisa. A melhoria genética surge como uma oportunidade de desenvolver culturas mais resistentes a pragas, as mudanças climáticas características do estado e aumento da produtividade média da cana. Esta mesma tecnologia ajuda a desenvolver insumos importantes como enzimas para o processo de fermentação da cana, além de enzimas especiais no campo do etanol de 2º geração ou celulósico, tecnologia que hoje está sob o domínio de poucos países e que o Brasil precisa dominar para continuar em uma posição de destaque no cenário mundial de produção de etanol. Busca também outras fontes de matéria-prima para produção de etanol como, por exemplo, o arroz e sorgo sacarino. Contudo a utilização de matérias-primas que teoricamente competem com a produção e alimentos é um desafio que precisa ser vencido e, neste contexto, a pesquisa genética também exerce um papel fundamental. Além disso, o etanol de 2º geração pode ser visto como uma possibilidade em médio prazo. Durante a conferência Rio+20, a Petrobras seu etanol de 2º geração, aproveitando o bagaço seco da cana-de-açúcar. As pesquisas apontam um rendimento de 300 litros de etanol por tonelada de bagaço seco, o que representa um aumento de 40% no rendimento do etanol sem utilizar recursos adicionais da natureza (PETROBRAS, 2012). A melhoria tecnológica de equipamentos é outro importante vetor de desenvolvimento visto as particularidades da cadeia regional de etanol. Desenvolver equipamentos adequados para a topografia regional e a baixo custo, bem como a modernização de equipamentos do parque instalado é uma meta que necessariamente passa por incentivos públicos sob a forma de linhas de crédito.

Do ponto de vista político e econômico, o Governo do Estado apresenta um alinhamento com política energética nacional. Contudo, ainda enfrenta resistências políticas internas quando a sua importância. Não há um programa federal ou estadual que incentive a produção de origem em propriedades ou cooperativas de produtores familiares ligados a biocombustíveis, mas é possível utilizar alguns programas existentes para desenvolver aspecto da cadeia tais como tecnologia e instalação de novas usinas. O Governo Estadual mostra uma tendência em desenvolver esta cadeia com foco de médio prazo, mas a mesma ainda é recente. Muito ainda pode ser feito em termos de políticas públicas, podendo ser um fator decisivo no desenvolvimento da cadeia.

Do ponto de vista ecológico e ambiental, existe uma tendência de expansão da área apta ao plantio de cana do estado. Os sinais de que alterações de clima e solo é uma realidade possível aparecem em vários estudos analisados. Caberá ao governo incentivar a produção de cana através da revisão do zoneamento agrícola para cana de açúcar, gerando a possibilidade de aplicação do “seguro agrícola” e de linhas de crédito especiais para a agricultura regional.

Por fim do ponto de vista legal já existem regulamentações que apóiam o consumo de etanol como opção ao uso de combustíveis fósseis e a tendência é que no futuro este quadro não se altere. Outra tendência é que a atual regulamentação do etanol pela ANP torne-se mais rigorosa, influenciando a operação da cadeia de produção.

Na Tabela 6, as forças motrizes associadas a cada dimensão aparecem compiladas juntamente com as principais tendências identificadas no estudo realizado. Questões como alinhamento de atores, importância de efetividade das políticas públicas e avanços tecnológicos aparecem como variáveis críticas dentro do processo de desenvolvimento da cadeia e precisam ser entendidas para formulações de estratégias robustas. Outros pontos como alterações climáticas poderão incrementar as possibilidades de expansão e mesmo sendo uma tendência conhecida, devem fazer parte da contextualização para desenvolvimento de políticas de crescimento.

Tabela 6: Síntese das variáveis do contexto ambiental da cadeia de etanol no Rio Grande do Sul

AMBIENTE DE ATUAÇÃO	DIMENSÃO AMBIENTAL	FORÇA MOTRIZ	TENDÊNCIA
AMBIENTE CONTEXTUAL	POLÍTICA	RS Política Pública - Subsídios para produção de etanol RS	Bancada de apoio ao governo federal é relevante, mas com pouco interesse no tema
		Políticas energéticas	Bancada Rural não é favorável ao etanol no RS
		Matriz produtiva	Não há impacto percebido. Alinhamento está ocorrendo RS-BR
		Alinhamento político RS e BR	Atores estão desalinhadas, não existe cadeia estruturada. Baixa escala de produção
		Alinhamento político dos atores setoriais	Sem planejamento e governança na cadeia
	ECONÔMICA	Agrícola seguro	Zoneamento agrícola - seguro agrícola deve continuar
		Preço do petróleo	Preço do petróleo tende a aumentar por excesses busca de alternativas
		Preço do açúcar	aumento naturais
		Renda na zona rural	Tendência a manter os níveis. Não há impactos significativos
		Mão de obra no campo - Falta	Tendência de falta
	SOCIAL (Cultural e Demográfica)	Taxa de crescimento da população	Crescimento no RS natural - aumentar a frota de carros
		Migração campo-cidade	Tendência ao êxodo
		Taxa de envelhecimento da população	Necessidade de mecanização e aglomeração de propriedades.
		Percepção do trabalho de campo	Não mudou
		Valores sociais sobre ecologia	Tendência a uma maior consciência ecológica
	TECNOLÓGICA	Tecnologias para reduzir o consumo médio de combustível	Tendência para reduzir o impacto ambiental, maior eficiência no consumo
		Tecnologias genéticas para melhorar a produtividade da cana e sorgo	Estudo de cultivares (EMBRAPA e outros centros de pesquisa)
		Tecnologia de produção de etanol e de melhoria da produtividade de etanol	Melhoria do manejo, melhoramento genético e mecanização
		Tecnologias para melhorar a produtividade de alimentos	Melhoria do manejo, melhoramento genético e mecanização
		Tecnologias de mecanização da cana-de-açúcar	O aumento da mecanização. Redução de custo
	ECOLÓGICA	Mudanças em fatores climáticos	Aumento na área de potencial para o cultivo de cana-de-açúcar
		Mudanças em fatores do solo	
		Distribuição de água	Sem impactos significativos
LEGAL	PNRS		
	Política de emissões	Tendência a aumentar, mas nenhum impacto significativo sobre a cadeia	
	Regulamentação ANP		
	Regulamentação ANEEL	Tendência a flexibilização para cogeração	

Fonte: elaborado pelos autores.

## 6. CONCLUSÕES

A cadeia de etanol tem sido apresentada por diferentes atores, em especial produtores e governo, como estrategicamente importante para o Rio Grande do Sul no atual contexto econômico. O Estado produz menos de 1% de sua demanda interna e se vê obrigado a importar etanol de outros Estados. Apesar de muitos projetos para incrementar esta cadeia estarem sendo discutidos e implementados, a cadeia de etanol no Rio Grande do Sul não converge para o desenvolvimento econômico sustentável, fatos que motivaram esta pesquisa.

O perfil agrário das regiões afeitas à cadeia no Estado traz consigo a necessidade produção integrada de outros cultivares e outras atividades que visam agregar valor a produção familiar. Neste sentido, a organização desses atores em grupos organizados pode ajudar a resolver este dilema. Identificou-se também que a participação da gestão pública através de políticas setoriais de incentivo, da agregação de tecnologia e inovação na produção e processo representa uma questão de sobrevivência. Um exemplo claro disso é o zoneamento agrícola para produção de cana de açúcar no Estado foi aprovado somente em 2009, quase 30

anos depois que se começou a pesquisa em etanol no Brasil. Outro ponto importante identificado é a necessidade de difundir políticas de fomento consistentes e com visão de médio/longo prazo. Muito empreendedores não usufruem de seus benefícios por simples desconhecimento dos programas existentes ou por não perceberem políticas de estado consistentes e contínuas.

Além da cana de açúcar, o Estado busca desenvolver outras matérias-primas para diversificação da produção. Neste contexto, o etanol de arroz tem ganhado força nos últimos tempos e pode ser uma alternativa de produção. O melhoramento genético com apoio de centros de pesquisa traz novas oportunidades de produção. Este apoio é importante no sentido de evitar que esta destinação de matéria-prima não sofra interferência da pressão externa para destinação como alimentos ou dependência de mercados de commodities.

Os atores componentes da cadeia de etanol do Estado e suas inter-relações levaram a identificar os principais elementos endógenos e exógenos associados, conforme apresentado nas dimensões STEEPL. O estudo contribui para o entendimento de como está constituída essa cadeia de produção, bem como das forças motrizes que influenciam seus atores no ambiente interno e externo. Este conhecimento presta-se de base e complemento para estudos que objetivem construir uma visão sistêmica desse ambiente complexo, do qual se busca esta compreensão. Além disso, entendendo o modelo sistêmico e as variáveis que atuam sobre ele, é possível projetar cenários futuros que serviram de base para elaboração e ações robustas que visem ao desenvolvimento regional, incrementos de ganhos de produção, difusão de tecnologia e agregação de valor para empresas, agricultores e consumidores, restando essas análises para estudos futuros. As conclusões apresentadas não têm a pretensão de esgotar o assunto, mas sim contribuir na discussão mais ampla do tema, promovendo o entendimento e a construção de uma cadeia de produção sustentável a partir de uma visão comum da realidade e que considere os elementos socioeconômicos presentes no Estado.

### **3.2 Artigo 2: Mapeamento dos Relacionamentos Entre os Atores de uma Cadeia de Biocombustíveis Baseada em Regime Associativo e Pequenas Propriedades de Agricultura Familiar: Um Estudo Aplicado em Dinâmica de Sistemas**

Este artigo teve seu resumo aprovado para o 2<sup>nd</sup> Sustainable Intelligent Manufacturing, realizado no período de 26 a 29 de Junho de 2013, em Lisboa, Portugal, e representa a entrega do objetivo 2 desta pesquisa. As referências utilizadas no artigo são apresentadas de forma unificada com outras referências no final deste volume.

#### **Resumo**

A cadeia de Etanol brasileira apresenta um perfil associado a grandes estruturas fundiárias, tipicamente localizadas no centro-sul do País, e destinadas à produção em escala industrial. Em outras regiões, como Nordeste e no Rio Grande do Sul, o modelo fundiário é diferente, tipicamente formado por unidades de pequeno e médio porte. Essa característica altera os relacionamentos e perfis da cadeia de produção, requerendo compreensão para o desenvolvimento de ações políticas, econômicas, sociais ou tecnológicas apropriadas. O presente trabalho mapeia sistemicamente variáveis que atuam na cadeia de produção de etanol do Rio Grande do Sul, buscando entender as inter-relações existentes entre seus atores. A pesquisa foi realizada com base em dados históricos e documentais, e em entrevistas semi-estruturadas com especialistas que representam os principais elementos desta cadeia. Um diagrama de enlaces sistêmicos para a cadeia foi construído, buscando representar as principais relações de causa-efeito entre os atores identificados. Como resultado adicional, o trabalho apresenta uma análise sobre o contexto identificado, o qual poderá contribuir para a discussão de cenários futuros com vistas à competitividade e sustentabilidade econômica dessa cadeia.

Palavras-chave: etanol, agricultura familiar, energias renováveis, modelagem, dinâmica de sistemas.

#### **Mapping relationships between actors in a chain of biofuels based on associative production and family farming: a system dynamics study**

#### **Abstract**

The Brazilian chain of ethanol has a profile associated with large land structures, typically located in the center-south of the country, and for the production on an industrial scale. In other regions such as the Northeast and Rio Grande do Sul, the land model is different, typically formed by units of small and medium businesses. This feature changes the relationships and profiles of the production chain, requiring understanding for the development of appropriate political, economic, social, and technological actions. This paper systemically maps variables that act in the chain of production of ethanol from Rio Grande do Sul, seeking to understand the inter-relationships among its actors. The research was based on historical and documental data, and in semi-structured interviews with experts representing

the main elements of this chain. A diagram of systemic linkages representing the chain was built, seeking to represent the main cause-effect relationships between the actors identified. As an additional result, the paper presents an analysis of the context identified, which may contribute to the discussion of future scenarios aiming at its competitiveness and economic sustainability.

Key words: ethanol, family farming, renewable energy, modeling, system's dynamics.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se no cenário mundial relativamente à produção de etanol a partir da cana-de-açúcar. Contando com uma estrutura produtiva consolidada e com décadas de desenvolvimento tecnológico, o País foi responsável, em 2011, por uma produção de 23,687 bilhões de litros de Etanol, o que representou 35% da produção mundial de etanol combustível (CONAB, 2011). Esta produção foi obtida a partir da cana-de-açúcar, cultivada em praticamente todas as regiões do País, e processada através de uma rede de mais de 400 usinas e destilarias (IEA, 2011). Esse modelo de produção baseia-se em uma estrutura de produção em grande escala com propriedades dedicadas à monocultura da cana em grandes extensões de terra, tipicamente baseada em um modelo de agronegócio.

De outra parte, o Estado do Rio Grande do Sul (RS) participa desta matriz com uma área plantada estimada em 1.700 hectares cultivados exclusivamente para produção de etanol, gerando uma produção de 5.804,7 mil litros (CONAB, 2011). Este volume de produção representa menos de 1% da demanda local anual, tornando o Estado um dos maiores importadores de etanol de outros estados (ANP, 2013). Parte disso deve-se à política fiscal adotada no Brasil: segundo dados da Secretaria de Desenvolvimento e Promoção de Investimento (SDPI), o ICMS aplicado ao etanol produzido no RS é de 25%, enquanto estado exportadores, como Paraná e São Paulo, taxam o Etanol em 18% e 12%, respectivamente, o que reduz a competitividade local e gera evasão de impostos (SDPI, 2011).

A contribuição do RS concentra-se na região noroeste do estado, onde já existe uma cadeia embrionária e que pode ser desenvolvida a fim de reduzir a dependência do estado às importações de etanol. Além disso, apresenta condições favoráveis ao cultivo de cana-de-açúcar (RAMBO, 2006), o que foi consolidado em 2009, a partir do novo zoneamento agrícola para produção de cana de açúcar, publicado através da portaria 54 de 17 de abril de 2009 (EMBRAPA, 2009), habilitando 182 municípios do Rio Grande do Sul para a produção de cana-de-açúcar para produção de etanol e potencializando a estruturação de uma cadeia de produção de etanol efetiva no Estado, considerando as particularidades de uma estrutura fundiária baseada na agricultura familiar, característica da região (KUIAWINSKI, 2008).

Uma cadeia produtiva é um sistema complexo, envolvendo um considerável número de atores e relacionamentos, desde o produtor rural, transportadores, usineiros, distribuidores, consumidores, centros de pesquisa e desenvolvimento, fornecedores de insumos e implementos, e atores das esferas governamentais. Esse sistema dinâmico continuamente ajusta forças e ações, oriundas das visões contextuais de seus atores, gerando movimentos que preponderam em períodos de tempo como “correntes vigentes” ou “tendências de comportamento”. Essas tendências podem atuar de modo a promover a competitividade e sustentabilidade da cadeia, sua estagnação ou sua deterioração. Portanto, pensar em termos de uma cadeia produtiva remete a pensar em termos de sistemas e buscar respostas a questões que exibem características que resultam da interdependência de vários fatores. A dinâmica de sistemas permite identificar estruturas de relacionamentos de efeito-causa-efeito a partir de eventos, de padrões de comportamento e de modelos mentais dos atores, colocando atores e variáveis como elementos centrais do sistema, ao mesmo tempo modificando e sendo modificados por esse contexto. Esta abordagem também permite aprimorar o aprendizado de sistemas complexos, gerando modelos de simulação que auxiliam os gestores a aprender sobre a complexidade dinâmica, compreender as origens das resistências organizacionais e projetar políticas mais efetivas (STERMAN, 2000).

O presente trabalho pretende contribuir no entendimento da realidade da cadeia de produção de etanol do RS, através da identificação das inter-relações e das variáveis que determinam sua dinâmica, buscando o entendimento e a construção da consciência sobre sua realidade atual, enfocando os potenciais de sua competitividade e sustentabilidade. Inicialmente apresenta-se uma contextualização do problema em estudo, onde são descritos o objetivo do trabalho. O capítulo segue com a apresentação dos referenciais metodológicos aplicados na construção da pesquisa. Posteriormente apresentam-se a caracterização dos principais elementos da cadeia e o mapa de relacionamentos de subsistemas requeridos para a construção da análise. A análise sistêmica complementa os achados da pesquisa, buscando discutir os modelos mentais identificados nos atores. Por fim, um mapa de enlaces sistêmicos para a cadeia é apresentado. O artigo conclui com considerações identificadas e sugestões de continuidade da pesquisa.

## **2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

O presente estudo orienta-se por um paradigma de pesquisa indutivista, com abordagem metodológica de estudo qualitativa, com procedimentos de análise orientados por modelagem por dinâmica de sistemas e procedimentos de coleta de dados baseados em

revisão de literatura técnica e acadêmica e em entrevistas semi-estruturadas com especialistas. As bases de dados consultadas foram SciELO, Emerald, EBSCO e Elsevier, nas quais foram selecionados artigos preferencialmente publicados posteriormente a 2008. Na ausência de dados neste intervalo de tempo ou quando identificada uma referência basilar foi admitida data de publicação anterior. Os especialistas contatados, em número de sete, apresentam conhecimento sobre diferentes elos da cadeia de produção, envolvendo representantes governamentais, representantes de associações empresariais, usineiros, pesquisadores e técnicos. Como caracterização de sua qualificação, todos apresentavam nível superior, mestrado ou doutorado, com tempo médio de atuação em temas relacionados ao objeto da pesquisa de 3 anos. Os mesmos foram selecionados com base em sua representatividade em termos de autoria ou participação em pesquisas, ações governamentais relacionadas ao tema de interesse, representatividade dos principais elos da cadeia de produção ou suporte a entidades representativas.

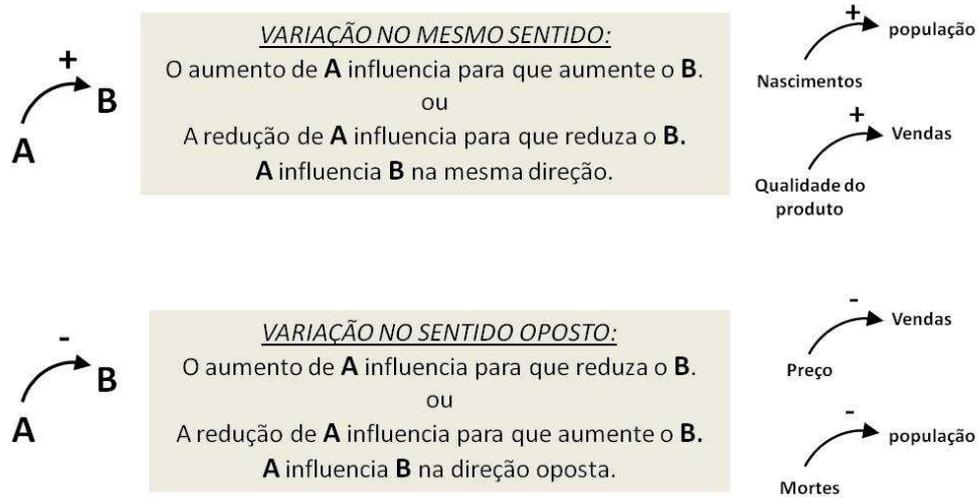
O trabalho foi organizado em ciclos de coleta de informações, análise e modelagem, sendo completados três ciclos. Os dados coletados em cada etapa, após analisados e compilados, deram origem a roteiros de entrevistas ou versões preliminares do mapa sistêmico desenvolvido, ou a novas buscas de dados na literatura. Os roteiros prestavam-se ao refinamento de informações junto aos especialistas, sendo o conjunto de informações incorporado às novas versões do mapa desenvolvido, abordando aspectos da cadeia de produção, matérias-primas, socioeconômicos, ambientais, políticas públicas, rotas tecnológicas, demandas e mercado. A compilação de dados e a modelagem foram realizadas em reuniões sistemáticas da equipe de pesquisa, intermeadas por atividades de consolidação e revisão realizadas individualmente pelos integrantes. A pesquisa teve duração de cerca de 20 meses.

A modelagem realizada baseou-se na abordagem por dinâmica de sistemas (STERMAN, 2000). Fundamentalmente a dinâmica de sistemas, busca a compreensão da estrutura e do comportamento dos sistemas compostos por enlaces de feedback resultantes da interação dos elementos do sistema. Diferentemente da abordagem de visualizar processos linearmente por causas e efeitos, essa abordagem permite descrever processos de efeito-causa-efeito, apropriados para a percepção de complexidade e de interconexões. Segundo Senge (2006), seguindo fluxos de influências, podem-se visualizar padrões que se repetem, trazendo resultados melhores ou piores. A percepção linear ou baseada em apenas em efeitos pode não ser suficiente para gerar modelos que descrevam o adequado comportamento de um sistema em longo prazo. Por conseqüência, as ações tomadas sobre o sistema podem gerar efeitos

colaterais muitas vezes mais severos que o problema original: a solução do passado se torna o problema do presente (STERMAN, 2000). Quando não há previsão de tais resultados tende-se a identificá-los como “efeitos colaterais”, quando são apenas efeitos não detectados. Efeitos colaterais não são feições da realidade, mas um sinal de que o entendimento sobre o sistema é curto e falho (STERMAN, 2000).

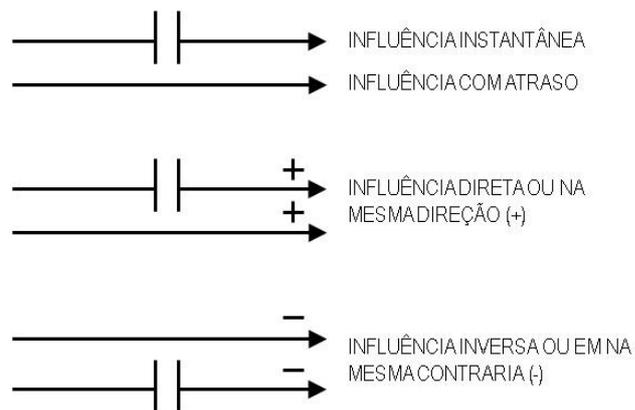
Alternativamente, a modelagem por Dinâmica de Sistemas permite incorporar a noção de que atrasos e enlaces de feedback, os quais são responsáveis por grande parte do comportamento de sistemas humanos organizados. Nesse sentido, provê uma forma de compreender essas duas características através de técnicas de modelagem e construção de diagramas (STERMAN, 2000).

A representação gráfica de um modelo de dinâmica de sistemas pode ser realizada pelo uso de diagramas de enlace causal (também chamados de diagramas causais, diagramas de influência, diagramas de feedback, diagramas de loop ou mapas sistêmicos). Trata-se de uma estrutura em forma de grafo orientado e que permite a identificação de suas características estruturais: das relações efeito-causa-efeito (feedbacks) e esperas (delays ou atrasos) presentes no comportamento do sistema (POHLMANN, 2009). Os elementos centrais dessa estrutura são as variáveis, representando partes relevantes ou elementos componentes de um sistema. Certas variáveis afetam ou influenciam outras, evidenciando a existência de relações de causa e efeito. As variáveis relacionam-se aos pares, de maneira que as variações ocorridas na variável causadora (ou independente) provocam variações na variável efeito (ou dependente). Além disso, existe o conceito de polaridade entre as variáveis, ou seja, se sua influência é de influência direta ou inversa sobre a variável dependente, conforme indicado na Figura 1.

**Figura 1: Leitura dos relacionamentos entre variáveis**

Fontes: Adaptado de Sterman (2000)

Outro conceito importante é a instantaneidade da influência, o que reporta a idéia de delays e atrasos dos efeitos sobre a ocorrência das causas, conforme a escala temporal do problema analisado. Essas relações são apresentadas na Figura 2.

**Figura 2: Tipos de relacionamento entre variáveis**

Fontes: Adaptado de Sterman (2000)

A notação apresentada nas Figuras 1 e 2 é utilizada para a construção de mapas de enlaces sistêmicos de modo a representar as relações de causa-efeito-causa. Os enlaces de feedback são gerados quando um ciclo de efeitos é fechado na forma de um ciclo. Esses ciclos

podem agir no sentido de reforçar um determinado comportamento (R) ou equilibrar, ou balancear, um determinado comportamento (B).

Os mapas sistêmicos desenvolvidos para a pesquisa foram construídos seguindo as premissas anteriormente apresentadas e que deram suporte à expressão de dados objetivos identificados nas fontes consultadas. Em se tratando de atores humanos, acrescentou-se, à análise dos subsistemas gerados, a descrição dos modelos mentais dos atores envolvidos. Para Craik (1943), modelos mentais são criados pela mente de um indivíduo como representações da realidade em pequena escala para prever eventos, raciocinar e construir explicações sobre essa realidade. Para Wind, Crook e Ghunter (2004), modelos mentais servem para discernir sobre algo e então decidir que ação tomar. Normalmente são tácitos e há pouca consciência de como eles moldam o que é percebido ou feito. Em suma modelos mentais moldam a capacidade de identificar oportunidades e ameaças, bem como podem limitar ou melhorar a criatividade (WIND; CROOK; GHUNTER, 2004). O objetivo dessa análise foi identificar a forma como os atores posicionam-se e agem, buscando significar o atual estado da cadeia mapeada.

Durante o processo de construção do modelo, conforme os passos propostos pelo método foram gerados discussões visando o refinamento do modelo. Cada subsistema construído foi comparado e validado em um novo ciclo de entrevistas com os mesmos especialistas com o objetivo de ajustar possíveis erros de interpretação. Ao final desta validação os mapas parciais foram consolidados, gerando o mapa sistêmico da cadeia de etanol, atores, variáveis endógenas e exógenas.

### **3. ELEMENTOS DA CADEIA DO ETANOL NO RIO GRANDE DO SUL**

Conforme os dados coletados durante a pesquisa, a produção de etanol no RS está concentrada na COOPERCANA (Cooperativa dos Produtores de Cana de Porto Xavier), pequena usina de etanol instalada em Porto Xavier, município próximo a Santa Rosa, junto ao Rio Uruguai, região noroeste do Estado, e que possui modelo de operação diferenciado do restante do país, por atuar de forma cooperativada. A sua capacidade nominal de produção é de 9 milhões de litros, correspondendo a menos de 0,5 % da necessidade do Estado em 2011. Outras 17 micro usinas encontra-se instaladas, mas com foco em produção local ou familiar (SDPI, 2012). O suprimento do restante da demanda tem como origem principal a importação de outros estados. A produtividade industrial observada nessa indústria em operação no RS está em 79,3 litros por tonelada segundo, volume inferior se comparado à média nacional que é superior a 80 litros por toneladas (UNICA, 2011).

Segundo nota técnica da Secretaria Estadual de Desenvolvimento e Promoção de Investimento (SDPI, 2011), o número de empregos gerados com a produção de etanol no Brasil é de mais de 4 milhões. Comparativamente, no Rio Grande do Sul é de, aproximadamente, 700 pessoas. A mesma nota informa que a arrecadação de ICMS no Rio Grande do Sul com esse setor foi da ordem de R\$ 2,5 milhões em 2010 (SDPI, 2011).

Segundo dados do IBGE (2011), a produção de etanol no Estado manteve-se praticamente a mesma desde 2000. A safra 2011/2012 representou 3,9% da produção nacional (CONAB, 2011), o que é insuficiente para atender a demanda interna gaúcha que, no mesmo período, foi de 705,8 milhões de litros (ANP, 2011). O início das operações da planta de plástico verde pela Braskem, em 2010, incrementou a demanda na ordem de 700 milhões de litros, totalizando, uma demanda estadual de 1,5 bilhões de litros.

Um ponto chave relacionado a esse quadro está na configuração fundiária gaúcha, visto que 95% das propriedades da região noroeste possuíam até 50 hectares, sendo que os demais 5% eram de 51 a 5.000 hectares, e propriedades até 20 hectares representavam 75% do total da região (KUIAWINSKI, 2008). Observam-se ainda as características de agricultura familiar predominantes nesta região, consequência do perfil de propriedade existente no Estado. Aqui reside uma condição importante em termos de impactos da cadeia: a necessidade de inserir a agricultura familiar neste sistema.

Conforme os dados levantados, contribuem, direta ou indiretamente para a constituição do presente contexto da cadeia de etanol gaúcha, elementos como governo estadual e federal, centros de pesquisa e assistência técnica rural, meios acadêmicos e entidades representativas setoriais, além dos atores principais: produtores rurais, transportadores, usinas, distribuidoras e consumidores. O Governo Federal e o Estadual assumem o papel de promotores de desenvolvimento econômico e social, através de políticas públicas de incentivo. Essas políticas caracterizam ações de prospecção de investimentos diretos em produção, linhas de crédito especiais, planos de fomento setorial, pesquisa de desenvolvimento científico, social e econômico.

Os centros de pesquisa têm função de suportar a inovação, por meio de pesquisa e desenvolvimento visando à melhoria de cultivares, tecnologias de manejo, enzimas para produção de etanol, novas rotas tecnológicas e avanços no incremento da eficiência e da redução dos impactos ambientais dos ciclos de produção. Neste contexto as pesquisas desenvolvidas no campo de melhoria genética têm merecido destaque, tais como a adaptação de variedades de cana-de-açúcar ao clima característico do estado, o desenvolvimento de novas matérias-primas, como o sorgo sacarino (EMBRAPA, 2012; FEPAGRO, 2012), e

desenvolvimento ligados à Assistência Técnica Rural que assume a responsabilidade em orientar o uso de tecnologias e a pesquisa desenvolvida, servindo de agente transformador da informação, repassando conhecimentos e experiências (EMATER, 2013). Ainda, os meios acadêmicos buscam auxiliar o tomador de decisão através de estudos técnicos sob a ótica dos conceitos de gestão, engenharia, meio ambiente, economia, entre outros, conferindo um olhar crítico e imparcial, através da aplicação de metodologias robustas de trabalho.

Por fim as entidades setoriais, tais como UNICA, Sindicatos de agricultores, produtores de cana, cooperativas de trabalho, entre outras. Estas organizações têm em sua essência a associação para fins de estudo, defesa e coordenação dos seus interesses econômicos ou profissionais relacionados a uma dada atividade econômica. Estes atores têm a responsabilidade de organizar os atores, trazendo à discussão a realidade de cada elo da cadeia de produção, de forma a promover uma discussão dos interesses individuais de seus representados (UNICA, 2013).

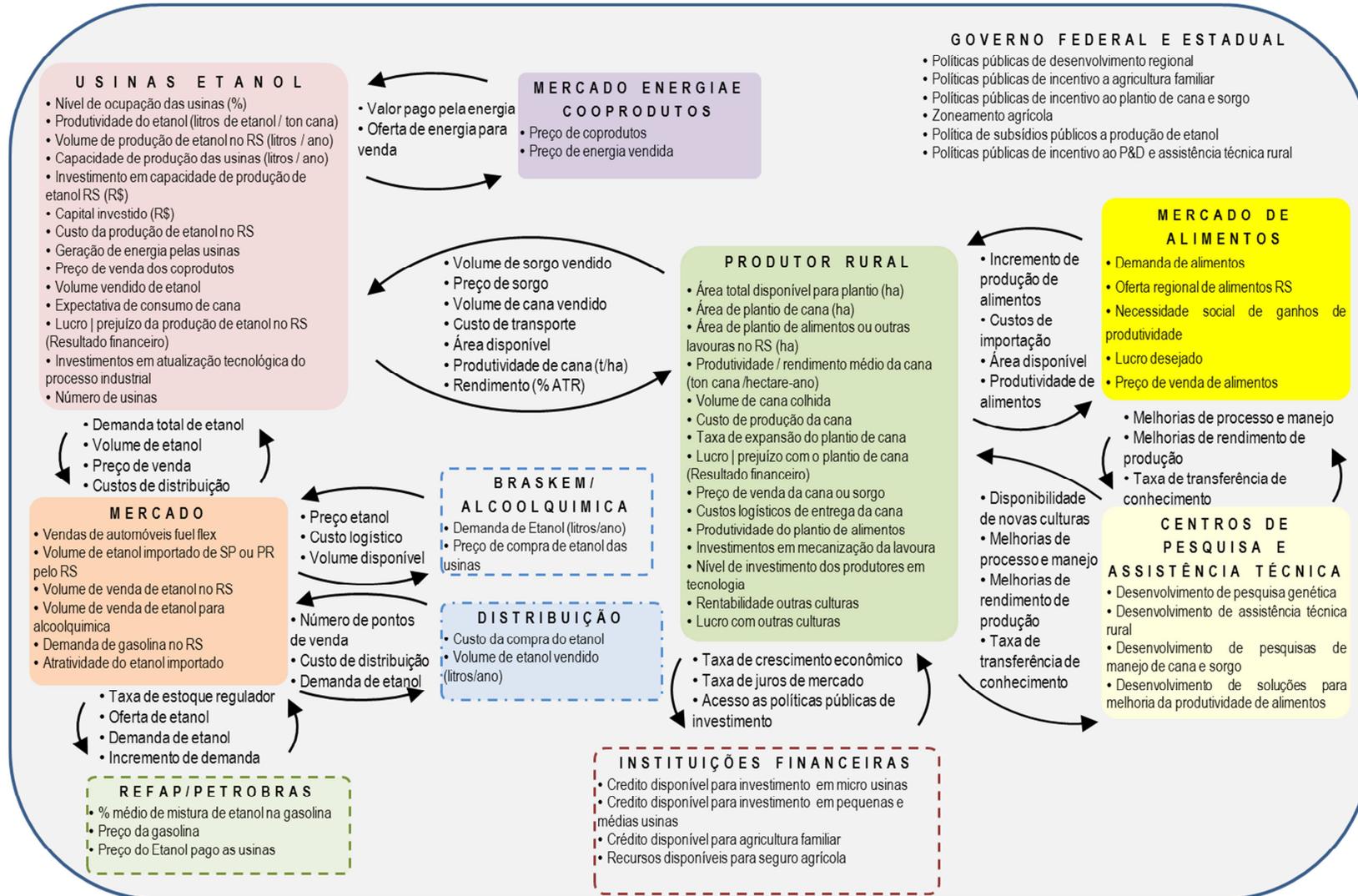
Esses elementos apresentam-se na cadeia de produção como subsistemas interdependentes e que atuam sobre variáveis específicas. Neste estudo buscou-se mapear as variáveis endógenas e exógenas ligadas a cada ator bem como os subsistemas relevantes. Os dados compilados, constituindo o mapa de relacionamento do ambiente transacional da cadeia em estudo, são apresentados na Figura 3. Dentro de cada caixa estão representadas as variáveis endógenas, ou seja, variáveis que são inerentes à realidade interna da cadeia e que representam o que pode ser influenciado pelo ator. As setas representam as trocas por meio de variáveis exógenas ao ator e representam as entradas e saídas que este tem com os demais atores da cadeia. Os grupos de variáveis exógenas são representados por números e apresentados na Tabela 1.

Observa-se, consonante com a descrição da cadeia brevemente apresentada na seção anterior, que as interações ocorrem sob um framework estabelecido pela dimensão político-legal, representado pelas políticas públicas, regulações e marcos legais. Na representação dos diagramas de subsistemas encontram-se os produtores rurais e usinas como atores de maior interação com os demais atores. Os produtores agrícolas têm uma relação muito próxima possuem interações como usinas através do fornecimento de matérias-primas e recebimento de subprodutos do processo de produção do etanol e que são utilizados nas lavouras como fertilizantes, no caso da vinhaça e para alimentação animal no caso do bagaço. Este mesmo agricultor recebe apoio técnico e inovações desenvolvidas nos centros de pesquisa e desenvolvimentos. Recebe também as demandas do mercado de alimentos, visto que a

propriedades apresenta um perfil multicultivares, além de interações com instituições financeiras através de linhas de crédito e outros instrumentos financeiros.

As usinas, por outro lado, além dos produtores, interagem também de forma direta com o mercado atendendo as demandas por combustíveis e álcoolquímica, estabelecendo assim uma relação indireta com distribuidores e consumidores de álcoolquímica. Por fim a usina tem interações com o mercado através da comercialização de coprodutos tais como energia, óleo fúsel e bagaço, o que contribui para redução de custos de produção e operação de modo a buscar competitividade para seu produto.

**Figura 3: Mapa de relacionamento de diagramas de subsistemas**



Elaborado pelo Autor (2013)

#### **4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS DA PESQUISA**

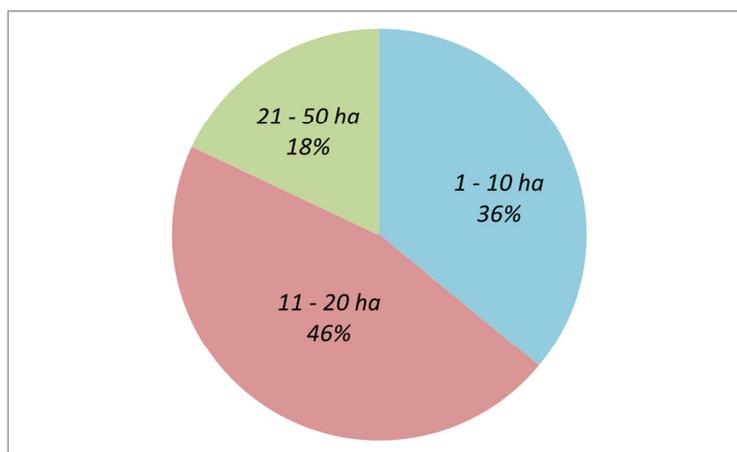
Os elementos e variáveis levantados a partir dos referenciais e entrevistas permitem construir o mapa de enlaces causais apresentado na Figura 4. Esse representa as influências dos atores descritos na seção anterior, evidenciando a complexidade de inter-relacionamentos mapeada. Para facilitar a compreensão do mapa apresentado na Figura 4, os subsistemas serão destacados e analisados no decorrer desta seção, evidenciando os elos de maior referência no processo de pesquisa.



#### 4.1. O Dilema do Produtor

O produtor rural pertencente à cadeia de etanol do RS concentra-se na região noroeste do estado e possui um perfil típico de agricultor familiar, com propriedade de pequeno porte conforme apresentado na Figura 5, estes agricultores destinam em média 5 a 8 ha para o plantio de cana-de-açúcar, obtendo uma renda média de 1085 reais/ano/ha conforme estudo sobre a produção de etanol no estado do Rio Grande do Sul (IEL, 2011).

**Figura 5: Composição da estrutura fundiária dos produtores rurais de cana-de-açúcar na cadeia**



Fonte: IEL (2011)

Este mesmo estudo aponta que não há uma participação efetiva das entidades de assistência técnica rural junto aos produtores de cana locais. Toda a assistência técnica aos produtores é fornecida pelo agrônomo da própria usina (IEL, 2011). A partir dos dados coletados em levantamentos técnicos conforme fontes referenciadas, corroborados pelas entrevistas realizadas, emerge uma visão predominante de que o agricultor direciona sua escolha de plantio por dois elementos: mitigação de riscos e resultado financeiro. Do ponto de vista dos riscos, apesar de outras culturas, tais como a soja, possuírem comercialização assegurada, terem seus processos de produção dominados pelos agricultores e apresentarem lucratividade, as freqüentes quebras de safra, por efeito da estiagem, vem provocando perdas financeiras aos produtores rurais. Além disso, produtos considerados commodity agrícola, a exemplo da soja e do milho, representam uma produção com baixo valor agregado, reduzindo as possibilidades de ganhos financeiros para agricultura familiar, conforme estudo sobre a produção de etanol no Rio Grande do Sul (IEL, 2011). Este estudo ainda destaca que cana de açúcar e a produção de etanol aparecem como uma alternativa de renda financeira ao produtor

rural, seja pela garantia de haver comprador para a cana produzida com risco reduzido de perdas por quebra de safra, seja por demandar baixo índice de uso de mão de obra, exceto nos períodos de plantio e colheita, o que permite ao agricultor diversificar a sua produção. Dessa forma, o agricultor tenderá a plantar a cultura que lhe pagar mais ou gerar mais resultado financeiro com menor risco, adotando um perfil conservador. Soma-se a isso o tamanho limitado da lavoura, de modo que as culturas “competem” entre si em alocação de área, conforme aparece na citação do Especialista E1.

... percebeu-se que naquela região poder-se-ia plantar cana e ter uma alternativa de renda para agricultura familiar. A região já vinha sofrendo com problemas de estiagem, a cada 10 safras, perdia-se 7. Mas não seria apenas substituir simplesmente uma produção por outra e deixar o colono produzindo, mas sim agregar renda e tecnologia... (E1).

e do Especialista E4

... os produtores que antes plantavam outras culturas ou criavam gado, viram na cana uma possibilidade de minimizar as perdas acumuladas por várias estiagens que assolaram a região (noroeste)... (E4).

Prevalendo o modelo de privilegiar aquelas culturas que oferecerem maiores lucros e menores riscos, pode-se usar o arquétipo de “sucesso aos bem-sucedidos” para representar essa situação de disputa e alocação de área para plantio de cana-de-açúcar ou outras culturas (Figura 6). Desta forma, quanto maiores forem os benefícios associados ao plantio da cana, mais espaço alocado essa receberá, dentro das possibilidades de plantio existentes. Mais especificamente, no enlace reforçador R1, quanto maior o lucro com plantio de cana, maior será a área destinada ao plantio de cana e, mantidas as mesmas condições, maior lucro será gerado com a cana. Por outro lado, como as propriedades da região são baseadas em agricultura familiar e têm, em sua essência, diversificação de rendimentos dentro da propriedade, uma consequência do enlace R1 é representada no enlace R2, indicando que os ganhos com o plantio de outras culturas são afetados, dado que, quanto maior a alocação de área para plantio de cana, menores serão as lavouras de outras culturas, reduzindo o lucro com as mesmas e, por consequência, reduzindo sua atratividade em relação à cana.

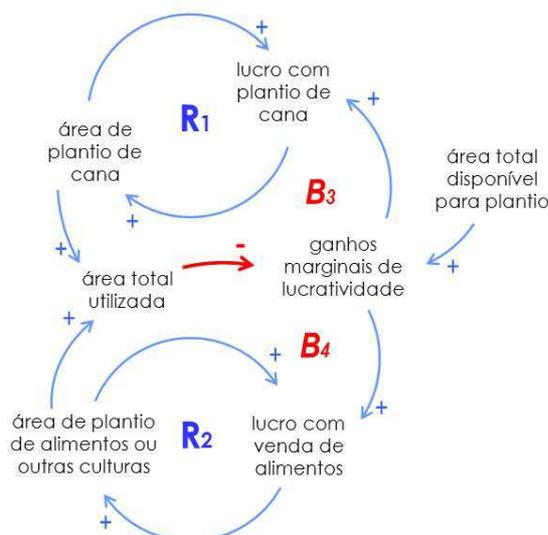
**Figura 6: O arquétipo do sucesso aos bem-sucedidos com vistas à alocação de recursos para produção de cana**



**Fonte: Elaborado pelos Autores (2013)**

Dadas certas condições tecnológicas, o limitador à produção é a área total disponível, indicando que a maior ocupação da lavoura realiza o potencial de ganho com outros aproveitamentos do espaço físico. Depreende-se, portanto, que este submodelo representa como o produtor rural utiliza a área disponível de sua propriedade, visando à maximização de seus ganhos globais e a mitigação dos riscos de produção, por meio da divisão do espaço entre a cultura de cana e outros cultivares. Acrescentam-se a esse modelo os enlaces balanceadores B3 e B4, detalhando a disputa pelo espaço físico da propriedade rural entre as culturas existentes, como apresenta a Figura 7.

**Figura 7: Mapa da disputa de espaço físico pelas culturas dentro de uma propriedade agrícola familiar.**



**Fonte: Elaborado pelos Autores (2013)**

Influenciando o lucro com a venda de cana, aparece o preço da cana (Figura 8). Nessas condições forma-se o enlace R3, indicando que o incremento no lucro com a venda da

cana e o aumento da área alocada para esta cultura, depois de algum tempo, reverte-se em incremento de lavouras de cana em relação a outras culturas. A redução de área para outras culturas, por outro lado, gera o enlace B6, que representa o conflito entre a produção de alimentos e matérias-primas destinadas à produção de etanol. Dada certa demanda por alimentos e outros cultivares, gera-se uma expectativa sobre o volume de produção de alimentos, o que influencia a oferta regional de alimentos no RS. A diferença entre demanda e oferta gera uma lacuna, a qual, depois de algum tempo, influencia no preço dos alimentos, aumentando a atratividade (lucro) da venda desses alimentos. A presença desses enlaces gera um equilíbrio dinâmico no sistema, muitas vezes ocasionando a oscilação entre o plantio de diferentes culturas ao longo do tempo. Na visão dos especialistas consultados, considerando-se a taxa de crescimento populacional atual, existe uma tendência de se buscar não só o aumento nas áreas ocupadas com alimentos, mas também ganhos de produtividade, conforme refere à citação dos especialistas E3 e E6:

... se pensarmos em termos de taxa de crescimento populacional, com certeza a produtividade de alimentos terá que acompanhar... temos que partir para uma onda de produtividade apoiado em tecnologia, caso contrário não iremos dar conta de atender a demanda mundial (E3).

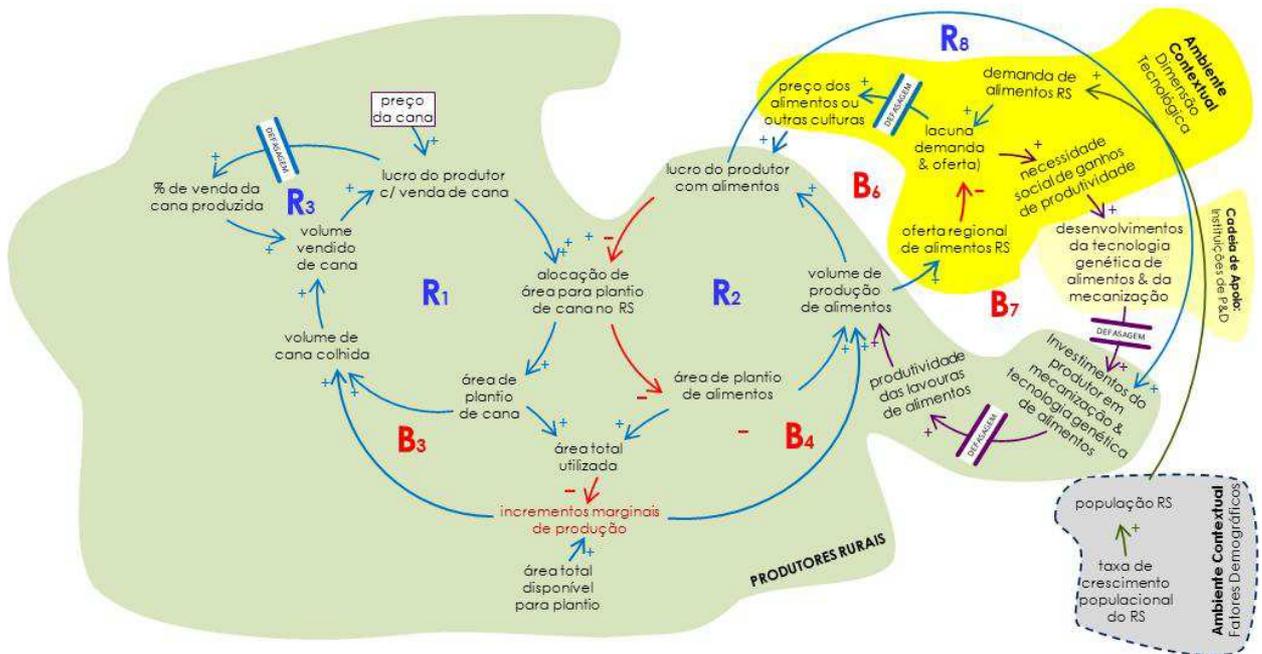
... há uma discussão muito grande em torno da competição da produção agrícola para combustíveis ou para alimentos, pois pode haver um desequilíbrio severo, não adianta produzir só combustível e não ter alimentos (E6).

Para tal, surge uma percepção de consenso sobre a importância dos centros de P&D e de Assistência Técnica Rural para a estruturação da cadeia sob a ótica da agricultura familiar. A lacuna na relação oferta-demanda de alimentos gera a necessidade social de se buscar alternativas de ganho de produtividade. O apoio do P&D aparece como um facilitador deste processo através de alternativas e desenvolvimento de melhorias genéticas e de manejo de culturas. Estas pesquisas depois de certo tempo tendem a gerar investimentos que, por sua vez, aumentam a produtividade de alimentos, influenciando a venda de alimentos no mesmo sentido, o que equilibra novamente o sistema. Como resultado destas novas variáveis aparece o enlace B7.

Também, os ganhos adicionais da venda de alimentos podem ser reinvestidos em novas melhorias pelo produtor rural, gerando-se o enlace R8. Esses elementos e inter-relacionamentos representam o que os autores chamam de “dilema do produtor”: escolher

entre a produção de alimentos, com cadeia estruturada, menores ganhos e riscos, ou de matérias-primas para o etanol, com maiores riscos e possíveis ganhos em longo prazo, em um contexto de oscilação sujeito a fatores climáticos e econômicos.

**Figura 8: Mapa sistêmico – elemento de decisão entre cultivares**



**Fonte: Elaborado pelos Autores (2013)**

#### 4.2. Desenvolvimento da Cadeia do Etanol: o Modelo Fomentado pelo Governo

Governo Federal e Estadual buscam agir, conforme o levantamento realizado, como indutores de crescimento econômico e desenvolvimento social. Conforme os especialistas consultados, a política do Governo Estadual alinha-se à do Governo Federal no sentido de buscar a diversificação da matriz energética e a fixação rural. Mais especificamente, o Governo Estadual tem apresentado repetidas ações visando o desenvolvimento da cadeia de etanol no Estado, quer na forma de projetos estruturantes, quer na forma de programas estratégicos de governo (SDPI, 2012).

O modelo atualmente proposto pelo Governo Estadual prevê que o desenvolvimento da cadeia terá início a partir de investimentos iniciais em micro usinas. Estas micro usinas, financiadas pelo governo, têm por premissa que um agricultor ou um grupo de agricultores consorciado poderá produzir, em sua unidade agrícola, etanol para o consumo próprio,



Estado e, por conseqüência, abrindo espaço para a redução de preços para a álcoolquímica e para o aumento de margem dos elos da cadeia, em especial do produtor rural. Com o preço do etanol caindo, dado o preço da gasolina constante, o consumo de etanol no estado aumentaria, elevando o lucro com a venda de Etanol. Este aumento de atratividade, em médio prazo, induziria ao aumento de interesse de investidores do setor privado, formando-se a base para o desenvolvimento de uma cadeia de produção, com aumento da área de plantio e da capacidade instalada de produção, através da instalação de pequenas e médias usinas (enlace "R").

Essa visão aparece de uma forma expandida no modelo sistêmico da figura 10 através dos enlaces R10, R13 e R15, é reforçada pela política industrial através do Programa Setorial para Biocombustíveis lançado em 2012, como parte da Política Industrial do Rio Grande do Sul (SDPI, 2012). Nele foram previstas várias ações de fomento a instalação de novas plantas de Etanol, como, por exemplo, a fruição de crédito presumido de 75% do ICMS gerado ao longo dos 4 primeiros anos de um novo empreendimento, e de 50% nos 4 anos seguintes. Na fala do Especialista E1.

O Governo do Estado fez a sua parte: lançou a política industrial. A melhor fase que se encontrou a cadeia no estado está dada, a área esta mapeada com zoneamento, sabe-se a demanda que vem por aí, as políticas públicas estão ao alcance de todos. Então hoje estão faltando projetos e investimentos de investidores que queiram produzir no estado... e logo irão perceber (os investidores) que é uma boa oportunidade de negócio (E1).

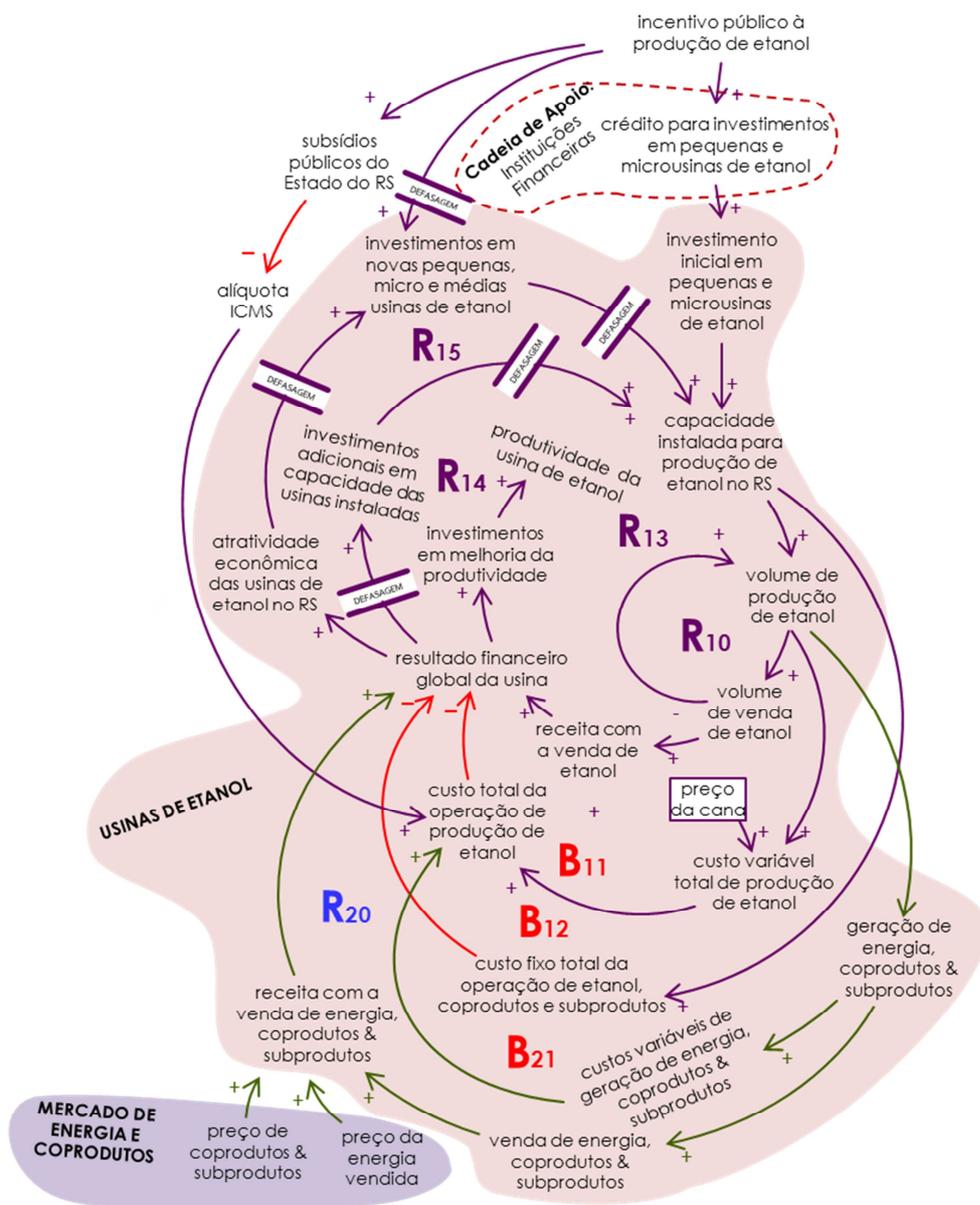
Observa-se, na fala de E1, também a visão de Governo como indutor e definidor dos elementos estruturais da cadeia.

#### 4.3. Desenvolvimento da Cadeia de Etanol: a Sustentabilidade Econômica para Agricultores e Usinas

Complementando a concepção governamental apresentada na seção anterior, outros elementos associados à sustentabilidade econômica dos produtores e das usinas necessitam ser inseridos. A visão inicial de que investimentos em micro usinas nucleariam a cadeia e fomentariam novos investimentos não é suficientemente robusta, visto que existem outras variáveis a serem consideradas. Na Figura 10 apresenta-se um subsistema do mapa sistêmico, no qual os enlaces R13 e R14 representam a preocupação em aumentar capacidade instalada, mas também em melhorar a produtividade da usina. Isso se dá através de ganhos de rendimento da cana medidos pela taxa de Açúcares Totais Redutores (ATR) da cana. Em linhas gerais, o ATR é o volume percentual de açúcar contido na cana de açúcar, capaz de ser

convertido em etanol. Assim, quanto maior o ATR, maior o volume de etanol produzido por tonelada de cana, e maior o valor pago pela tonelada de cana. Dados de 2011 dão conta de que o ATR médio da cana produzido no RS é de 123,7 (kg/t colmo) enquanto em outros estados pode chegar a 140 (kg/t colmo). O preço pago ao produtor, em 2012/2013, foi de 0,4791 R\$/kg (UNICA, 2012). Observa-se, portanto, que o aumento do rendimento por tonelada de cana é relevante para a sustentabilidade e competitividade da cadeia de produção estadual do ponto de vista do produtor, pelo ganho direto, e da usina, pelo maior rendimento potencial.

**Figura 10: Modelo sistêmico para as usinas**



Fonte: Elaborado pelos Autores (2013)

Mesmo assim, conforme os dados e entrevistas aponta-se o entendimento de que o etanol, por si só, não garantiria a sustentabilidade da usina (e da cadeia), sendo necessário trabalhar de forma a aumentar os ganhos globais da usina e dos produtores através da agregação de valor a subprodutos (IEL, 2011). No subsistema da Figura 10 apresentam-se os enlaces balanceadores B11, B12 e B21 representando a relação entre incremento de capacidade e custos de operação e produção, impactando na imobilização de ativos que tende a impactar negativamente o resultado global da usina. O equilíbrio de forças é oriundo da relação entre o aumento de volume de produção de etanol, ocasionando o aumento de produção de subprodutos e coprodutos, como a energia termoelétrica gerada a partir da queima do bagaço da cana, representada pelo enlace R20.

O bagaço da cana de açúcar, resultado da extração do caldo após esmagamento nas moendas, representa de 24% a 30% do peso inicial da cana de açúcar (com umidade de 50%) (HUGOT, 1972 apud IEL, 2011). Grande parte do bagaço gerado pelas usinas no Brasil é usado como combustível nas caldeiras das próprias indústrias, substituindo a lenha ou o “fuel oil” (IEL, 2011). O uso do bagaço excedente para produção de vapor utilizado na geração de energia termoelétrica constitui uma alternativa de agregação de valor a este coproduto. Outra opção de geração de energia está apoiada na produção de biogás a partir da decomposição anaeróbica da biomassa. O biogás gerado pode ser utilizado como combustível para geradores elétricos. Além da maior eficiência, este sistema incorpora no processo de digestão outro resíduo da cadeia, a vinhaça, garantindo também o aproveitamento deste outro coproduto, vinhaça é a que possui maior carga poluidora, tanto em função da grande quantidade de substâncias orgânicas. (IEL, 2011). Esta visão é apoiada pelos especialistas E4 e E1.

o modelo atual do Estado, pode progredir e tornar-se competitivo. Se, por exemplo, considerarmos a geração de energia elétrica pelo uso da biomassa (bagaço da cana) e enriqueceria ainda mais o modelo. Podemos mudar o perfil, e utilizar a geração de vapor da queima do bagaço em energia que pode ser vendida. Desta forma a produção de etanol poderia até mesmo ficar em segundo plano (E4).

Tem que ser um modelo de produção consorciado. Por exemplo, tem que aproveitar a cana para produção do etanol, o bagaço para produção de energia e para alimentação do gado de corte e leite de forma que utilize tudo (E1).

A receita gerada contribuiria, então, para aumentar o resultado global da usina, bem como a atratividade sobre investimentos neste elo da cadeia e, potencialmente, reduzindo-se também o impacto ambiental gerado pelo sistema. Contudo, para que isso seja possível, a regulamentação do mercado de venda de energia no Brasil, através da lei nº 9.074, de 7 de

julho de 1995 (BRASIL, 2013) necessita de revisão, visto que os contratos de compra e venda de energia prevêem exigências como prazos mínimos de 15 anos, garantia de fornecimento mínimo e estoque de energia de reserva de 15% para eventuais necessidades de demanda, fatores que dificilmente seriam assegurados no estágio em que se encontra a cadeia de produção do RS.

Ainda na Figura 10, somando-se ao resultado global da usina o custo logístico do etanol do Estado, obtém-se um indicador para a atratividade de produção de etanol regionalmente. Essa variável impacta, ao longo do tempo, o nível de novos investimentos na cadeia, o que é representado pelo enlace R15, conforme apresentado na fala do Especialista E4:

...a instalação de médias usinas vai demandar uma engenharia (de processo) mais pesada para tornar o etanol produzido localmente competitivo com o produzido em outras regiões, pois a relação de capital é maior. Torna-se muito importante considerar o frete para trazer o etanol de fora e ver onde isso vai dar em relação ao custo final (E4).

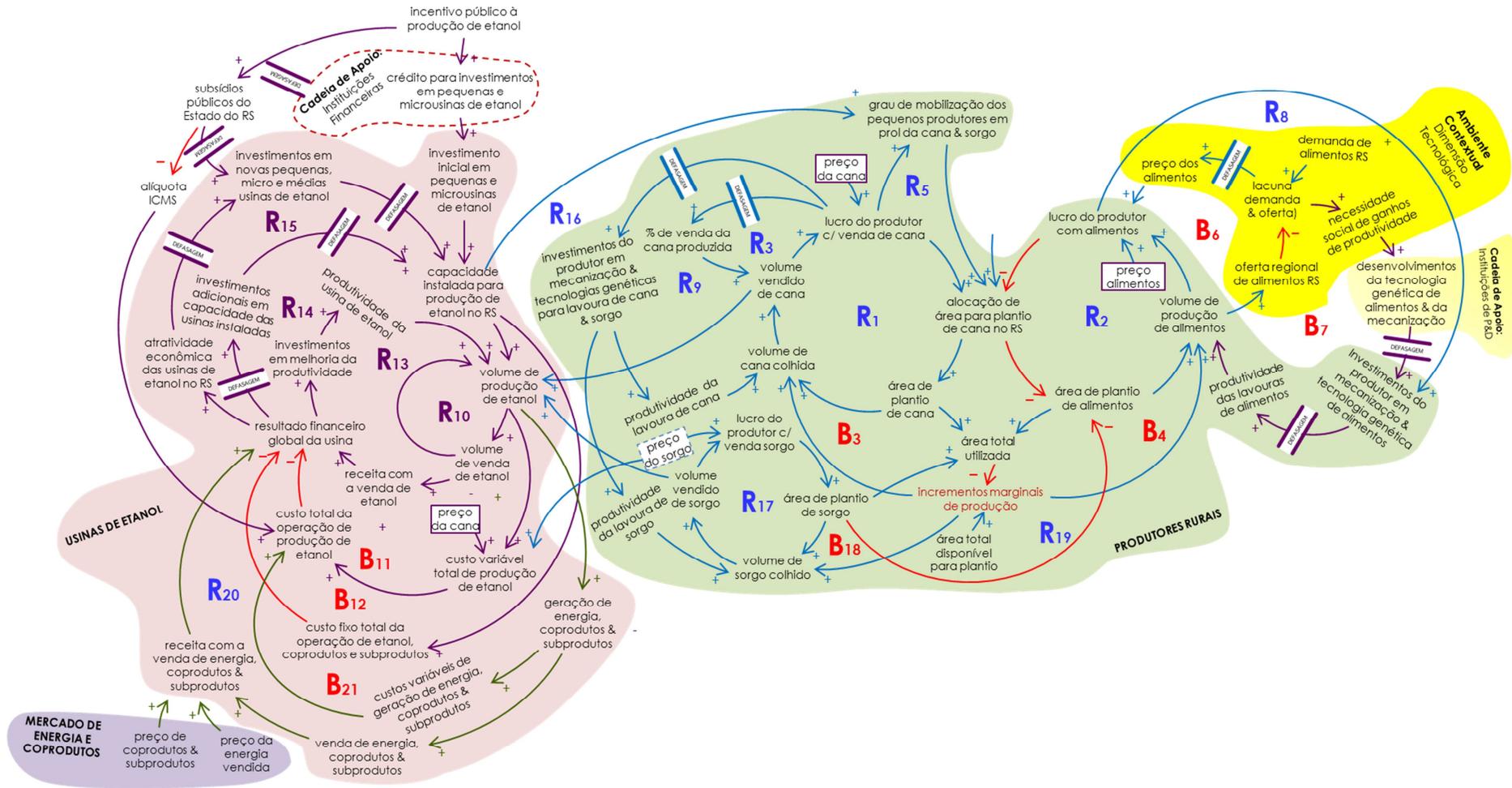
Surgem elementos importantes da leitura do mapa, fundamentados nas entrevistas. O primeiro diz respeito a importância de tratar a cadeia de forma integrada. A sustentabilidade econômica da cadeia de etanol do RS passa necessariamente pelo aumento da receita global da usina e dos produtores através da agregação de valor a subprodutos, transformando-os em coprodutos, tais como bagaço, vinhaça e óleo fúsel. Em segundo lugar, reforça-se a necessidade de políticas públicas de incentivo à produção de etanol também é apontada como fator decisivo. No subsistema representado na Figura 11, eles aparecem como redução de alíquotas de impostos e de investimentos em instalação de micro, pequenas e médias usinas. O terceiro aspecto está relacionado com a taxa de ocupação da usina. No Estado, a safra da cana-de-açúcar ocupa cerca de 6 meses do ano, normalmente de agosto a março, ficando, no restante do ano, as usinas ociosas por inanição. Apenas atividades críticas do processo, são mantidas em funcionamento, como dornas de fermentação e destiladores, o que aumenta o custo fixo das plantas e impede as mesmas de ingressarem como fornecedoras constantes de energia no sistema regional (IEL, 2011). Ações, tais como, o uso de sorgo sacarino ajudariam a manter a operação ao longo do ano, visto que a safra do sorgo ocorre na entressafra da cana. A Tabela 1 apresenta uma comparação entre os dados qualitativos do sorgo sacarino.

**Tabela 1: Dados qualitativos comparativos médios entre o sorgo sacarino e a cana de açúcar**

	Produtividade (t/ha colmo)	Brix (%)	ATR (%)	Etanol (l/t colmo)
Sorgo sacarino	50	19,5	120	55
Cana de Açúcar	75	20	135	65

**Fontes: Embrapa (2010) UNICA (2010)**

Figura 11: Mapa sistêmico – relacionamentos usina e produtores



Fonte: Elaborado pelos Autores (2013)

Comparando-se os índices de ATR contidos na cana e no sorgo, verifica-se que o sorgo apresenta um menor desempenho comparado com a cana. Porém, como ele estará disponível para a indústria na sua entressafra, sua introdução pode ocorrer de forma complementar e não concorrencial (IEL, 2011), aumentando a taxa de ocupação da usina. Essa visão é partilhada pelos especialistas E4 e E7:

o sorgo é utilizado na entressafra. Plantas outra área de sorgo e os dois produtos vão alimentar a usina durante o ano inteiro. Senão a usina fica um período sem utilização (E4).

a utilização do sorgo vai garantir a produção da usina ao longo dos 12 meses do ano, aumentando a taxa de ocupação e reduzindo custos fixos. Esta alternativa é bastante atrativa considerando inclusive a similaridade no processo de produção do etanol com relação a cana, não exigindo grandes alterações nas atuais usinas (E7).

Compilando os mapas anteriores e considerando as perspectivas de produção de etanol com sorgo sacarino, a Figura 11 faz surgir novos enlces, refletindo a inserção de novos cultivares na cadeia. A inserção da cultura do sorgo sacarino induz o aumento de alocação de área para plantio de cana e sorgo, reduzindo ainda mais a área disponível para alimentos e outras culturas. O enlace R17 segue a mesma lógica do enlace R1, enquanto B18 segue a mesma lógica de B3, contudo relacionado ao sorgo. O enlace R19 representa uma diferença entre a alocação de terra para cana e para o sorgo. Quanto mais terra destinada ao sorgo, menor a área de plantio de alimentos, aumentando assim a lacuna entre oferta e demanda de alimentos, como representado no enlace B6.

No mapa consolidado, ainda é possível identificar as variáveis exógenas aos atores apresentados, como, por exemplo, o preço das matérias-primas (sorgo e cana), e o volume vendido de cana e sorgo, influenciando o volume de etanol produzido. Como resultado dos investimentos do governo no desenvolvimento de micro usinas e no fomento da produção, surge um elemento novo que é o grau de mobilização dos produtores. Hoje este movimento está restrito a atuação da COOPERCANA junto às entidades governamentais conforme comentado pelo Especialista E6.

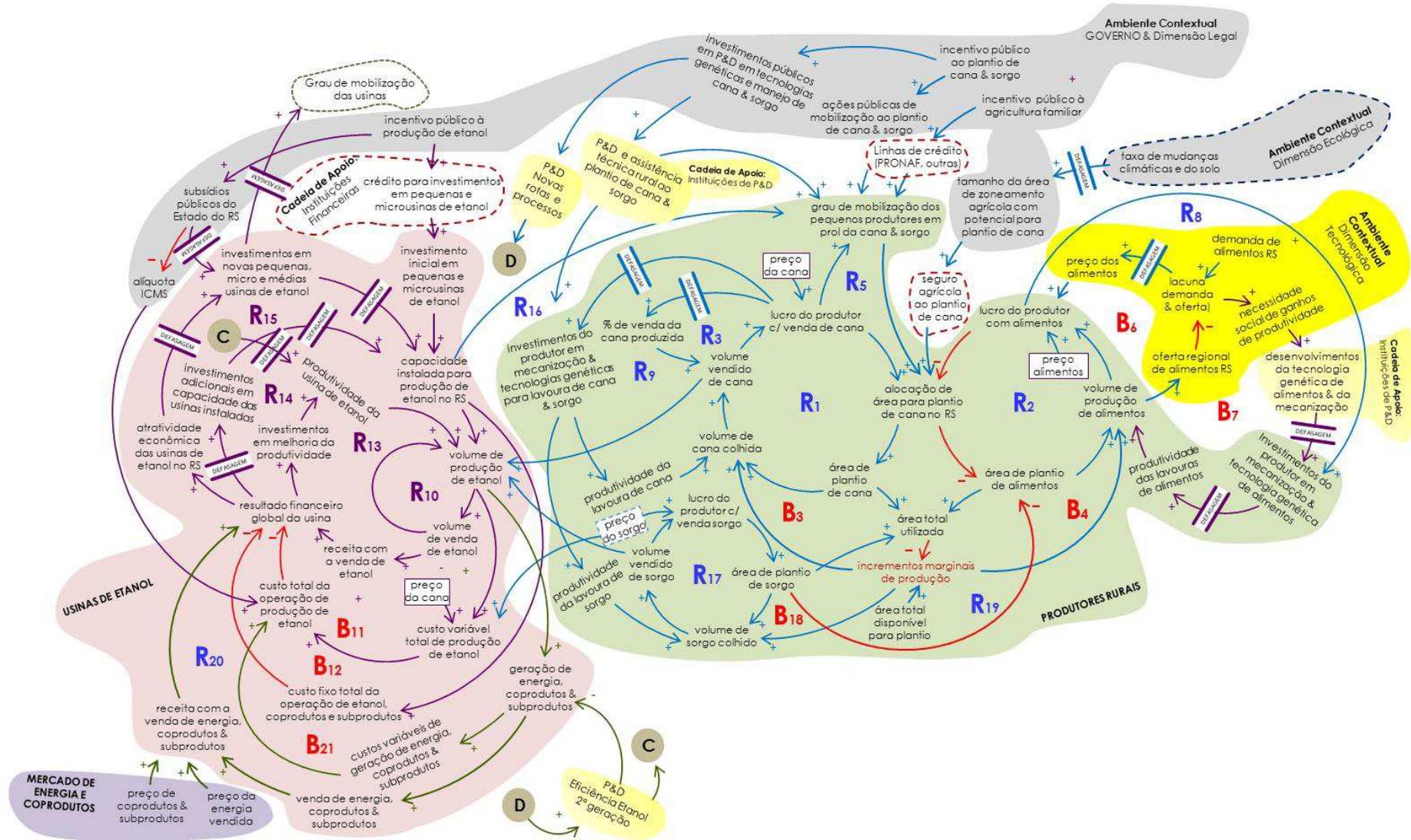
... ela (a COOPERCANA) integrou o agricultor familiar com a atividade industrial. Sofre muito com a especialização que a atividade industrial demanda. Eles estão tendo algumas dificuldades para dar saltos com a qualidade de gestão da indústria, seja gestão de processos industriais, seja gestão financeira, qualidade. Mas eles estão evoluindo. A Coopercana atua muito para fora se fazendo ouvir pelos organismos de apoio (E6).

Por outro lado, analisando-se o mapa observa-se que área destinada à produção de matérias-primas para produção de etanol constitui-se um dos limitadores do sistema. A cana-de-açúcar tem seu ciclo de vida produtivo de 6 a 8 anos (IEL, 2011), restringindo a área utilizada para outras culturas. Se considerado o cultivo de sorgo, este tem um ciclo de vida sazonal, ou seja, são necessários de 6 a 8 meses entre o plantio e a colheita e, no restante do ano, pode-se utilizar a área para outras culturas (IEL, 2011). Contudo, se for considerado o rendimento global anual da propriedade, as variações no mercado, principalmente de alimentos, podem contribuir para o desbalanceamento no sistema com a migração de áreas de sorgo sacarino para produção de alimentos e provocar um desabastecimento das usinas na entressafra da cana-de-açúcar.

#### 4.4. Políticas Públicas e P&D na Cadeia de Produção do Etanol

Políticas públicas representam o estado em ação (GOBERT, 1987, apud HOFLING, 2001), através de ações que visam a atender um objetivo. Inicialmente percebeu-se um entendimento dos entrevistados e das referências, de que as políticas públicas estavam diretamente relacionadas a recursos disponibilizados para os elos da cadeia. No entanto, puderam ser observados, ao longo do estudo, outros elementos relevantes conforme apresentado na Figura 12. Existem investimentos diretos sob a forma de financiamentos para compra de equipamentos, linhas de crédito para produção agrícola e P&D. Existem ainda incentivos fiscais e redução de alíquotas de impostos para usinas e produtores. Outros mecanismos de incentivo público ao setor estão relacionados a fatores políticos como zoneamento agrícola e ações de mobilização e assistência técnica rural junto às comunidades produtores e usinas.

Figura 12: Mapa sistêmico – influencia das políticas públicas e P&D



Fonte: Elaborado pelos Autores (2013)

Existem incentivos à produção de etanol através de linhas de crédito especiais. Estes incentivos estão representados no mapa, indicando-se que seu incremento busca fomentar o investimento inicial em micro usinas e, por sua vez, a geração de capacidade instalada e as implicações deste modelo já foram discutidas nas seções anteriores. Somam-se a estes investimentos, as políticas públicas de incentivo à agricultura familiar, perfil predominante da região noroeste do estado, através de linhas de crédito especiais. Por outro lado, identifica-se a necessidade de se promover incentivo público à produção de etanol através de subsídios nas alíquotas de impostos o que reduziria custo total de produção do etanol. O RS apresenta uma alíquota de ICMS de 25%, considerada a maior entre os estados brasileiros. Em estados como São Paulo e Paraná, esta alíquota é de 12% e 18%, respectivamente (DEMCZUK, 2012). Esta visão também é citada pelos especialistas E5 e E1.

o ICMS no RS é o mais elevado do que nos outros estados. Não podemos ter custos tributários mais pesados do que em outros estados. Deve ter um nivelamento. O governo precisa sentar e ver qual o nível de subsídio tributário que teria que ser aplicado para se ter os benefícios socioeconômicos que esse empreendimento pode trazer (E5).

...hoje a agricultura tem acesso a linhas de crédito com o PRONAF voltado a agricultura familiar que dá acesso aos pequenos agricultores a recursos federais, linhas de crédito com juros de 2% ao ano (E1).

Com incentivos às usinas, o governo induz a demanda de matéria-prima para produção de etanol, o que pode requerer políticas públicas para supri-la. O incremento na necessidade de matérias-primas como a cana e o sorgo, demandaria uma necessidade de investimentos em P&D para melhoria genética e de manejo da cultura a fim de se obter maior produtividade, sendo esse um investimento indireto. Este P&D atuaria também em outras linhas de pesquisa como novas fontes de matéria primas, como arroz, mandioca e milho, pesquisas na área genética para aumento da produtividade, novos processos como etanol de 2º geração e desenvolvimento de enzimas para produção e etanol. Estas ações seriam localizadas nos centros de pesquisa, universidades e centros de extensão rurais, conforme comentam os especialistas E1, E3, E4 e E6:

...hoje estão em estudo quase 180 espécimes de cana-de-açúcar em aproximadamente 20 áreas mapeadas no estado onde estas culturas estão atingindo patamares de produção muito próximos a São Paulo. Estes estudos são coordenados por uma rede de universidade e centro de pesquisas conhecida como RIDESA (E1).

...hoje estamos desenvolvendo outras linhas de pesquisa entre conjunta com iniciativa privada. Existe um projeto de produção de etanol no Rio Grande do Sul utilizando arroz, mas que pode utilizar mandioca, milho. A pesquisa esta bem avançada e já esta em fase de avaliação financeira (E1).

...a pesquisa com etanol de segunda geração está indo bem, porém começamos tarde. Ai entra a Petrobras, os ministérios e a própria iniciativa privada para recuperar o atraso. Esta é uma nova rota, uma forte disputa que deve colher os primeiros frutos em 2 ou 3 anos (E4).

... a mecanização é fundamental para aumentar a produtividade do setor e desencadeia outras melhorias. Aumenta (a mecanização) a produtividade, reduz impacto ambiental e melhora a qualidade dos coprodutos (E3).

O sorgo é uma cultura perene, contudo é nova na região, logo a grande dificuldade será implementar o manejo correto. Ai vejo a participação da EMATER juntas comunidades (E3).

É preciso inserir tecnologia na agricultura, na cana-de-açúcar, com vistas à produtividade e para que melhore a matéria-prima. Também tem que melhorar o processo industrial. Hoje não temos o setor está sucateado no estado, se investirmos em um aumento no volume de matérias-primas, e continuarmos com o processo produtivo precário, estaremos colocando dinheiro fora (E6).

...a Embrapa tem desenvolvido trabalhos de pesquisa genética e de solo para melhoria de produtividade. Existe também a pesquisa de produção de sorgo sacarino desenvolvido pela EMBAPA Sete Lagoas-MG, a pesquisa em bioenergia desenvolvida na EMBRAPA clima temperado (E6).

Outro tipo de melhoria está relacionado à mecanização do processo, conforme representado no enlace R9, pois mais investimentos em mecanização adequada tendem a gerar maior produtividade, o que, por sua vez, gera maiores volumes colhidos, incrementando o lucro com a venda de cana e, depois de certo tempo, capacidade de reinvestimento do produtor em melhoria de seu negócio. Este modelo mental aparece nas citações de todos os especialistas.

Este mesmo incentivo à produção de cana e sorgo tende a requerer ações de mobilização de agricultores e comunidades para sensibilizá-los a aderirem à cadeia, modelado no enlace R5: quanto maior o grau de mobilização dos produtores, maior alocação de terra para plantio de cana e sorgo, mais volume de cana produzido e comercializado, gerando mais lucro e por consequência mais mobilização dos agricultores, bem como mais pressão sobre a esfera de cultivo de alimentos nessas regiões. Essas políticas também podem vir sob a forma de novos zoneamentos agrícolas, que permitem o acesso ao seguro agrícola, motivando a

alocação de terras para cultivo de cultivares usados na produção do etanol. O zoneamento agrícola para cana-de-açúcar no Estado foi publicado em 2009 através da portaria 54 (EMBRAPA, 2009), inserindo 182 municípios na rota de produção de cana e constituindo um importante fator para o desenvolvimento da cadeia regional, como reforçado pela citação do especialista E1:

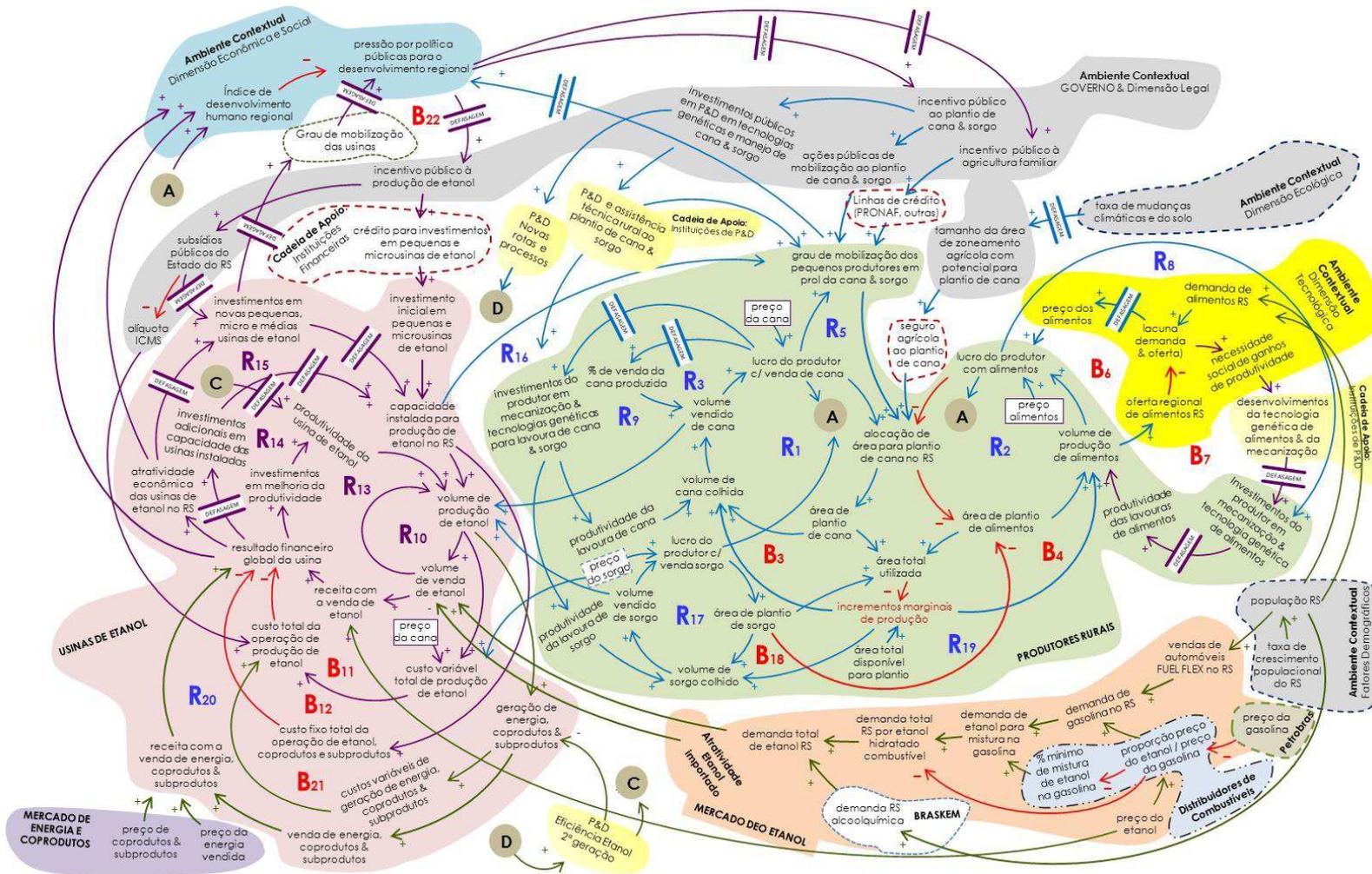
...havia um dogma de que não dava para produzir cana no Rio Grande do Sul por causa do frio. Agora com zoneamento agrícola, 10.524 mil ha estão aptos à cana o que significa ter acesso a fomentos federais (E1).

Considerando os elementos apontados pelos entrevistados, a adoção de políticas públicas eficazes e de elevado espectro de abrangência pode ser um fato decisivo na consolidação da cadeia regional.

#### 4.5. O Desafio da Competitividade e Sustentabilidade

Complementando o mapa sistêmico, como apresenta a Figura 12, passa-se a considerar elementos de mercado que afetam a cadeia no âmbito contextual da realidade. Influenciados pelo crescimento da população, observa-se um aumento na frota de veículos e por conseqüência, um aumento na demanda de etanol hidratado para uso como combustível e etanol anidro para mistura na gasolina. Atuam então, a Petrobrás, empresa estatal responsável pela centralização da venda do etanol, e os distribuidores, responsáveis pela venda do etanol combustível e da gasolina para as redes de varejo. O volume de combustível soma-se à demanda alcoolquímica representada pela Braskem, empresa do ramo petroquímico que produz polipropileno e polietileno a partir do etanol, produtos conhecidos popularmente como “plástico verde”. Para a alcoolquímica, a compra do etanol pode ser realizada diretamente na usina, não havendo interferência da Petrobras. Considerando-se a essa demanda local, o estado produz menos de 1% do etanol que consome (ANP, 2013), deixando uma lacuna que pode ser revertida como incentivo a produção local.

Figura 12: Mapa sistêmico da cadeia de etanol – visão de relacionamentos



Fonte: Elaborado pelos Autores (2013)

Contudo, uma condição colocada pelos especialistas entrevistados e que pode comprometer a sustentabilidade econômica da cadeia local é a baixa competitividade do etanol produzido no Estado, o que resulta em uma maior importação de outros estados, conforme destaca o Especialista E4:

... a pergunta que tem que ser respondida é: qual a capacidade que temos de produzir cana, comparados a São Paulo em termos de rendimento e custos? Hoje há uma plataforma competitiva agrícola baixa, uma estrutura fundiária que conduz a predominância de pequenas propriedades familiares com baixo nível de mecanização (E4).

Depreende-se das entrevistas realizadas uma linha de entendimento de que as grandes usinas serão controladas não mais por usineiros, e sim por grandes players do ramo de biocombustíveis. Essa tendência pode ser confirmada com o interesse da Petrobras, através da subsidiária Petrobras Biocombustível, investir na pesquisa e produção de Etanol cerca U\$ 1,2 bi até 2016 (PETROBRAS, 2012), bem como pelos especialistas E4 e E6:

...existem muitos projetos em andamento na área de pesquisa e produção de etanol de primeira e segunda geração que estão sendo produzidos por grandes corporações do petróleo que estão vendo este mercado como potencial de futuro (E4).

...a cadeia do etanol no Brasil está mudando. O usineiro tradicional está sendo substituído por grandes corporações que arrendam propriedades para formação do canavial, reduzindo assim custos operacionais e logísticos (E6).

Com a entrada de grandes players na cadeia de produção nacional, existe a tendência de formação de clusters produtivos, o que reduziria os custos de produção e logísticos, reduzindo o custo do Etanol importado pelo Estado e aumentando sua atratividade em detrimento do produzido localmente. Este aumento da atratividade do etanol importado desestimularia a cadeia local o que, depois de um certo tempo, reduziria a venda de etanol produzido no Estado. Como efeito, o enlace R16 influenciaria negativamente a mobilização dos produtores e isso influenciaria negativamente a alocação de área para cana e sorgo, através dos enlaces R5, R1 e R17, bem como o lucro do produtor. Por outro lado, com o reforço negativo de R1, haveria um reforço positivo para R2, o que aumentaria a alocação de terra para produção de alimentos. Este conjunto de fatores pode trazer perdas para a cadeia local como um todo. Os produtores e usinas mobilizados através de uniões rurais e sindicatos, depois de algum tempo, podem gerar pressão política para que o governo gere mais políticas públicas para o desenvolvimento regional, medido pelo IDH (Índice de Desenvolvimento

Humano) local. Cabe observar que a redução do IDH geraria pressão política sobre o Governo Estadual, que, por sua vez, deveria optar na sua forma de ação como promotor de desenvolvimento regional: (i) promover novos investimentos e políticas públicas focadas na cadeia, gerando assim um ciclo de reforço positivo à cadeia; ou (ii) atuar na forma de converter a matriz socioeconômica da região para outras formas de geração de emprego e renda, abandonando o desenvolvimento dessa cadeia.

Desta forma, a leitura do mapa sistêmico retrata o que foi batizado pelos autores como o “Desafio da Competitividade e Sustentabilidade”, dado que a cadeia de Etanol ganha contornos socioeconômicos e políticos relevantes, que dependem não apenas de relações de oferta e demanda, mas da consideração do ecossistema estabelecido e das perspectivas de desenvolvimento regional, fixação do homem do campo e agricultura familiar sustentável.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A cadeia de produção de etanol no Estado do Rio Grande do Sul é um sistema complexo que necessita ser compreendido como tal. A análise dos atores, variáveis e inter-relacionamentos evidencia essa complexidade e permite identificar elementos chave no entendimento da interdependência de seus atores, inseridos em um ambiente transacional e um ambiente contextual. O mapeamento sistêmico realizado seguiu os passos recomendados por Sterman (2000) e utilizou-se de fontes de dados bibliográficos, documentais e entrevistas. As percepções decorrentes desta análise forneceram visões dos modelos mentais que regem a cadeia e que explicam os níveis de eventos e padrões de comportamento.

Inicialmente, os agricultores enfrentam a decisão de escolher que cultivares devem ser alocados em suas propriedades de forma a maximizar seus resultados econômicos e, concomitantemente, minimizar os riscos associados. Esta decisão tem impacto direto em outras cadeias de produção, principalmente na de alimentos, gerando potenciais lacunas e necessidades sociais de incrementos na produção de alimentos. Contudo, evidencia-se que a área de plantio torna-se um limitador do sistema, afetando os ganhos globais do produtor, gerando oscilações em suas decisões ao longo do tempo.

O Governo Estadual, por sua vez, acredita que fomentando a instalação de micro usinas fomentará investimentos no desenvolvimento da cadeia local, tornando-a atrativa a investimentos privados, apoiados em políticas de incentivo à ampliação da capacidade instalada da cadeia. Entretanto, esta visão é questionada, pois, para que se realize, aspectos importantes necessitam ser trabalhada, tais como redução de cargas tributárias, investimentos

em desenvolvimento de novas tecnologias de produção de etanol, pesquisa genética e de matérias-primas.

A modelagem e a análise realizadas permitem inferir que esse modelo de desenvolvimento apresenta fragilidades, evidenciadas nos modelos mentais existentes com relação à sustentabilidade econômica da cadeia. A cadeia está fortemente baseada na efetividade de políticas públicas. Desta forma, possíveis variações no sistema podem levar os atores a buscar, no Governo, incrementos sobre as políticas públicas. Um efeito significativo poderia ser o aporte de recursos cada vez maior na tentativa de manter a cadeia em operação, mesmo sem que a sustentabilidade econômica seja atingida de forma plena, formando um arquétipo apresentado por Sterman (2000) e conhecido como “quebra-galhos que não dão certo”, pelo qual a cadeia busca soluções rápidas para os problemas surgidos sem que haja uma ação efetiva nas causas fundamentais. Outro efeito pode ser o abandono, por parte do Governo ou de outros atores, da busca pela consolidação da cadeia. Nesse caso, a mesma permanecerá estagnada ou desaparecerá segundo os moldes hoje vigentes.

Por outro lado, é importante entender essa cadeia de produção não apenas com um foco econômico, dado que o Estado muito dificilmente chegará a ser auto-suficiente na produção deste biocombustível. A cadeia de etanol do Estado representa uma oportunidade de desenvolvimento regional e inclusão social das famílias de agricultores familiares herdeiros de movimentos realizados no passado, com o objetivo de criar tal cadeia. Sua subsistência e os impactos socioeconômicos derivados da existência ou não dessa cadeia necessitam ser considerados, provendo-se formas de geração de oportunidade e renda para sua região de inserção.

O trabalho não pretende encerrar a discussão sobre a estrutura sistêmica que rege essa cadeia, mas sim fornecer uma possível visão dos principais elementos identificados durante a pesquisa. Alguns atores da cadeia auxiliar não foram abordados na construção do modelo por participarem de forma menos ativa sobre as dimensões abordadas. Cabe também salientar que não se pretendeu fazer juízo de valor sobre os modelos mentais identificados e sim mapear suas interações com vistas à geração de conhecimento para o apoio na construção do entendimento de uma realidade instalada e com impactos concretos sobre os temas de fixação rural, desenvolvimento regional, geração de biocombustíveis e desenvolvimento sustentável de uma população.

### **3.3 Artigo 3: Cenários prospectivos para uma cadeia produtiva do etanol baseada em regime associativo e pequenas propriedades de agricultura**

Este artigo teve seu resumo aprovado para o 8<sup>th</sup> Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, a ser realizado em Dubrovnik 2013, e representa a entrega do objetivo 3 e o objetivo Geral desta pesquisa. As referências utilizadas no artigo são apresentadas de forma unificada com outras referências no final deste volume.

#### **Resumo**

O Brasil foi pioneiro na produção de etanol a partir de um programa nacional de produção na década de 1970, compreendendo as preocupações com a sustentabilidade, mudanças climáticas e as instabilidades relacionadas com uma economia baseada no petróleo combustível (Goldemberg, 2007). No entanto, o desenvolvimento de cadeias de produção de etanol no Brasil não é homogêneo. O estado do Rio Grande do Sul, o estado mais meridional do Brasil, apresenta um tipo de propriedade rural que requer o desenvolvimento de uma cadeia integrada de produção, com foco não apenas em produção de biocombustíveis, mas também de seus derivados, visando à geração de renda com base na agricultura familiar, desenvolvimento regional sustentável e a inclusão social. Ao contrário do perfil de produção do resto do Brasil, onde a produção de etanol assume contornos de agronegócio de grande escala, o Rio Grande do Sul apresenta uma cadeia de produção estagnada. Este artigo apresenta uma análise com base na abordagem de dinâmica de sistemas (Van der Heijden, 2004) para cenários futuros, com o objetivo de discutir alternativas para a sustentabilidade e competitividade da cadeia, dadas a sua dimensão social. Através de coleta em várias bases de dados políticos e econômicos, e entrevistas com especialistas em diferentes elos da cadeia, o estudo de cenários baseia-se em um mapa sistêmico e na análise das dimensões política, econômica, social, tecnológica, ambiental e legal como forma de modelar a realidade atual. Os dados gerados foram analisados e utilizados como base para construir três cenários futuros. Estes cenários permitiram entender como será o comportamento dos atores da cadeia, caso estes cenários se configurassem, através das interligações descritas no modelo sistêmico deste sistema. Com a análise destes cenários identificou-se situações comuns em todos os cenários avaliados e aspectos que mesmo não sendo comuns, mas apresentam relevância. Estes dados serviram de base para proposição de ações estratégicas que preparem a cadeia para suportar os efeitos das incertezas podem ocorrer no futuro garantindo assim a competitividade e a sustentabilidade econômica

Palavras-chave: etanol, agricultura familiar, energias renováveis, modelagem, dinâmica de sistemas, planejamento de cenários.

Prospective scenarios for an ethanol production chain based on associative production and family farming

#### **Abstract**

Brazil pioneered the production of ethanol fuel, starting a national production program in the 1970s, understanding the concerns with sustainability, climate change and the instabilities related to an economy based on petroleum fuel (Goldemberg, 2007). However, the development of production chains of ethanol in Brazil is not homogeneous. The state of Rio Grande do Sul, the southernmost state of Brazil, presents a type of rural property that requires the development of an integrated chain of production with focus not only on biofuel production, but also its byproducts, aiming to generate income based on family agriculture, sustainable regional development and social inclusion. Unlike the production profile of the rest of Brazil, where prevails a large-scale production agribusiness model, this state presents an stagnated production chain. This paper presents an analysis based on the systems' dynamics approach (Van der Heijden, 2004) for future scenarios, aiming to discuss alternatives for the sustainability and competitiveness of the chain, given its social dimension. Through collection in various databases political and economic, and interviews with experts in different parts of the chain, the scenario study is based on a systemic map and analysis of political, economic, social, technological, environmental and legal and way to model the current reality. The data generated were analyzed and used as a basis to construct three future scenarios. These scenarios will be possible to understand how the behavior of actors in the chain if these scenarios are come true through the interconnections described in the systemic model of this system. By analyzing these scenarios identified situations are common in all evaluated scenarios and aspects that although not common, but have relevance. These data were the basis for proposing strategic actions to prepare the chain to withstand the effects of uncertainty may occur in the future thus ensuring competitiveness and economic sustainability. Keywords: ethanol, family farming, renewable energy, modeling, system's dynamics, prospecting scenarios.

## 1. INTRODUÇÃO

A busca por fontes alternativas de energia sustentável, com baixo impacto ambiental tem motivado investimentos e pesquisa em todo o mundo, especialmente para aquelas que colocam o foco em biocombustíveis (UNCTAD, 2011), bem como aquelas baseadas em visões sistêmicas dos ciclos de produção e consumo. Este assunto tem sido tratado como estratégico para Brasil, pois além de redução de impactos ambientais decorrentes de uso de combustíveis fósseis é visto como uma alternativa de desenvolvimento social e econômico. A área cultivada com cana-de-açúcar que será colhida e destinada à atividade sucroalcooleira na safra 2012/13 está estimada em 8.520,5 mil hectares o que representa uma produção estimada em 560,13 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, (CONAB, 2013), distribuídas em todos estados produtores. O estado de São Paulo é o maior produtor com 51,87% (4.419,46 mil hectares), seguido por Goiás com 8,52% (725,91 mil hectares) e Minas Gerais com 8,47% (721,86 mil hectares). A produção total de etanol no Brasil em 2012/13 é estimada em 23,62 bilhões de litros. Deste total, 9,66 bilhões de litros serão de etanol anidro, e 13,96 bilhões de litros serão de etanol hidratado.

O Estado do Rio Grande do Sul participa desta matriz com uma produção de 6,57 mil litros (ANP, 2012), o que pode ser considerado inexpressivo frente à demanda local, que hoje chegam 1,3 bilhões de litros/ano (SDPI, 2012). Soma-se, a essa demanda, a gerada por uma planta de produção de “polipropileno verde”, produzido a partir de etanol, no município de Triunfo, e de outra da mesma empresa, que já produz “polietileno verde”, gerando incrementos de mais 250 milhões de litros. O crescimento na frota de veículos também é um fator que impulsiona o consumo de etanol, seja como combustível puro ou através da mistura com a gasolina “C” prevista na legislação brasileira. Em 2012 foram emplacados 2,45 milhões de carro *flex fuel* no Brasil, sendo 168,8 mil veículos no Rio Grande do Sul (ANFAVEA, 2012). O mercado do Rio Grande do Sul oferece uma oportunidade de crescimento que pode ser explorada trazendo benefícios não só econômicos, mas também de desenvolvimento regional, visto que sua dependência das importações de etanol supera 99,5% da demanda.

Por lado, através da portaria 54 de 17 de abril de 2009 (EMBRAPA, 2009) foi estabelecido o zoneamento agrícola da cana de açúcar no Estado. Esta representava uma antiga reivindicação do Estado, pois com este zoneamento os agricultores passam a ter acesso às políticas públicas de incentivo à produção, como linhas de crédito especiais e o seguro agrícola, que garante a renda mínima ao agricultor em caso de perda da safra. Em 2012, o Governo Estadual lançou o programa setorial para biocombustíveis, onde foi estipulada uma série de ações estruturantes a serem implantadas até 2016 para fomentar esta cadeia, demonstrando a importância estratégica deste segmento na economia do Estado, na visão da atual força política vigente (SDPI, 2012).

Além disso, outro fator a considerar na cadeia gaúcha é a existência de uma usina de produção de etanol em operação na cidade de Porto Xavier, região noroeste do Estado, operando em regime cooperato e baseada na produção de cana-de-açúcar oriunda de propriedades agrícolas de pequeno porte e com características de agricultura familiar. A COOPERCANA é responsável por grande parte do PIB local, afetando cerca de 2000 pessoas diretamente nas atividades de plantio, corte, transporte e processamento (IEL, 2011 - Produto 5). A vocação do estado para a agricultura familiar necessita ser considerada neste contexto, pois se trata de um sistema complexo (KUIAWINSKI, 2008) e que não pode ser submetida a modelos de produção já aplicados em outras regiões produtoras de cana-de-açúcar existentes no Brasil, onde prevalece a agricultura de grande escala de produção.

Mesmo com este cenário promissor ao desenvolvimento de uma cadeia de produção regional, nota-se que há um quadro de estagnação. Na última década, a safra de cana-de-açúcar no estado praticamente não mudou, conforme mostra a Tabela 1. Enquanto em outras

regiões do Brasil a área plantada aumentou mais 40% nos últimos 9 anos, no Rio Grande do Sul este aumento não chegou a 2% (IBGE, 2011).

**Tabela 1: Área destinada ao plantio de cana de açúcar por Regiões**

ESTADO/SAFRA	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Variação %
Rio Grande do Sul	32.170	31.933	32.570	33.277	35.767	36.779	36.688	35.970	32.694	1,60%
Região Centro-Sul	4.248.843	4.479.911	4.663.630	5.234.211	5.870.467	6.905.380	7.610.340	7.895.289	8.336.225	49,03%
Região Norte-Nordeste	1.128.373	1.153.789	1.151.521	1.158.635	1.216.384	1.305.497	1.235.493	1.269.467	1.280.390	11,87%
Brasil	5.377.216	5.633.700	5.815.151	6.392.846	7.086.851	8.210.877	8.845.833	9.164.756	9.616.615	44,08%

**Fonte: IBGE, (2011)**

De modo a desenvolver essa cadeia, um planejamento em médio e longo prazo deve ser estabelecido, visando a dar condições de consolidação para os elos de forma sustentável. Neste sentido o planejamento de cenários constitui uma abordagem que pode contribuir na construção deste conhecimento, preparando os tomadores de decisão para as adversidades que possam ocorrer pelo caminho. Os cenários dão sentido aos eventos futuros, assim como os relatos históricos dão sentido ao passado (VAN DER HEIJDEN, 2004). O objetivo dessa abordagem é buscar elementos do ambiente contextual e construir cenários futuros através dos quais se poderá antecipadamente compreender tendências e estabelecer planos para evitar impactos indesejados de elementos de incerteza no ambiente estudado e no ambiente externo. Alinhado a essa visão, o presente trabalho pretende contribuir no estudo da realidade da cadeia ora apresentada, através da aplicação do método de planejamento de cenários proposto por Van Der Heijden (2004).

Na próxima seção apresentam-se os procedimentos metodológicos utilizados. A partir de então são apresentados às análises e interpretações obtidas sobre as dimensões política, econômica, social, tecnológica, ecológica e legal (PESTEL), fazendo-se referência a dados e elementos referenciais quando necessário, de forma a tornar mais orgânica à leitura dos cenários. As principais forças motrizes do ambiente contextual identificadas, e suas tendências, serão discutidas quanto sua influência, sendo apresentados 3 cenários futuros possíveis bem como o impacto de cada um na estruturação da cadeia de etanol no Estado. O objetivo dos cenários apresentados não é o de exaurir as possibilidades de futuro, mas sim gerar subsídios para a discussão dos efeitos percebidos. Essa discussão é apresentada na seção de análise que antecede o final do artigo. Nesta seção também serão apresentadas ações que visam contribuir para construção de estratégias mais robustas, de forma a garantir, a

competitividade e a sustentabilidade econômica dessa cadeia de produção no Estado do Rio Grande do Sul em longo prazo.

## **2. METODOLOGIA**

A presente pesquisa foi realizada combinando coleta de dados qualitativos e quantitativos e dois ciclos de entrevistas com especialistas com reconhecida expertise sobre a cadeia de etanol no Estado, seguindo o tratamento destes dados através da lógica de planejamento de cenários propostos por Van Der Heijden (2009) e na modelagem de sistemas dinâmicos proposta por Sterman (2000).

A coleta de dados qualitativos e quantitativos utilizou fontes bibliográficas, como artigos acadêmicos, nacionais e internacionais em bancos de dados como Scielo, Emerald e no portal Capes, buscando palavras chave referenciando a temática da produção de etanol, agricultura familiar, cadeia de produção, planejamento de cenários e modelagem. Outras fontes utilizadas incluem teses e dissertações sobre o tema em estudo, além de dados documentais, físicos e eletrônicos sobre o assunto, obtidos em fontes oficiais reconhecidamente idôneas, como IBGE, FEE, CONAB, MAPA, ANP, ANFAVEA, secretarias e câmeras setoriais estaduais e federais para biocombustíveis, entidades representativas, como UNICA, FEPAGRO, e centros de pesquisas e assistência técnica, como EMBRAPA e EMATER.

As entrevistas realizadas acessaram sete especialistas considerando o critério de apresentarem, nos últimos 5 anos, o mínimo de 3 anos de atuação no tema, identificada através de: evidências publicadas nas áreas de pesquisa, desenvolvimento, ou ação governamental no Estado; ou representação dos principais elos da cadeia de produção ou de suporte no Estado. As entrevistas foram gravadas e posteriormente transcritas para realização da análise de conteúdo e triangulação com os demais dados coletados.

Na primeira etapa de entrevistas optou-se por um formato semi-estruturado, abordando tópicos como: características da cadeia, aspectos sociais, econômicos, matérias-primas, políticos, meio ambientes e tecnologia. Esta abordagem foi escolhida pela flexibilidade que oferece ao entrevistado de fornecer dados que não estão previamente definidos, mas que podem enriquecer a pesquisa (RYAN et al., 2009).

Também foram realizados, ao longo do processo de pesquisa, encontros de curta duração da equipe de pesquisa. Durante as reuniões a equipa alçou mão de recursos de áudio visuais, registrando através de imagens e gravações de áudio das discussões para que fosse possível resgatar estas discussões sempre que fosse necessário. Ao final desta etapa foram

gerados duas contribuições do trabalho: um mapa conceitual da cadeia de produção do etanol no Rio Grande do Sul com os principais atores (LONGHI et al., 2013b) e as principais forças motrizes do ambiente contextual que atuam nesta cadeia (LONGHI et al., 2013a). A partir desta compilação as forças motrizes identificadas foram discutidas e agrupadas segundo o método de planejamento de cenários proposto por Van Der Heijden (2009).

Van Der Heijden (2009) sugere que a construção de cenários pode auxiliar a suprir a necessidade de se obter percepções balizadas do ambiente futuro, de forma a se prepararem para possíveis eventos que possam impactar tanto de forma positiva como negativa seus objetivos e metas. Segundo esse autor, uma vez selecionadas em seu ambiente de atuação, cada conjunto de variáveis deve passar por um processo de agrupamento/vinculação que pode seguir um esquema de categorização nas dimensões Política, Econômica, Social, Tecnológica (PEST) ou, ainda, Ecológica (PESTE). Contudo o autor alerta para não haver um rigor nesta classificação, podendo haver inserção de outras dimensões relevantes identificadas. Como sugerido por Van Der Heijden (2009), o trabalho considerou a inclusão de mais uma dimensão para classificação das forças motrizes, aqui chamada de dimensão Legal.

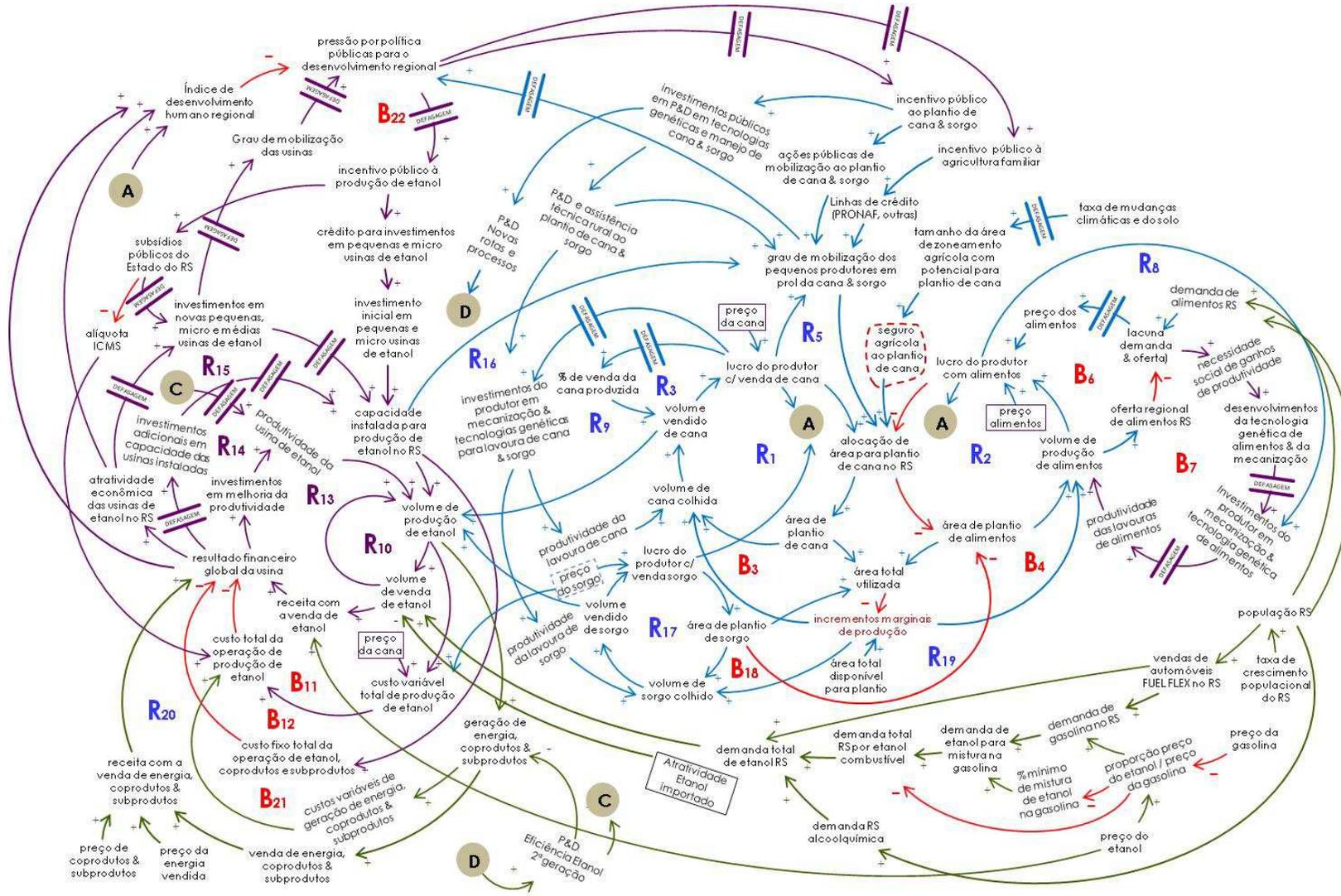
Ao término desta etapa, um novo ciclo de entrevistas foi realizado com os mesmos entrevistados do primeiro ciclo. Neste momento foram apresentados o mapa conceitual e as forças motrizes identificadas. Neste momento buscou-se identificar a percepção dos especialistas quanto às incertezas mais significativas e quais ações poderiam ser tomadas para evitar que tal realidade não se confirmasse ou pelo menos como a cadeia pode se preparar para que as instabilidades não afetem de forma significativa a dinâmica do sistema. Estas entrevistas foram gravadas e seus resultados discutidos novamente pela equipe de pesquisa, o que gerou os cenários propostos e as ações apresentadas, totalizando um processo de pesquisa de 20 meses.

### **3. ANTECEDENTES SOBRE A CADEIA DE ETANOL NO ESTADO**

Partindo-se dos elementos coletados no primeiro ciclo de entrevistas e do levantamento de dados quantitativos e qualitativos obteve-se a percepção de quais eram as forças motrizes do ambiente contextual da cadeia bem como as interações entre os atores, conforme apresentado em detalhes em Longhi et al. (2013a). Com base nesta percepção foi construído o mapa sistêmico baseado nos cinco passos recomendados por Sterman (2000), representado na Figura 1 e discutido em detalhes em Longhi et al. (2013b). Neste mapa é possível verificar o comportamento dos atores frente a estímulos do ambiente exógeno constituindo um sistemas compostos por enlaces de feedback resultantes da interação dos

elementos do sistema. Diferentemente da abordagem de visualizar processos linearmente por causas e efeitos, essa abordagem permite descrever processos de efeito-causa-efeito. A modelagem por Dinâmica de Sistemas permite incorporar a noção de que atrasos e enlaces de feedback, os quais são responsáveis por grande parte do comportamento de sistemas humanos organizados. Nesse sentido, provê uma forma de compreender essas duas características através de técnicas de modelagem e construção de diagramas (STERMAN, 2000). Esses elementos servem de base para a análise apresentada neste artigo, sendo brevemente apresentadas para melhor compreensão do restante do artigo.

Figura 1: Modelo sistêmico da cadeia de etanol no Rio Grande do Sul.



Fonte: Longhi et al. (2013b)

Na dimensão política foi apontada a importância das políticas públicas no desenvolvimento da cadeia. Destaca-se a ausência de uma política de subsídio à produção do etanol conectada a programas de incentivo à agricultura familiar. A percepção depreendida é de que não há interesse em ligar essas dimensões da questão agrária e de bioenergia, ou de que não há força suficientemente articulada para levar essa visão estratégica às bancadas governamentais, havendo, inclusive, críticas de alas representativas de produtores rurais de outras culturas mais expressivas no Estado. O papel dessas bancadas de apoio ao governo tem relevância no processo de suporte à cadeia de produção: considerando que o Governo Estadual busca realinhar estrategicamente o Estado no âmbito da matriz energética, por meio de um programa setorial de biocombustíveis (SDPI, 2012), o papel das bancadas é o de defender interesses, o que poderia facilitar a implantação de políticas públicas de incentivo a essa cadeia. No entanto, a cadeia ainda necessita um forte trabalho de alinhamento dos atores no Estado, visto que hoje não há uma governança bem definida na cadeia de produção, prejudicando-se o compartilhamento de informações e a defesa de interesses entre os diferentes atores.

Na dimensão econômica, destaca-se a importância do seguro agrícola no desenvolvimento da cadeia, de forma a garantir uma renda mínima adequada aos produtores, em caso de perda da safra. No Brasil, o seguro agrícola é atrelado ao zoneamento agrícola, que foi revisado para o Estado em 2009 (BRASIL, 2009), podendo ser expandido caso as tendências de mudanças climáticas ou melhoria genética de cultivares se confirmem. Ações ligadas ao crédito agrícola para pequenos produtores também são relevantes, de modo a assegurar recursos para a melhoria da produtividade e do manejo do campo, e os indícios apontam que devam continuar existindo no futuro. Essas ações atuam como mobilizadoras para os produtores, incentivando-os a arriscarem-se em uma cultura que não lhes são familiares, ou na expansão de canaviais existentes. Porém há uma preocupação com a falta de mão de obra, fruto do êxodo rural e da melhoria na oferta de oportunidades de emprego em outras regiões, o que pode elevar custos de produção. Do ponto de vista global, não há percepção de mudança na tendência dos preços do petróleo e do açúcar, seguindo-se, assim, a regra de mercado de oferta versus demanda.

No âmbito social, o êxodo rural pode ser um fator limitador da cadeia dado a tendência da população jovem ser atraída pelas condições idealizadas de vida e trabalho na cidade, havendo uma tendência ao êxodo nas propriedades agrícolas mapeadas nesta pesquisa. A falta de incentivo ao desenvolvimento da cadeia pode levar essa população a buscar outras

atividades econômicas. Com isso surge uma tendência de aumento da mecanização no campo, e unificação de propriedades agrícolas familiares através da venda ou arrendamento de terra, formando-se grandes lotes e perdendo-se a característica de agricultura familiar. O crescimento demográfico pode ser considerado uma tendência pré-determinada sem impacto relevante imediato para a cadeia. Contudo depreende-se uma percepção de aumento da consciência ecológica da sociedade, o que pode incentivar o uso do etanol como combustível e matéria-prima da indústria alcoolquímica.

A tecnologia representa um aspecto relevante dentro do processo de desenvolvimento da cadeia. Há um alinhamento de percepções e divulgações sobre o potencial da engenharia genética e dos avanços tecnológicos de processo oferecer oportunidades ao desenvolvimento de cadeias de biocombustíveis (UFSCAR, 2012). No caso da cadeia estudada, a pesquisa de culturas de cana-de-açúcar e sorgo sacarino mais adaptável às condições climáticas do Rio Grande do Sul, o aumento da produtividade das atuais culturas, e o desenvolvimento de novas matérias-primas, como arroz, milho e outras são exemplos de potenciais benefícios observados no eixo tecnológico. No âmbito dos processos, os dados inferem que a pesquisa sobre etanol de 2ª geração deva ter uma consolidação em até o final desta década, o que permitiria dobrar o rendimento das atuais áreas de plantio para produção de etanol.

Durante as entrevistas com os especialistas foi apontada outra área de pesquisa que deve ser considerada está relacionada ao desenvolvimento de leveduras para produção de etanol de 1ª e enzimas para produção de etanol de 2ª geração, com o objetivo de reduzir os custos deste insumo. Hoje, poucos países detêm a tecnologia para tal desenvolvimento, podendo este ser um fator decisivo na evolução do etanol como biocombustível no mercado mundial e o desenvolvimento de equipamentos adaptáveis à topografia regional e dimensionados para agricultura de pequena propriedade. A mecanização oferece oportunidades de ganhos na medida em que reduz custos e impactos de falta de mão de obra. Um possível limitador apontado nas entrevistas diz respeito ao correto equilíbrio entre produção de alimentos e para matérias primas para Etanol. Neste sentido há um entendimento de que a necessidade de aumentar a produtividade de alimentos diz respeito não só a cadeia de etanol, mas à segurança alimentar, e, sendo assim, a pesquisa voltada ao aumento da produtividade deverá ocorrer independentemente de fatores locais.

Em termos ecológicos, os estudos acessados indicam que até 2050 haverá um aumento significativo da área apta para o plantio de cana-de-açúcar, fruto de mudanças climáticas como aumento da temperatura média e da concentração de chuvas (MAPA-

AGRITEMPO, 2011). Com isso mais áreas poderão ser incluídas no zoneamento agrícola oferecendo oportunidades de expansão da lavoura.

Na dimensão Legal, não se percebem impactos em termos de incertezas críticas para os cenários de futuro. Há uma tendência de se continuar o processo de criação de legislações que regulamentem o setor energético e disponham sobre os aspectos ambientais de forma cada vez mais rigorosa. Cumpre observar o processo de inclusão de consumidores como fornecedores do sistema elétrico nacional, que deverá seguir a tendência percebida em outros países, auxiliando a sustentabilidade das usinas em médio prazo, pela possibilidade de venda de energia ao sistema nacional.

Resumindo os elementos da análise PESTEL, o Quadro 1 apresenta o resumo das forças motrizes do ambiente contextual e suas tendências para os próximos anos. A próxima seção apresenta os cenários prospectivos criados, dando continuidade à análise proposta pelo artigo.

**Quadro 1: Forças motrizes do ambiente contextual e suas tendências**

AMBIENTE DE ATUAÇÃO	DIMENSÃO AMBIENTAL	FORÇA MOTRIZ	TENDÊNCIA
AMBIENTE CONTEXTUAL	POLÍTICA	RS Política Pública - Subsídios para produção de etanol RS	Bancada de apoio ao governo federal é relevante, mas com pouco interesse no tema
		Políticas energéticas	Bancada Rural não é favorável ao etanol no RS
		Matriz produtiva	Não há impacto percebido. Alinhamento está ocorrendo RS-BR
		Alinhamento político RS e BR	Atores estão desalinhadas, não existe cadeia estruturada. Baixa escala de produção
		Alinhamento político dos atores setoriais	Sem planejamento e governança na cadeia
	ECONÔMICA	Agrícola seguro	Zoneamento agrícola - seguro agrícola deve continuar
		Preço do petróleo	Preço do petróleo tende a aumentar por excasas busca de alternativas
		Preço do açúcar	aumento naturais
		Renda na zona rural	Tendência a manter os níveis. Não há impactos significativos
		Mão de obra no campo - Falta	Tendência de falta
	SOCIAL (Cultural e Demográfica)	Taxa de crescimento da população	Crescimento no RS natural - aumentar a frota de carros
		Migração campo-cidade	Tendência ao êxodo
		Taxa de envelhecimento da população	Necessidade de mecanização e aglomeração de propriedades.
		Percepção do trabalho de campo	Não mudou
		Valores sociais sobre ecologia	Tendência a uma maior consciência ecológica
	TECNOLÓGICA	Tecnologias para reduzir o consumo médio de combustível	Tendência para reduzir o impacto ambiental, maior eficiência no consumo
		Tecnologias genéticas para melhorar a produtividade da cana e sorgo	Estudo de cultivares (EMBRAPA e outros centros de pesquisa)
		Tecnologia de produção de etanol e de melhoria da produtividade de etanol	Melhoria do manejo, melhoramento genético e mecanização
		Tecnologias para melhorar a produtividade de alimentos	Melhoria do manejo, melhoramento genético e mecanização
		Tecnologias de mecanização da cana-de-açúcar	O aumento da mecanização. Redução de custo
	ECOLÓGICA	Mudanças em fatores climáticos	Aumento na área de potencial para o cultivo de cana-de-açúcar
		Mudanças em fatores do solo	
		Distribuição de água	Sem impactos significativos
LEGAL	PNRS		
	Política de emissões	Tendência a aumentar, mas nenhum impacto significativo sobre a cadeia	
	Regulamentação ANP		
	Regulamentação ANEEL	Tendência a flexibilização para cogeração	

**Fonte: elaborado pelos autores com base na coleta de dados (2013)**

#### 4. CENÁRIOS PROSPECTIVOS ESTRATÉGICOS ANALISADOS

Cenários são futuros prováveis, ou seja, visões sobre o que poderá acontecer e dizem respeito a um conjunto de eventos futuros. Estas visões são baseadas em como os atores e as forças motrizes interagem quando submetidos às realidades possíveis. Dessa forma, uma análise de cenários não é realizada com o objetivo de selecionar o cenário desejável ou mais atraente, mas sim na intenção de se estar preparado para enfrentar ou aproveitar condições que se apresentem quando o futuro se tornar presente, através de um conjunto de ações robustas e que minimizem os possíveis efeitos provocados no sistema (VAN DER HEIDJEN, 2004; SCHWARTZ, 2004).

No estudo ora apresentado foram criados três cenários alternativos, representados no Quadro 2. Os cenários foram definidos a partir das percepções coletadas com os especialistas e da análise de tendências apresentada no Quadro 1. Cada cenário foi nominado de acordo com a compreensão subjetiva da equipe de pesquisa sobre seu impacto em termos da potencial sustentabilidade e competitividade da cadeia, seguindo-se a visão metodológica balizadora da pesquisa. Cada cenário foi, então, descrito com base nos elementos da análise PESTEL e do mapa sistêmico anteriormente apresentado, buscando-se interpretar o comportamento das forças motrizes, dos atores e das variáveis internas no sistema de interesse, considerando-se um horizonte de 20 anos à frente (2011-2030). As descrições são apresentadas percorrendo o mapa sistêmico da Figura 1, o qual o leitor é encorajado a revisitar para melhor acompanhamento.

**Quadro 2: Cenários propostos para o estudo da cadeia.**

AMBIENTE DE ATUAÇÃO	DIMENSÃO AMBIENTAL	FORÇA MOTRIZ	CENÁRIOS PROPOSTOS		
			ESTAGNAÇÃO	DESEMPENHO E SUSTENTABILIDADE	PERIGO
AMBIENTE CONTEXTUAL	POLÍTICA	RS Política Pública - Subsídios para produção de etanol RS	Manutenção dos níveis de subsídio mas sem alteração na cadeia	Manutenção dos níveis de subsídio atingindo níveis de desenvolvimento esperados	Manutenção dos níveis de subsídio com posterior redução atingindo parcialmente níveis de desenvolvimento esperados
		Alinhamento político dos atores setoriais	Alinhamento inexistente	Cadeia com alinhamento dos atores	Cadeia com alinhamento dos atores
	TECNOLÓGICA	Tecnologias genéticas para melhorar a produtividade da cana e sorgo	Tecnologia genética promove ganhos de produtividade significativos	Tecnologia genética promove ganhos de produtividade significativos	Tecnologia genética não atinge ganhos de produtividade significativos
		Tecnologia de produção de etanol e de melhoria da produtividade de etanol	Tecnologia para produção e produtividade no processo de produção de etanol promove ganhos de produtividade significativos	Tecnologia para produção e produtividade no processo de produção de etanol promove ganhos de produtividade significativos	Tecnologia para produção e produtividade no processo de produção de etanol não promove ganhos de produtividade significativos

Fonte: elaborado pelos autores (2013)

#### 4.1. Cenário 1 - Estagnação

Consideradas as forças motrizes apresentadas no Quadro 2, apesar dos esforços do Governo Estadual e de entidades interessadas no desenvolvimento da cadeia, a baixa competitividade do etanol produzido no RS ainda é um elemento presente. Não há um alinhamento dos atores e as ações de mobilização ainda são isoladas. A falta de alinhamento também traz perdas em termos de melhoria de processos, principalmente logísticos, reduzindo possibilidades de redução de custos. As informações não são compartilhadas de forma satisfatória, o que gera disparidades entre produtores, usinas e a cadeia de auxiliar.

Apesar do tema não ter apoio favorável das bancadas governamentais, o Governo Estadual com base no alinhamento à política de biocombustíveis do Governo Federal, desenvolve ações de fomento à cadeia e atua através da redução das alíquotas de ICMS e programas de apoio rural (SDPI, 2012). Contudo, a previsão do Governo, de atrair usinas de médio porte, não apresenta o resultado esperado e o modelo de produção instalado no Estado permanece baseado em cooperativas de produtores e micro usinas locais.

Com as mudanças de climáticas e de solo decorrentes do aquecimento global, novas áreas tornam-se aptas ao cultivo da cana. Porém sem mobilização pela defesa de interesses da cadeia, não há força política para incluí-las no zoneamento. A pesquisa em desenvolvimento de melhorias genéticas e técnicas de manejo apresentam resultados satisfatórios, o que rapidamente é disseminado pelos organismos de assistência técnica rural (EMBRAPA, 2012).

A demanda por etanol combustível aumenta por consequência do aumento dos preços do petróleo, do rigor das novas legislações de emissão de gases na atmosfera e do apelo ecológico, colocando os carros flex fuel e híbridos como padrão de veículos. As políticas de mobilidade pública são ineficientes, o que leva a cada vez mais carros serem emplacados a cada ano (ANFAVEA, 2012).

A política energética nacional estimula a produção de etanol, favorecendo o modelo de agronegócio e reduzindo a competitividade do modelo do Rio Grande do Sul. A partir das mudanças nas regras de compra e venda de energia elétrica, abre-se uma nova oportunidade de geração de renda para as usinas através da cogeração de energia, estratégia apoiada pelo Governo Federal. A demanda para álcool química aumenta sistematicamente, elevando ainda mais a dependência do Estado de importações. A demanda mundial de etanol cresce e muitos países buscam entrar nesse mercado como produtores, o que acelera as pesquisas para aumento da produtividade de etanol e aumenta a competição por mercados emergentes (USDA, 2013).

O etanol de 2ª geração tem seu processo consolidado. Os organismos de pesquisa desenvolvem esse processo de produção com tecnologia nacional e, por conseqüência, com custo de produção competitivo. Em âmbito estadual, essa nova tecnologia deixa a competitividade do etanol produzido localmente ainda menor em comparação com outros estados. O lucro com a cana é baixo motivado pelo baixo rendimento da cana produzida localmente, o que reduz interesses e dificulta a geração de renda das unidades de agricultura familiar, que acabam optando para culturas mais rentáveis. Esta realidade é agravada pela falta de gestão logística eficaz, que acaba aumentando perdas e custos. Além disso, há falta de mão de obra local para trabalhar no manejo da cana e no processo de produção do etanol, pois as novas gerações não tem interesse em trabalhar no campo e há pouco recurso disponível para mecanização (IEL-PRODUTO 5, 2011).

Do ponto de vista das conseqüências desse cenário, considerando que as expectativas do Governo Estadual para desenvolvimento de usinas de médio porte através de subsídios e redução de impostos não se concretizem, os enlases R13, R14 e R15 não atuam no sentido de reforço à cadeia. Com a produção de etanol de 2ª geração e a cogeração de energia nas usinas de outros estados produtores, a competitividade da produção local cai drasticamente, dependendo ainda mais de incentivos públicos para manter a cadeia existente.

Os produtores por sua vez não se sentem motivados a expandir a alocação de terras para cana e para sorgo enfraquecendo os enlases R1, R3, R9 e R17. Em termos da produção de cana, o efeito não é sensível, mas, em relação ao sorgo, o efeito é mais significativo visto o caráter sazonal do plantio. Com isso as usinas não dispõem de matérias-primas complementares para operarem ao longo dos 12 meses do ano, o que não dilui os custos fixos da planta, fortalecendo os enlases B11, B12 e B21. Os ganhos marginais com outras culturas não se alteram. Contudo, o aumento da demanda de alimentos, fruto do crescimento populacional, aumenta a lacuna entre demanda e oferta (enlace B6) e promove, depois de algum tempo, o reforço positivo em B7, o que pode levar a maior alocação da terra disponível para plantio de alimentos reforçando positivamente R2.

O baixo grau de mobilização das usinas e produtores fará com que as pressões políticas sejam direcionadas para desenvolver outras oportunidades para agricultura familiar ou até mesmo o fomento de outras atividades econômicas para região. A operação cooperativada existente se mantém, com um parque industrial já estabelecido e produção marginal como a hoje existente. As micro usinas suprem demandas muito pontuais e não auxiliam a formar uma cadeia. A cadeia permanece estagnada, sem crescimento ou decréscimo, oscilando como uma continuada promessa de futuro.

## 4.2. Cenário 2 - Desenvolvimento e Sustentabilidade

Neste cenário, consideradas as forças motrizes apresentadas no Quadro 2, a cadeia do etanol no Rio Grande do Sul consolida-se. O plano de incentivos proposto pelo Governo Estadual atinge plenamente seus objetivos e, além de usinas de pequeno porte, a estrutura conta também com usinas de médio porte, que utilizam a cana e o sorgo como matérias primas principais. Com relação aos aspectos políticos, a cadeia ganha apoio e força representativa no governo, motivada pelo alinhamento dos atores por meio de uniões rurais que se estabelecem para defender os interesses deste setor estratégico. A produção de cana e sorgo conta com parte dos investimentos destinados à agricultura, mesmo com a pressão política de outras entidades agrícolas contrárias à cadeia.

As mudanças climáticas aumentam a temperatura média do Rio Grande do Sul e tornam as áreas norte e central do Estado apta ao plantio de cana, o que leva o Governo Estadual a expandir o zoneamento agrícola para essas culturas. Apesar dos critérios técnicos utilizados, o Governo sofre pressão política para inclusão de áreas, em consequência da atratividade que esta atividade representa. Novas áreas tornam-se aptas ao plantio de cana-de-açúcar, aumentando a área potencial de produção. Esta expansão motiva o setor a novos investimentos também na área de transporte e logística para o escoamento da produção até os grandes centros consumidores (SDPI, 2012).

O produtor, obtendo o lucro com a venda da cana mostra-se menos exposto a riscos e, com a garantia de mercado, aumenta seu interesse em produzir cana e sorgo. O cenário faz com que mais agricultores tornem-se produtores de matérias primas para o etanol, além da expansão do percentual de área alocada para produção em cada propriedade, ocorrendo, inclusive dedicação de 100% da área e arrendamentos para formação de grandes canaviais. A pesquisa genética, combinada com um efetivo trabalho de assistência técnica rural, melhora a produtividade das lavouras de cana, além de difundir a cultura de sorgo, outro cultivar que gera lucratividade. O etanol de 2ª geração também se apresenta como alternativa viável de lucro para as usinas, visto que se desenvolvem processos enzimáticos com tecnologia nacional, mantendo os custos de produção controlados (PETROBRAS, 2012).

A atratividade econômica da cadeia regional, ainda assim, não atinge os mesmos níveis que em outros estados produtores, mas com a agregação de valor aos subprodutos do processo e de mudanças nas regras de compra e venda de energia elétrica, abrem-se oportunidades de geração de emprego e renda, reforçando-se o elo industrial da cadeia e

consolidando sua sustentabilidade econômica com pouca dependência de incentivos públicos para novos investimentos (SDPI, 2012).

Com a consolidação da cadeia gaúcha, a mobilização dos atores aumenta, conforme apresentado no enlace R16 da Figura 1, aumentando também sua representatividade na frente aos governos Estadual e Federal, o que é representado pelo enlace B22, gerando-se defesa de interesses desse setor. Este movimento político provoca um conflito entre bancadas no governo, visto que alas políticas que defendem interesses de produtores de outras culturas tradicionais como arroz, soja e milho, veem estas culturas perdendo espaço tanto político quanto econômico.

O modelo de produção existente no do Rio Grande do Sul, se desenvolve conforme as expectativas do governo, o que é representado pelos enlaces R13, R14 e R15. A cadeia mantém-se baseada em micro e pequenas usinas, em modelo cooperativado com base na agricultura familiar, e médias usinas que utilizam canaviais dedicados. O sorgo sacarino também tem sua produção consolidada como cultura complementar para aumento da taxa de ocupação da usina ao longo do ano. As pesquisas genéticas para melhoria no rendimento da cana em ATR (açúcares totais redutores) atingem os resultados esperados, o que faz com que o preço pago aos agricultores por essas culturas seja mais atrativo que o de outras culturas. Com isso há um aumento da alocação de terras disponíveis para a cana e sorgo, reforçando de forma positiva os enlaces R1, R3 e R17 e reduzindo os ganhos de marginais das propriedades. O modelo de multicultura das propriedades familiares mantém-se apenas para o enquadramento em linhas de crédito próprias para a agricultura familiar ou é abandonado. Com o reforço do enlace R1, ocorre um reforço em sentido oposto em R2 e, por conseqüência, reforça-se o enlace B6, representando a lacuna entre oferta e demanda de alimentos. Com isso cresce a necessidade social por ganhos em produtividade em B7, gerando-se pressão política para investimentos em P&D, mecanização das lavouras de alimentos e segurança alimentar, reforçando-se o debate político anteriormente apontado.

Com a entrada de usinas de médio porte com participação de grandes grupos interessados em explorar a demanda local existente, percebe-se um movimento de verticalização da produção de cana, decorrente do receio de desabastecimento de matéria-prima. A estratégia das usinas concentra-se na formação de canaviais próprios a partir da aquisição ou arrendamento de propriedades principalmente familiares. Essa nova realidade promove o êxodo destas famílias, que buscam investir o dinheiro recebido das usinas em atividades econômicas urbanas, perpetuando a tendência de envelhecimento da população rural. Com isso há um aumento da população urbana local, o que faz com que o mercado de

serviços ganhe força. Contudo esta nova realidade acarreta possíveis problemas sociais, pois as cidades não estão preparadas para absorver a população que migrou do campo.

O cenário de desenvolvimento da cadeia gera sustentabilidade econômica, mas é incerta a obtenção de sustentabilidade social ou ambiental. Ações vigilantes do governo e de associações representativas são necessárias para assegurar essas outras dimensões de sustentabilidade.

### **4.3. Cenário 3 - Perigo**

Neste cenário, consideradas as forças motrizes apresentadas no Quadro 2, a estratégia do Governo para o desenvolvimento da cadeia gaúcha tem um resultado inicial promissor com a instalação de usinas de pequeno e médio porte, incrementando a participação da cana-de-açúcar nas propriedades de agricultura familiar e promovendo o aumento da renda no campo e a melhoria no IDH (índice de desenvolvimento humano) regional. Conforme citado nas entrevistas com os especialistas, estima-se que em média os produtores destinaram 20% das propriedades para esta cultura e distribuem o restante da área disponível para outras culturas consorciadas. O zoneamento agrícola é expandido para mais regiões em função das mudanças climáticas e do interesse político de expandir a produção. A prosperidade inicial contribui para um alinhamento dos atores que, por meio de ações de mobilização, formam entidades representativas que atuam junto aos governos. Neste contexto há um equilíbrio entre a demanda de cana, sorgo e alimentos, estabilizando a lacuna entre oferta e demanda de alimentos. Ações para integrar os sistemas logísticos locais começam a tomar forma, ainda de forma inicial.

O consumo de etanol cresce com as demandas locais por combustíveis e álcoolquímica, o que torna o mercado cada vez mais atrativo. Esta realidade muda em função da pesquisa agrícola, que não consegue promover a melhoria genética ou de processos para aumento da produtividade dos canaviais locais. Aos poucos os custos operacionais das usinas tornam-se pouco competitivas, em relação a outros estados, o que começa a desestimular a produção local de cana. Além da pesquisa em melhoria dos cultivares, a pesquisa para desenvolver a produção de etanol de 2ª geração no Brasil não consegue atingir um nível de produção em escala, ao contrário do que acontece em outros países. A pesquisa mundial, principalmente promovida por grandes grupos multinacionais ligados à exploração de petróleo, está restrita a poucos países que utilizam esta tecnologia para promover auto-suficiência, reduzindo o preço do etanol no mercado mundial.

Diante desta realidade, as entidades representativas da cadeia gaúcha exercem pressão política sobre os governos Estadual e Federal, buscando com que esses aumentem os níveis de incentivos públicos e promova a demanda do biocombustível, o que não se configura em ações práticas.

Com a instabilidade que se estabelece em relação ao futuro da cadeia de etanol e a baixa rentabilidade da cana-de-açúcar, muitos produtores começam a migrar para outras culturas mais rentáveis o que deixa as usinas de médio porte ameaçadas de desabastecimento. Este cenário reforça o enlace R1 de forma negativa, influenciando negativamente também os enlaces R3, R5, R9, R17 e o R19. Este receio leva as usinas a promoverem contratos de longo prazo com os produtores como forma de garantir que haja fornecimento mínimo de matéria-prima.

A pressão política recebida pelos governos, representada pelo enlace B22, não se converte em novas ações políticas de incentivo, que por sua vez reduz a atratividade do mercado local devido ao fortalecimento dos enlaces B11, B12 e B21. Esta redução de atratividade da produção de etanol no estado, combinada com a redução do resultado financeiro das usinas leva a um reforço negativo nos enlaces R14 e R15, levando usinas de médio porte a encerrarem suas atividades de forma prematura, trazendo prejuízos à economia local e, até mesmo, a necessidade de formação de novas cooperativas para administração de contratos de longo prazo assumidos e que precisam ser honrados, reescrevendo histórias similares à da COOPERCANA.

A cadeia perde força, e as entidades representativas da cadeia promovem ações políticas para pressionar o governo a intensificar os incentivos à cadeia, de forma a manter o desenvolvimento já alcançado. A cadeia apresenta-se estruturada, mas se mantém dependente dos incentivos públicos, o que gera conflitos internos no governo, pois muitos atores do governo não veem o desenvolvimento desta cadeia como o melhor caminho para o desenvolvimento do Estado. Os atores perdem interesse na cadeia e passam a buscar soluções para reconfigurar sua matriz socioeconômica por meio de outros cultivos. A sustentabilidade econômica da cadeia fica comprometida e a cadeia permanece estagnada ou se deteriora.

## **5. ANÁLISE E DISCUSSÃO**

Esta seção apresenta uma análise comparativa dos três cenários desenvolvidos e relatados anteriormente. Para facilitar a compreensão da análise e discussão propostas, o Quadro 3, resume os elementos considerados relevantes.

**Quadro 3: Resumo das variáveis significativas nos cenários propostos para o estudo da cadeia.**

AMBIENTE DE ATUAÇÃO	DIMENSÃO AMBIENTAL	ESTAGNAÇÃO	DESENVOLVIMENTO E SUSTENTABILIDADE	PERIGO
AMBIENTE CONTEXTUAL	POLÍTICA	Alinhamento inexistente afetando o crescimento da cadeia como um todo	Ocorre forte alinhamento dos atores, formando entidades representativas	Ocorre forte alinhamento dos atores, formando entidades representativas
		Mesmo com incentivos a cadeia não se desenvolve	Cadeia apresenta o desenvolvimento esperado pelo governo	Processo de desenvolvimento inicia-se mas não se consolida
		Mesmo com mudanças climáticas o zonamento agrícola não se altera	Expansão do zoneamento agrícola - uso de critérios técnicos mas com pressão política	Expansão do zoneamento agrícola
		Usinas de médio porte não se consolidam no estado	Usinas estão se instalando conforme plano do governo	Usinas instalaram-se conforme plano do governo, mas a atual crise gera uma ameaça de desinvestimento no setor
		Pouca representatividade dos elos da cadeia junto ao governo	Formação de bancadas de apoio ao etanol, gerando conflito com outras bancadas	Pressão política para aumento de subsídios.
	ECONÔMICA	Demanda por etanol cresce tanto como combustíveis quanto alcolquímica	Demanda por etanol cresce tanto como combustíveis quanto alcolquímica	Demanda por etanol cresce tanto como combustíveis quanto alcolquímica
		Preço do petróleo aumenta aumentando o interesse no etanol com alternativa	Preço do petróleo aumenta aumentando o interesse no etanol com alternativa	Preço do petróleo aumenta aumentando o interesse no etanol com alternativa
		Cadeia não é economicamente sustentável	Cadeia é economicamente sustentável não necessitando de subsídios do governo.	Cadeia esta consolidada porém é economicamente depende de subsídios do governo.
			Cresce o segmento de serviços nas cidades próximas estimulando a economia local	
	SOCIAL (Cultural e Demográfica)	Lucro com a cana é baixo obrigando produtores a buscar culturas alternativas	Alocação de terras prioritariamente para produção de cana e sorgo. Diminuindo oferta de alimentos	Lucro com a cana é baixo obrigando produtores a buscar culturas alternativas
		A estagnação da renda no campo reduz a mão de obra local	Atratividade do etanol incentiva a formação de lavouras dedicadas, através de compra ou arrendamento de terras próximas as usinas. Agricultores que optam por este sistema, agora vivem nas cidades.	A estagnação da renda no campo reduz a mão de obra local
			Crescimento desordenado na cidade	Criação de contratos de entregas futuras de usinas com agricultores para evitar desabastecimento e matérias-primas.
			Mão de obra local é valorizada e permanece no campo	
	TECNOLOGICA	Melhorias genéticas e de manejo apresentando bons resultados	Pesquisas genéticas e manejo de culturas alcançam ótimos resultados aumentando a produtividade dos cultivares e do processo de produção	Pesquisas genéticas não alcançam os resultados esperados mantendo a produtividade dos cultivares e do processo de produção
		Etanol de 2º geração é uma realidade no Brasil contudo o estado gaúcho não está incluso nesta realidade	Etanol de 2º geração é produzido em larga escala no Brasil. O uso de tecnologia nacional baixou os custos desta tecnologia	O Brasil não consegue desenvolver o etanol de 2º com tecnologia própria o que inviabiliza os custos de produção
		Pesquisas genéticas e manejo de culturas alcançam resultados satisfatórios aumentando a produtividade de alimentos, reduzindo impactos da substituição de culturas	Pesquisas genéticas e manejo de culturas alcançam ótimos resultados aumentando a produtividade de alimentos, reduzindo impactos da substituição de culturas	Pesquisas genéticas e manejo de culturas não alcançam resultados satisfatórios aumentando a atratividade deste tipo de produto.
	ECOLOGICA	Mudanças climáticas aumentam áreas aptas	Mudanças climáticas aumentam áreas aptas	Mudanças climáticas aumentam áreas aptas
	LEGAL	Flexibilização da legislação da ANEEL facilita a coogeração	Flexibilização da legislação da ANEEL facilita a coogeração	Flexibilização da legislação da ANEEL facilita a coogeração

**Fonte: elaborado pelos autores (2013)**

Através da análise dos cenários é possível identificar situações comuns a todos os futuros analisados. Este aprofundamento da realidade possibilita uma visão geral das ameaças e oportunidades que a visão de negócio enfrentará (VAN DER HEIJDEN, 2004). No caso deste estudo, a análise dos cenários leva a considerar as dificuldades e oportunidades para a

consolidação da cadeia de etanol no estado, com vistas a sua sustentabilidade e competitividade.

Na dimensão política, percebe-se o alinhamento dos atores da cadeia e a disseminação de informações comuns, bem como a busca pela desoneração fiscal e tributária como fomentadores da cadeia. Este alinhamento poderá ocorrer através da formação de entidades representativas ou pela mobilização de representantes das regiões produtoras. No entanto, esses elementos somente geram resultados positivos aos objetivos propostos se contribuírem para gerar eficácia das políticas públicas aplicadas ao setor. Nos cenários propostos, mesmo com apoio político, os resultados para a cadeia variaram significativamente, prevendo-se o acirramento dos debates sobre a geração de energia *versus* a segurança alimentar. Isso pode significar que as ações públicas precisam ser bem planejadas e coordenadas de forma a atender as necessidades específicas dos atores, levando-se em consideração aspectos contextuais que influenciarão no resultado final das políticas adotadas. Um exemplo que pode ser utilizado nesta análise foi a implantação de usinas em regime cooperativo autônomo no noroeste e centro-norte do estado do Paraná, no início da década de 70 onde grandes latifúndios tradicionalmente produtores de café, migraram para a produção de açúcar e álcool como forma de mitigar perdas decorrentes da geada e da necessidade de um melhor aproveitamento de solo e de mão de obra ociosa. Neste contexto estas cooperativas amargaram anos de estagnação e somente após pesados incentivos decorrentes do PROALCOOL conseguiram condições financeiras e estruturais que alteraram a matriz de desenvolvimento daquela região (CARVALHEIRO, 2001).

Em relação à dimensão econômica não aparecem diferenças significativas nos efeitos da cadeia, nos três cenários analisados. Desse modo, pode-se inferir que os efeitos da dimensão econômica formam uma potencial tendência, podendo variar em termos de intensidade ou velocidade de ocorrência, necessitando, no entanto, de ações de monitoramento.

Uma mudança significativa ocorre na dimensão social, observando-se que a mesma não emergiu durante as entrevistas de prospecção de cenários, mas na análise realizada sobre o conjunto de informações coletadas: na visão dos especialistas consultados, o desenvolvimento da cadeia aumentaria a atratividade do negócio e fomentaria a agricultura familiar incentivando a permanência do trabalhador no campo, mitigando uma questão de desenvolvimento regional associada ao êxodo rural. Na análise de cenários realizada, identificou-se que o cenário de “Estagnação” e o cenário de “Perigo” apresentam os efeitos do êxodo rural, sustentados pelo estudo sobre a produção de etanol no Rio Grande do Sul (IEL,

2011), que indica que a população de jovens filhos de agricultores da região da COOPERCANA demonstrou não ter interesse de permanecer no campo caso a cana-de-açúcar não fosse mais economicamente interessante. O ponto que não estava mapeado como incerteza crítica é o comportamento dos agricultores em um ambiente altamente favorável ao etanol, representado pelo cenário “Desenvolvimento e Sustentabilidade”. Pela análise realizada, o excesso de atratividade do etanol, combinado com a instalação de médias usinas, levaria a uma política de concentração de terras para formação de canaviais que abasteceriam essas usinas. Isso ocorreria pelo receio de desabastecimento ou de dependência dos agricultores, preferindo os usineiros comprar ou arrendar suas terras, gerando êxodo rural por outras razões diversas das apontadas pelos especialistas. Esta visão vai no sentido oposto à defendida pelo governo no programa de desenvolvimento do setor, que se baseia na inclusão da agricultura familiar nesta cadeia. Com este movimento migratório, as cidades próximas sofreriam um crescimento populacional para o qual não estão preparadas, ocasionando problemas sociais relacionados ao crescimento desordenado. O ponto positivo correlato a essa visão é o fortalecimento do segmento de etanol como economicamente representativo para a região, e o potencial incremento das áreas de comércio e serviços. Neste sentido cabe avaliar se realmente a visão de desenvolvimento do governo atingirá os objetivos propostos em relação ao desenvolvimento regional das localidades zoneadas para produção de etanol. Os investimentos na cadeia regional podem acabar não beneficiando a agricultura familiar e sim interesses da iniciativa privada, gerando ganhos através de subsídios e outras políticas de incentivo.

Na dimensão tecnológica reside uma importante força motriz em todos os cenários analisados, e que se revela como incerteza crítica: as pesquisas genéticas e de manejo de culturas aparecem como um aspecto fundamental para a consolidação ou não da cadeia, com vistas ao aumento da produtividade da cana e do sorgo. A Tabela 1 apresenta as disparidades entre a cana produzida no estado em comparação à média nacional, em termos de ATR (Açúcares Totais Redutores). Pode-se observar que somente com o desenvolvimento de novas tecnologias será possível gerar retornos similares à média nacional, tornando o processo produtivo mais competitivo.

**Tabela 1: Dados qualitativos da cana de açúcar**

Origem	Brix (%)	ATR (kg/t colmo)	Etanol (l/t colmo)
RS	15,74	123,7	60,2
Média Nacional	18 - 22	130 - 141	60 - 70

Fonte: ÚNICA (2010) e COOPERCANA (2010), elaborado por IEL (2011).

O Etanol de segunda geração também parece como um ponto de atenção que necessita de investimentos para desenvolvimento de tecnologia própria conferindo assim competitividade ao processo. Por outro lado o crescimento populacional trará consigo a necessidade de se produzir cada vez mais alimentos e, neste sentido, os centros de pesquisa podem contribuir para ganhos em escala sem aumento significativo em alocação de terras para produção de alimentos. Aspectos complementares importantes também em todos os cenários estão relacionados ao desenvolvimento de aplicações de agregação de valor a coprodutos e subprodutos como forma de aumentar a rentabilidade das usinas e agricultores, principalmente no que tange a cogeração de energia.

A dimensão ecológica mostra uma tendência predeterminada que são as mudanças climáticas previstas para as próximas décadas. A tendência é corroborada pelo Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (MAPA-AGRITEMPO, 2011) que dá conta das mudanças climáticas ocorridas Brasil projetando cenários até 2100. Sobre as mudanças que ocorrerão no estado do Rio Grande do Sul, o relatório aponta que até 2040, prevalecem condições de clima regional de 5% a 10% mais chuvoso e até 1°C mais quente, do que acontece hoje. Neste sentido estas mudanças tornaram as regiões norte e central do Estado apta ao cultivo da cana-de-açúcar, podendo outras cidades ser incluídas em um novo zoneamento agrícola. Contudo esta decisão terá um forte apelo político, pois nestas regiões já existem culturas tradicionais consolidadas. Uma substituição destas culturas pode ser um limitador da expansão da cadeia. Caso o governo tenha interesse político em expandir a cadeia conforme projeta o relatório climático, ações de sensibilização dos produtores locais através de agências de fomento e assistência técnica rural devem ser previstas para que este processo ocorra de forma perene e minimamente traumática a região.

No campo legal, a mais significativa mudança necessária está relacionada à flexibilização da regulamentação da ANEEL (Agencia Nacional de Energia Elétrica) com relação à compra e venda de energia. Hoje esta regulamentação apresenta parâmetros restritivos que inviabilizam a venda de energia gerada a partir da cogeração em usinas,

principalmente em função da regularidade do fornecimento. Conforme já abordado, esta é uma tendência esperada visto que no próprio relatório da matriz energética com projeções até 2030 (MME, 2007), este tipo de geração encontra-se prevista como uma alternativa de abastecimento. Porém, falta a regulamentação dessa abertura para viabilizar esse tipo de fornecimento.

Conforme proposto por Van Der Heijden (2004), o desafio intelectual da vigilância é focar no longo prazo. A necessidade de um pensamento estratégico eficiente fica mais evidente nos dias atuais, dada a velocidade das mudanças cotidianas. Responder rapidamente a essas mudanças significa garantir a continuidade do negócio (VAN DER HEIDJEN, 2004). A cadeia de etanol no Estado é um sistema complexo e que está exposta a essa mesma lógica de sobrevivência, de modo que o pensar estratégico sobre o futuro permite compreender a forma de se posicionar frente a eventos, minimizando riscos. Tais posicionamentos podem ser descritos como ações estratégicas, que por si, podem requerer detalhamentos e aprofundamentos. Para contribuir com essa visão, como produto da análise de cenários realizada, algumas ações estratégicas emergem, visando a atender as incertezas identificadas e a mitigar seus efeitos negativos no futuro, conforme apresenta o Quadro 4.

**Quadro 4: Possíveis ações estratégicas para cadeia de etanol no Rio Grande do Sul**

AÇÕES ESTRATÉGICAS	COMO FAZER
Investir em P&D nos elos da cadeia para reduzir custos de produção, aumentar a produtividade e desenvolver novas tecnologias de produção.	Promover o alinhamento com os ministérios do governo, agências de transferência de tecnologia e iniciativa privada para a implementação de projetos para desenvolvimento da cadeia.
Desenvolver alternativas econômicas para um desenvolvimento regional sustentável por meio da diversificação e capacitação profissional no campo.	Promover ações de capacitação profissional no campo através de parcerias entre assistência técnica rural, centros de pesquisa e iniciativa privada.
Promover incentivos públicos para inclusão da agricultura familiar na cadeia de produção.	Estimular a utilização de matérias-primas oriundas da agricultura familiar para a produção de etanol, através de políticas de recompensas.
Reforçar o alinhamento estratégico e interação entre centros de pesquisa, entidades de assistência técnica rural e atores da cadeia produtiva.	Promover projetos de inclusão tecnológica alinhamento estratégico entre os atores da cadeia e centros de pesquisa.
Criar planos de desenvolvimento para estimular produção agrícola voltada ao Etanol a partir de outras culturas.	Promover projetos de pesquisa que visem diversificar fontes de matéria-prima para produção de etanol.
Criar planos de desenvolvimento para estimular outras regiões que possa ser incluídas na área apta ao plantio de cana-de-açúcar.	Estimular a criação de redes de cooperação, grupos de aprendizagem, redes de investigação, etc. para fortalecer os mecanismos de inovação e geração e difusão de conhecimento.
Promover na geração de renda para os elos da cadeia através da agregação de valor para cogeração.	Promover com os ministérios do governo, agências de transferência de tecnologia e privado iniciativas para a implementação de projetos para desenvolvimento de coprodutos.
Promover estudos de impacto ambiental e social da expansão da cadeia de etanol no Estado.	Elaborar relatório de impactos ambientais e sociais nas regiões que podem vir a serem incluídas no zoneamento agrícola da cana.
Realizar diagnóstico da estrutura logística, suprimentos e distribuição na região da cadeia do etanol.	Promover um estudo para a otimização cadeia de suprimentos e logística e distribuição.
Estimular a mudança na regulamentação de comercialização de energia no Brasil.	Promover ações políticas para flexibilização da legislação atual.

**Fonte: elaborado pelos autores (2013)**

Essas ações não representam um conjunto exaustivo de propostas e requerem, para sua implementação, força e representatividade em elos da cadeia. Foram apresentadas como resultado do estudo de planejamento de cenários desenvolvido, visando ilustrar possíveis encaminhamentos para a sustentabilidade e competitividade dessa cadeia, respeitando-se as premissas de manutenção da agricultura familiar, desenvolvimento regional e fixação rural.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho objetivou identificar como as principais forças motrizes que influenciam a cadeia de produção de etanol do Rio Grande do Sul exercem influência sobre o comportamento de seus atores, buscando identificar potenciais consequências dessas influências, de forma sistêmica, para a sustentabilidade e a competitividade dessa cadeia. Os

resultados obtidos foram sustentados por pesquisas bibliográficas, documentais, entrevistas com especialistas, e pela modelagem sistêmica realizada conforme o referencial proposto por Sterman (2000). As dimensões estudadas segundo o referencial proposto por Van Der Heidjen (2004) através da classificação das forças nas dimensões Política, Econômica, Social, Tecnológica, Ecológica e Legal (PESTEL), permite inferir que aspectos do ambiente contextual podem definir a sorte dessa cadeia, resultando em possibilidades de sustentabilidade limitada ou estagnação ou declínio.

Ao final desta atividade os modelos mentais que direcionam as ações dos atores quanto à cadeia foram identificadas. A análise dos cenários também permitiu identificar possíveis efeitos colaterais que não estavam sendo considerados pelas fontes consultadas e propor algumas ações em antecipação, para futuras discussões. Conforme sugere Sterman (2000) não existem efeitos colaterais, apenas efeitos que nossa compreensão não foi capaz de antecipar.

Discute-se então a necessidade de ações focadas na eficácia das políticas públicas e do alinhamento dos atores com um aspecto relevante na dimensão política. No âmbito social, identifica-se a necessidade de desenvolver políticas que mitiguem o êxodo rural e qualifiquem a mão de obra do campo, efeito que pode ocorrer mesmo em um cenário de cadeia bem sucedida, conforme o estudo apontou. Na dimensão tecnológica o foco central reside na eficácia do P&D para a melhoria genética e do manejo de culturas destinadas ao etanol e na produção de alimentos. O etanol de segunda geração aparece como alternativa estratégica dependente de ações de P&D para o aumento da competitividade, além de desenvolvimento de tecnologias de agregação de valor a coprodutos e subprodutos da produção de etanol, estabelecendo-se um sistema de produção integrada. Na dimensão ecológica, as mudanças climáticas tendem a aumentar a área apta ao cultivo de cana. Como tal, e se o governo mantiver o interesse político e econômico no desenvolvimento da cadeia, será necessário planejar ações de sensibilização para implantação dessas culturas em regiões que tradicionalmente tem outra característica agrícola, mas buscando mitigar impactos econômicos, sociais e de segurança alimentar. Por fim, uma das alternativas apontadas pelos especialistas como estratégica para a competitividade e sustentabilidade econômica da cadeia gaúcha, a cogeração de energia, necessita de regulamentação específica para ser posta em prática. A legislação atual não se encontra adequada para este tipo de geração de energia, o que pode comprometer a sustentabilidade da usina como um elo importante da cadeia, na mesma lógica de sistema integrado de produção.

Por fim, este trabalho, assim como qualquer pesquisa de fundo científico sobre um sistema complexo, não tem a pretensão de esgotar o assunto, mas sim contribuir para discussão mais ampla do tema, promovendo o entendimento sobre o comportamento do sistema de modo a viabilizar alternativas racionais de construção de uma cadeia de produção com sustentabilidade não apenas econômica, mas social e ambiental, frente às incertezas futuras, deixando como sugestão de pesquisas futuras a validação destes cenários através do processo de simulação.

## 4 CONCLUSÃO

A cadeia de etanol no estado do Rio Grande do Sul representa uma oportunidade de desenvolvimento estratégico que se alinha com o projeto de diversificação da matriz energética do Brasil, conforme apresentado no relatório da matriz Energética – 2030 (MME, 2007). Rio Grande do Sul há uma grande lacuna entre a produção local e a demanda para combustíveis e álcoolquímica. O Estado produz menos de 1% de sua demanda interna e se vê obrigado a importar etanol de outros Estados, o que representa uma perda de quase 2,5 milhões de reais em arrecadação de ICMS. Ciente desta perda significativa o governo do estado mostra-se interessado em promover esta cadeia de produção através de investimentos públicos em várias áreas desde isenção fiscal, linhas de crédito especiais, investimentos em P&D, logística e capacitação. Apesar de muitos projetos para incrementar esta cadeia estarem sendo discutidos e implementados, a cadeia de etanol no Rio Grande do Sul não converge para o desenvolvimento econômico sustentável sem a consideração de elementos regionais, em especial a agricultura familiar. Mesmo existindo uma cadeia embrionária instalada, mas que não apresenta sinais de crescimento mesmo com este cenário político-econômico favorável. O grande desafio é desenvolver esta cadeia respeitando o perfil agrário das regiões afeitas à cadeia no Estado traz consigo a necessidade produção integrada de outros cultivos e outras atividades que visam agregar valor a produção familiar. Entender esta realidade com vistas à proposição de ações que possam contribuir para o desenvolvimento da cadeia de forma economicamente sustentável foram os fatores que motivaram esta pesquisa. Para tal, precisa-se buscar o entendimento sobre três aspectos relevantes.

O primeiro aspecto, apresentado no artigo 1, evidencia o modelo conceitual da cadeia de etanol no estado e as variáveis endógenas e exógenas que influencia o sistema. Neste sentido, a organização desses atores em grupos organizados pode ajudar a resolver este dilema. A participação da gestão pública através de políticas setoriais de incentivo, da agregação de tecnologia e inovação na produção e processo representa uma questão de sobrevivência. Outro ponto importante identificado é a necessidade de difundir políticas de fomento consistentes e com visão de médio/longo prazo. Além disso, estas políticas necessitam estar alinhadas com os objetivos da cadeia como um todo e não considerando critérios políticos que podem não atuar da forma que poderiam obter mais resultados.

A busca por matérias-primas alternativas para a produção do etanol tem sido outro aspecto relevante para diversificação da produção minimizar impactos a outras culturas. Neste

contexto, o etanol de arroz tem ganhado força nos últimos tempos e pode ser uma alternativa de produção. O melhoramento genético com apoio de centros de pesquisa traz novas oportunidades de produção. Este apoio é importante no sentido de evitar que esta destinação de matéria-prima não sofra interferência da pressão externa para destinação como alimentos ou dependência de mercados de commodities.

Os atores componentes da cadeia de etanol do Estado e suas inter-relações levaram a identificar os principais elementos endógenos e exógenos associados, conforme apresentado nas dimensões STEEPL. Estas dimensões dão conta da constituição dessa cadeia de produção, bem como das forças motrizes que influenciam seus atores no ambiente interno e externo. Com o entendimento desta realidade obteve-se a compreensão necessária para que as interações entre os atores pudessem ser mapeadas para continuidade do trabalho.

O artigo 2 propôs uma análise dos atores, variáveis e inter-relacionamentos através da construção do mapeamento sistêmico que evidenciou como os atores reagem quando ocorrem eventos esperados ou inesperados que possam afetar a cadeia considerando o estado do Rio Grande do Sul mas especificamente região noroeste, onde já existe um zoneamento agrícola para cana de açúcar. A construção do mapa considerou acontecimentos do passado e atuais na consolidação do modelo. Nesta etapa foi possível identificar que os agricultores enfrentam a decisão de escolher que cultivares devem ser alocados em suas propriedades de forma a maximizar seus resultados econômicos e, concomitantemente, minimizar os riscos associados. Esta decisão afeta diretamente os ganhos marginais com outras culturas, principalmente na de alimentos, gerando potenciais lacunas e necessidades sociais de incrementos na produção de alimentos. Contudo, o modelo demonstra que a área de plantio torna-se um limitador do sistema, afetando os ganhos globais do produtor, gerando oscilações em suas decisões ao longo do tempo.

O Governo Estadual, por sua vez, acredita que fomentando a instalação de micro usinas fomentará investimentos no desenvolvimento da cadeia local, tornando-a atrativa a investimentos privados, apoiados em políticas de incentivo à ampliação da capacidade instalada da cadeia. Entretanto, esta visão é questionada, pois, para que se realizem, outros aspectos também importantes necessitam ser considerada, tais como redução de cargas tributárias, investimentos em desenvolvimento de novas tecnologias de produção de etanol, pesquisa genética e de matérias-primas.

A modelagem e a análise realizadas permitem inferir que esse modelo de desenvolvimento apresenta fragilidades, evidenciadas nos modelos mentais existentes com relação à sustentabilidade econômica da cadeia. A cadeia está fortemente baseada na

efetividade de políticas públicas. Desta forma, possíveis variações no sistema podem levar os atores a buscar, no Governo, incrementos sobre as políticas públicas. Um efeito significativo poderia ser o aporte de recursos cada vez maior na tentativa de manter a cadeia em operação, mesmo sem que a sustentabilidade econômica seja atingida de forma plena. A cadeia pode buscar soluções rápidas para os problemas surgidos sem que haja uma ação efetiva nas causas fundamentais, neste caso a solução mais rápida vem através da pressão política que pode converter-se em mais injeção de recursos. Outro efeito pode ser o abandono, por parte do Governo ou de outros atores, da busca pela consolidação da cadeia.

Nesse caso, a mesma permanecerá estagnada ou desaparecerá segundo os moldes hoje vigentes. Por outro lado, é importante entender essa cadeia de produção não apenas com um foco econômico, dado que o Estado dificilmente chegará a ser auto-suficiente na produção deste biocombustível. A cadeia de etanol do Estado representa uma oportunidade de desenvolvimento regional e inclusão social das famílias de agricultores familiares. Sua subsistência e os impactos socioeconômicos derivados da existência ou não dessa cadeia necessitam ser considerados, provendo-se formas de geração de oportunidade e renda para sua região de inserção.

O terceiro aspecto baseia na necessidade de se identificar estratégias que minimizem o efeito das incertezas do futuro na cadeia. No artigo três tenta-se responder esta pergunta a través do método de planejamento de cenários de Van Der Heijden (2004). Os resultados apresentados nos artigos um e dois sustentaram o planejamento de cenários. As dimensões estudadas segundo o referencial proposto por Van Der Heijden (2004) através da classificação das forças nas dimensões Política, Econômica, Social, Tecnológica, Ecológica e Legal (PESTEL), permite inferir que aspectos do ambiente contextual podem definir a sorte dessa cadeia, resultando em possibilidades de sustentabilidade limitada ou estagnação ou declínio.

Como resultados, foi possível identificar os modelos mentais que direcionam as ações dos atores quanto à cadeia. A análise dos cenários também permitiu identificar possíveis efeitos colaterais que não estavam sendo considerados pelas fontes consultadas e propor algumas ações em antecipação, para futuras discussões. Conforme sugere Sterman (2000) não existem efeitos colaterais, apenas efeitos que nossa compreensão não foi capaz de antecipar.

As principais considerações, a título de conclusão, obtidas com base no estudo dizem respeito à necessidade de ações focadas na eficácia das políticas públicas e do alinhamento dos atores como um aspecto relevante na dimensão política. No âmbito social, identifica-se a necessidade de desenvolver políticas que mitiguem o êxodo rural e qualifiquem a mão de obra

do campo, efeito que pode ocorrer mesmo em um cenário de cadeia bem sucedida, conforme o estudo apontou. Na dimensão tecnológica o foco central reside na eficácia do P&D para a melhoria genética e do manejo de culturas destinadas ao etanol e na produção de alimentos. O etanol de segunda geração aparece como alternativa estratégica dependente de ações de P&D para o aumento da competitividade, além de desenvolvimento de tecnologias de agregação de valor a coprodutos e subprodutos da produção de etanol. A cadeia de produção de etanol ainda busca estabelecer-se de forma consolidada e neste sentido debruça-se um aspecto relevante para a cadeia local atingir a sustentabilidade econômica promovendo ações que visem estabelecer um sistema de produção integrada e geração de renda a todos os atores da cadeia. Na dimensão ecológica, as mudanças climáticas tendem a aumentar a área apta ao cultivo de cana. Como tal, e se o governo mantiver o interesse político e econômico no desenvolvimento da cadeia, será necessário planejar ações de sensibilização para implantação dessas culturas em regiões que tradicionalmente tem outra característica agrícola, mas buscando mitigar impactos econômicos, sociais e de segurança alimentar.

Por fim, uma das alternativas apontadas pelos especialistas como estratégica para a competitividade e sustentabilidade econômica da cadeia gaúcha, a cogeração de energia, necessita de regulamentação específica para ser posta em prática. A legislação atual não se encontra adequada para este tipo de geração de energia, o que pode comprometer a sustentabilidade da usina como um elo importante da cadeia, na mesma lógica de sistema integrado de produção. Ao final dos três artigos são apresentadas ações que visam contribuir na discussão como alternativas para a continuidade da cadeia de forma sustentável.

Esta pesquisa não tem a pretensão de ser conclusiva no tema abordado, mas sim avançar na construção do conhecimento sobre esta cadeia de produção. As contribuições deste trabalho tornam-se significativas em relação a outros trabalhos sobre a temática a partir das premissas que o direcionaram, principalmente a produção de etanol em regime associativo de agricultura familiar multicultivares, com geração de renda através de um sistema de produção integrado com agregação de valor a coprodutos e subprodutos do etanol. As conclusões apresentadas neste estudo baseiam-se nos dados coletados corroborados com as informações coletadas nas entrevistas. Como sugestão de trabalhos futuros, este modelo pode ser testado através de simulação computacional validação dos dados como sugere Sterman (2000).

## 5 REFERÊNCIAS

AMATO, J. Redes de cooperação produtiva e clusters regionais. São Paulo: Editora Atlas, 2000.

ANAIS DA 7º EUROPEAN BIOPLASTIC CONFERENCE. Publicado em 6 de novembro de 2012. Disponível em: <<http://en.european-bioplastics.org/conference2012/>> Acesso em 18/11/2012.

ANDRADE, A. *et. al.*, Pensamento Sistêmico – Caderno de Campo. Porto Alegre: Editora Bookman, 2006.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – ANFAVEA. Anuário da Produção de automóveis por tipo e Combustível – 2012. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br>>. Acesso em: 30 de janeiro de 2013.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – ANFAVEA. Carta da ANFAVEA – 2012. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br>>. Acesso em: 3 de janeiro de 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO – ANP. Portaria n. 29/1999. Brasília: Agência Nacional do Petróleo, 1999.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO – ANP. Anuário estatístico 2011. Disponível em: <[http://www.anp.gov.br/conheca/anuario\\_2010](http://www.anp.gov.br/conheca/anuario_2010)>. Acesso em 15 de dezembro 2012.

ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Relatório da Subcomissão da Cana-de-açúcar, do Álcool e do etanol. Agosto de 2007. Disponível em <<http://www.al.rs.gov/>>. Acesso em 20 de outubro de 2011.

AZEVEDO, P.F., Nova Economia Institucional: referencial geral e aplicações para a agricultura. Revista de Economia Agrícola, v. 47, n. 1, p.33-52, 2000.

BARDIN, L., Análise de Conteúdo. Lisboa: Ed. 70, 1977.

BATALHA, M.O., As cadeias de produção agroindustriais: Uma perspectiva para estudos de inovação tecnológicas. Revista da Administração, v. 30, n. 4, p.43-50, 1995.

BATALHA, M.O., Gestão agroindustrial. São Paulo: Atlas, 1997.

BRASIL. Decreto lei 76.593/75. 14 de novembro de 1975. Disponível em <<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=123069>> Acesso em 18/11/2012

BRASIL. MP 532/11. Publicada em maio de 2011. Disponível em <[http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=mp%20532%20etanol&source=web&cd=1&sqi=2&ved=0CC4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww2.camara.leg.br%2Fdocumentos-e-pesquisa%2Fpublicacoes%2Festnottec%2Fmedidasprovisorias%2F2011\\_5360.pdf&ei=07ZH Ud-IJ8jh0wHwnIG4AQ&usg=AFQjCNEy3X4vGEPcvu\\_QPo2Z9X6bLO8jRw](http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=mp%20532%20etanol&source=web&cd=1&sqi=2&ved=0CC4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww2.camara.leg.br%2Fdocumentos-e-pesquisa%2Fpublicacoes%2Festnottec%2Fmedidasprovisorias%2F2011_5360.pdf&ei=07ZH Ud-IJ8jh0wHwnIG4AQ&usg=AFQjCNEy3X4vGEPcvu_QPo2Z9X6bLO8jRw)> Acesso em 10/07/2012

BRASIL. Lei 11.326/06. Publicado em 24 de julho de 2006 Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/111326.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111326.htm)>. Acesso em 10/07/2012

BRASIL. Lei 9.478/97. Publicado em 6 de agosto de 1997. Disponível em <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1997/lei-9478-6-agosto-1997-365401-norma-pl.html>> Acesso em 18/11/2012

BRASIL. Lei 9.847/99. Publicada em 06 de outubro de 1999. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9847.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9847.htm)> Acesso em 15/10/2012

BRASIL. LEI Nº 9.074, de 7 de Julho de 1995. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19074cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19074cons.htm)> Acesso em 10 de dezembro de 2012.

BRASIL. ANP PORTARIA Nº 116, DE 5 de julho de 2000. Disponível em <[http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/folder\\_portarias\\_anp/portarias\\_anp\\_tec/2000/julho/panp%20116%20-%202000.xml?fn=document-frameset.htm\\$f=templates\\$3.0](http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/folder_portarias_anp/portarias_anp_tec/2000/julho/panp%20116%20-%202000.xml?fn=document-frameset.htm$f=templates$3.0)> Acesso em 18/11/2012.

BRASIL. ANP resolução nº7. Publicado em 9 de fevereiro de 2011. Disponível em <[http://nxt.anp.gov.br/nxt/gateway.dll/leg/resolucoes\\_anp/2011/fevereiro/ranp%207%20-%202011.xml](http://nxt.anp.gov.br/nxt/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2011/fevereiro/ranp%207%20-%202011.xml)> Acesso em 18/11/2012

BRASIL. ANP resolução nº67. Publicada em 13 de novembro de 2011. Disponível em <[http://nxt.anp.gov.br/nxt/gateway.dll/leg/resolucoes\\_anp/2011/dezembro/ranp%2067%20-%202011.xml?fn=document-frameset.htm\\$f=templates\\$3.0](http://nxt.anp.gov.br/nxt/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2011/dezembro/ranp%2067%20-%202011.xml?fn=document-frameset.htm$f=templates$3.0)> Acesso em 05/09/2012

BRASIL. ANP Resolução nº66. Publicada em 9 de dezembro de 2011. Disponível em <[http://nxt.anp.gov.br/nxt/gateway.dll/leg/resolucoes\\_anp/2011/dezembro/ranp%2066%20-%202011.xml?fn=document-frameset.htm\\$f=templates\\$3.0](http://nxt.anp.gov.br/nxt/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2011/dezembro/ranp%2066%20-%202011.xml?fn=document-frameset.htm$f=templates$3.0)> Acesso em 10/08/2012

BRASIL. ANP. Portaria n. 29/1999 publicada em 9 de janeiro de 1999. Disponível em <[http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/folder\\_portarias\\_anp/portarias\\_anp\\_tec/1999/fevereiro/panp%2029%20-%201999.xml?fn=document-frameset.htm\\$f=templates\\$3.0](http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/folder_portarias_anp/portarias_anp_tec/1999/fevereiro/panp%2029%20-%201999.xml?fn=document-frameset.htm$f=templates$3.0)> Acesso em 02/06/2012

BRASIL. Lei 10.833/03. Publicada em 29 de dezembro de 2003. Disponível em <<http://www.receita.fazenda.gov.br/Legislacao/leis/2003/lei10833.htm>> Acesso em 02/06/2012

BRASKEM. Plástico verde. Disponível em <<http://www.braskem.com.br/plasticoverde/>> Acesso em 03 de maio de 2012.

CÂMARA, G. M. S. Produção de cana-de-açúcar. Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 1993.

CAMPBELL, C. J.; Laherrère, J. H. The end of cheap oil. Scientific American, 1998.

CASTRO, A.M.G., Análise da competitividade de cadeias produtivas. Workshop da Suframa – Cadeias produtivas e extensão rural na Amazônia. Manaus: EMBRAPA, 2000.

CARVALHEIRO, E.M., As alterações no desenvolvimento local no estado do Paraná desencadeadas pela agroindústria canavieira. UNIOESTE, 2001. Disponível em <<http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/149223/2/1061.pdf>>. Acesso em 20 de abril de 2013

CHALMERS, A.E., 1993, O que é ciência afinal?, São Paulo: Editora Brasiliense.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira Cana-de-Açúcar Safra 2012/2013. Dezembro de 2012. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em 29 de dezembro de 2012.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE COMÉRCIO E DESENVOLVIMENTO (Unctad). Handbook of Statistics 2011. <<http://www.unctad.org>>. Acesso em 12 de dezembro de 2011.

DEMCZUK, A., Produção de cana-de-açúcar para obtenção de Etanol hidratado no Rio Grande do Sul: Uma análise utilizando dinâmica de sistemas. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: Programa de Pós-graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

DICICCO-BLOOM, B.; CRABTREE, B. F. *The qualitative research interview*. Medical Education, n. 40, p. 314-321. Blackwell Publishing, 2006;

DRUCKER, P. F., The economy's dark continent. Fortune p. 103,265, 268 e 270, abr. 1962.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. In: ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Relatório da Subcomissão da Cana-de-açúcar, do Álcool e do etanol. Agosto de 2007. Disponível em <<http://www.al.rs.gov/>>. Acesso em 15 de outubro de 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sai o zoneamento para cana-de-açúcar no RS. Publicado em 17/04/2009. Disponível em : <<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2009/abril/3a-semana/sai-o-zoneamento-para-cana-de-acucar-no-rs/>> Acesso em 20 de agosto de 2011

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA SOLOS. Zoneamento Agrícola da cana de-açúcar no Rio Grande do Sul. Disponível em: <[http://www.cnps.embrapa.br/zoneamento\\_cana\\_de\\_acucar/](http://www.cnps.embrapa.br/zoneamento_cana_de_acucar/)> Acesso em 10 de janeiro de 2013.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL – EMATER. Institucional – Disponível em < <http://www.emater.tche.br/site/sobre/>> Acesso em 20/01/2013.

FAUTH, E.M., Agricultura familiar: evolução favorável em anos recentes. Indicadores Econômicos FEE, Porto Alegre, v. 35 n. 4, p. 51-60, 2008.

FOLHA DE SÃO BORJA – Apresentado projeto de produção e etanol de Arroz. Disponível em < [http://www.folhadesaoborja.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=3228%3Aprojeto-etanol-do-arroz-foi-apresentado-na-expoarroz-em-pelotas&Itemid=151](http://www.folhadesaoborja.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=3228%3Aprojeto-etanol-do-arroz-foi-apresentado-na-expoarroz-em-pelotas&Itemid=151) /> Acesso em 03 de março de 2012

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA DO RIO GRANDE DO SUL – FEE/RS. IDESE e sua Variação Percentual e Informações Demográficas e Econômicas, dos Coredes, no Rio Grande do Sul – 2007. Disponível em: <<http://www.fee.tche.br>>. Acesso em: 06 de janeiro de 2011.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA DO RIO GRANDE DO SUL – FEE/RS. Resumo estatístico - Coredes – 2011. Disponível em: <<http://www.fee.tche.br/sitefee/pt/content/estatisticas/index.php>> Acesso em: 18 de junho de 2012.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – FEPAGRO. Institucional – Disponível em < <http://www.fepagro.rs.gov.br/conteudo/13/?Miss%C3%A3o>> Acesso em 20/01/2013.

FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTOS (FAO). O Estado Mundial da Agricultura e da Alimentação 2008 - Biocombustíveis. Agosto de 2008. Disponível em: <<https://www.fao.org.br/>>. Acesso em: 08 de Janeiro de 2012.

GIL, A.C., Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 5. ed. São Paulo: Ed. Atlas, 1999.

HÖFLING, E.M., Estado e Políticas (públicas) Sociais. Caderno Cedes, vol. 21 nº55. Campinas Nov. 2001

IEL - Instituto Euvaldo Lodi, VACCARO, G.L.R., MORAES, C.A.M., SILVEIRA, C.F.B.; KIELING, A.G., DEMARTINI, F.J., CABRERA, R.S., FLECK, T., FERNANDES, I.J.. Produto 4 - Relatório Técnico com Levantamento, Coleta e Análise de Dados Técnicos, Econômicos e Financeiros das Atividades na Fase Industrial de Moagem e Destilação de Álcool para a Cana-de-Açúcar e Sorgo Sacarino. In: Estudo sobre Produção de Etanol em Indústria de Pequena Escala a Partir de Sistema Integrado de Produção, em Regime Associativo, para a Agricultura Familiar. 2011a

IEL - Instituto Euvaldo Lodi, VACCARO, G.L.R., MORAES, C.A.M., SILVEIRA, C.F.B., SCHNEIDER, J.B.; KIELING, A.G.. Produto 5 - Relatório Técnico com Análise dos Impactos Sociais, Econômicos e Ambientais da Produção de Álcool com Cana-de-Açúcar e Sorgo Sacarino. In: Estudo sobre Produção de Etanol em Indústria de Pequena Escala a Partir

de Sistema Integrado de Produção, em Regime Associativo, para a Agricultura Familiar. 2011b

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Senso Agropecuário 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 23 de dezembro de 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Departamento da Cana-de-Açúcar. Evolução da produtividade da cana-de-açúcar no Brasil – 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 23 de novembro de 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção agrícola 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 23 de dezembro de 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DO PETROLEO, GÁS E BIOCOMBUSTÍVEIS. Informações e estatísticas. Disponível em:<<http://www.ibp.org.br/>>. Acesso em 23 de dezembro de 2011.

INSTITUTO DE ESTUDOS DO COMERCIO E NEGOCIAÇÕES INTERNACIONAIS. (ICOME) Overview of the biofuels sectors in selected Asian and Latin América Countries. 2009. Disponível em:< [www.iconebrasil.org.br/](http://www.iconebrasil.org.br/)>. Acesso em 23 de dezembro de 2011.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Considerações sobre a expansão recente da lavoura canvieira no Brasil. 2008. Disponível em: < [www.iea.sp.gov.br/](http://www.iea.sp.gov.br/) >. Acesso em 23 de novembro de 2011.

INTERGOVERNARNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation – 2011. Disponível em: <http://srren.ipcc-wg3.de/>. Acesso em 19 de maio de 2012

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Sustainable Production of Second-Generation Biofuels. – 2010. Disponível em: < <http://www.iea.org/>>. Acesso em 21 de dezembro de 2011.

KIELING, A.G., MORAES, C.A.M., VACCARO, G.L.R., FERNANDES, I.J., CABRERA, R.S.. Opportunities for the Development of By-Products from Industrial Stage of Ethanol Production from Sugar Cane. In: ICIEOM 2011 - XVII International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. Belo Horizonte: ABEPRO 1:1-13. 2011a

KIELING, A.G., MORAES, C.A.M., FERNANDES, I.J., VACCARO, G.L.R.. Survey Opportunities for Recovery of Sugar Cane Bagasse. In: 5th Deutsch-Brasilianisches Symposium 2011 Nachhaltige Entwicklung - 5 Simpósio Brasil-Alemanha 2011 Desenvolvimento Sustentável, 2011, Stuttgart. 1: 51-51. 2011b

KIELING, A.G., FERNANDES, I.J., MORAES, C.A.M., SILVEIRA, C. F. B., VACCARO, G.L.R., DEMARTINI, F. J., CABRERA, R.S. Critical Analysis of By-Products Applications from Ethanol Production. In: ISAF 2011 - XIX International Symposium on Alchool Fuels. Verona: CREAM, 2011. 1: 1-6. 2011c.

KIELING, A.G., FERNANDES, I.J., AGOSTI, A., MORAES, C.A.M., VACCARO, G.L.R.. Mitigação do Impacto Ambiental da Produção de Etanol Através da Utilização dos seus Resíduos para Produção de Alimento Animal. In: 6o Congresso Internacional de Bioenergia. Curitiba: FIEP-SENAI, 2011. 1: 1-9. 2011d

KUIAWINSKI, D.L. Limites e Possibilidades de Desenvolvimento da Cadeia Produtiva do Álcool: Um estudo de Caso no Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. São Leopoldo: Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2008.

LACERDA, D.P., A Gestão Estratégica em uma Universidade Privada Confessional: Compreendendo se e como as intenções tornam-se ações estratégicas. Tese de Doutorado – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2009.

LAKATOS, E.M., MARCONI, M.A., Fundamentos da Metodologia Científica. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1991.

LONGHI, A., VACCARO, G.L.R., MOUTINHO, M.H.C., FLECK, T., ROOS, K., AZEVEDO, D. C. Identificação dos elementos formadores da cadeia de produção de etanol: um estudo sobre variáveis e atores da cadeia do Rio Grande do Sul, 2013a. Working paper.

LONGHI, A., VACCARO, G.L.R., MOUTINHO, M.H.C., FLECK, T., ROOS, K., AZEVEDO, D. C. Mapeamento dos relacionamentos entre os atores da cadeia de produção de etanol no Estado do Rio Grande do Sul: um estudo baseado em dinâmica de sistemas, 2013b. Working paper.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Departamento da Cana-de-açúcar e Agroenergia. Disponível em: <[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)>. Acesso em 20 de dezembro de 2012.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. PORTARIA Nº 332, DE 1º DE DEZEMBRO DE 2009. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em 2 de janeiro de 2012.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Sistema de Monitoramento Meteorológico – AGRITEMPO. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br/>>. Acesso em 20 de janeiro de 2013.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR – MDIC. Álcool Combustível. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br>>. Acesso em: 03 de janeiro de 2011.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA – MME. Matriz Energética 2030. Publicada em agosto de 2007. Disponível em: <<http://www.minaseenergia.gov.br>>. Acesso em: 19 de janeiro de 2013.

NÚCLEO DE ESTUDOS AGRÁRIOS E DESENVOLVIMENTO RURAL – Estudos e Pesquisas. Disponível em: <[http://www.nead.gov.br/portal/nead/institucional/estudos\\_e\\_pesquisas](http://www.nead.gov.br/portal/nead/institucional/estudos_e_pesquisas)> Acesso em 10 agosto de 2012

NÚCLEO DE ESTUDOS ECONOMIAS DE BAIXO CARBONO. Relatório Setorial: Biocombustíveis. Disponível em: < [www.bioetanol.org.br/noticias/detalhe.php?ID=MzU4](http://www.bioetanol.org.br/noticias/detalhe.php?ID=MzU4)> Acesso em 12/11/12

PETROBRAS. Rio+20: Apresentamos o etanol produzido com bagaço de cana. Publicado em 14 de junho de 2012. Disponível em <<http://www.petrobras.com.br/pt/noticias/rio-20-apresentamos-o-etanol-produzido-com-bagaco-de-cana/>> Acesso em: 20 de novembro de 2012

PETROBRAS. Fatos e dados – disponível em <<http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos>> Acesso em: 23 de fevereiro de 2012

PIRES, M., Construção do Modelo Endógeno, Sistêmico e Distintivo de Desenvolvimento Regional e a sua Validação através da Elaboração e da Aplicação de uma Metodologia ao caso do Mercoeste. Tese de doutoramento. EPS/UFSC, Florianópolis, SC, 2001

POHLMANN, C. R., Proposição de um Método para Apoiar a Elaboração do Posicionamento Estratégico de Programas de Pós-Graduação Baseado em Dinâmica de Sistemas. Dissertação de Mestrado. São Leopoldo: Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2009.

PRETTO, J.M., Mais etanol e mais alimentos na Rio Grande do Sul – Um modelo de produção de etanol adequado à agricultura familiar no RS – NEAD, 2009

RAMBO, A.G., A contribuição Territorial Coletiva e da Densidade Institucional nos Processos de Desenvolvimento Territorial Local/Regional: A Experiência da Coopercana – Porto Xavier/RS. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

REDE INTERUNIVERSITÁRIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO SETOR SUCRO ALCOOLEIRO – RIDESA – Disponível em: < <http://www.ridesa.agro.ufg.br/>> Acesso em 12/12/2012

RIO GRANDE DO SUL. Lei 47.956. Publicada em 5 de dezembro de 2011. Disponível em < <http://www.legislacao.sefaz.rs.gov.br/Site/Document.aspx?inpKey=193641&inpCodDispositivo=&inpDsKeywords=47956>> Publicado em 18 de abril de 2011. Acesso em 18/11/2012

RIO GRANDE DO SUL. Lei 13838/11. Publicada em 5 de dezembro de 2011. Disponível em < <http://www.legislacao.sefaz.rs.gov.br/Site/Document.aspx?inpKey=193641&inpCodDispositivo=&inpDsKeywords=13838>> Acesso em 18/11/2012

RIO GRANDE DO SUL. Lei 46781/9. Publicada em 4 de dezembro de 2009. Disponível em < <http://www.legislacao.sefaz.rs.gov.br/Site/Document.aspx?inpKey=169011&inpCodDispositivo=&inpDsKeywords=46781>> Acesso em 18/11/2012

RIO GRANDE DO SUL. Lei 48717/11. Publicada em 20 de dezembro de 2011. Disponível em < <http://www.legislacao.sefaz.rs.gov.br/Site/Document.aspx?inpKey=194177&inpCodDispositivo=&inpDsKeywords=48717>> Acesso em 18/11/2012

RIO GRANDE DO SUL. Lei 32666/87. Publicada em 17 de outubro de 1987. Disponível em < <http://www.legislacao.sefaz.rs.gov.br/Site/Document.aspx?inpKey=107261&inpCodDispositivo=&inpDsKeywords=32666>> Acesso em 18/11/2012

RIO GRANDE DO SUL. Lei 13708/11. Publicado em 06 de abril de 2011. Disponível em < <http://www.legislacao.sefaz.rs.gov.br/Site/Document.aspx?inpKey=182256&inpCodDispositivo=&inpDsKeywords=13708>> Acesso em 18/11/2012

RIO GRANDE DO SUL. Lei 13.196/09. Publicado em 13 de julho de 2009. Disponível em < <http://www.legislacao.sefaz.rs.gov.br/Site/Document.aspx?inpKey=163254&inpCodDispositivo=&inpDsKeywords=13.196>> Acesso em 18/11/2012

RIO GRANDE DO SUL. Lei 13.601/11. Publicada em 1 de janeiro de 2011. Disponível em: < [http://www.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100018.asp?Hid\\_IdNorma=55663](http://www.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100018.asp?Hid_IdNorma=55663)> Acesso em 18/11/2012

RODRIGUES, S. B. M., Avaliação das alternativas de transporte de Etanol para a exportação na região Centro-Sul, São Carlos, 2007.

RYAN, F., COUGHLAN, M.; CRONIN, P. *Interview in qualitative research: The one-to-one interview*. InternationalJournalofTherapyandRehabilitation, vol. 6, n. 6, June 2009.

SCARPELLI, M.; BATALHA, M.O., Gestão Agroindustrial: Uma proposta de agenda de pesquisa. Enegep, 2001.

SCHNEIDER, J. B., SILVEIRA, C. F. B., MORAES, C.A.M., VACCARO, G.L.R., KIELING, A.G. 2011. Environmental Aspects and Impacts Assessment of Ethanol Production Chain. In: ISAF 2011 - XIX International Symposium on Alcohol Fuels. Verona: CREAM. 1: 1-6.

SCHWARTZ, P., A arte da visão de longo prazo. São Paulo: Best Seller, 2004

SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DO AGRONEGÓCIO DO RIO GRANDE DO SUL – SEAPA. Sala de notícias. Disponível em: < <http://www.saa.rs.gov.br/>>. Acesso em: 03 de outubro 2012.

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO E PROMOÇÃO DO INVESTIMENTO DO RIO GRANDE DO SUL - SDPI. Política Industrial - Modelo de Desenvolvimento Industrial do Estado do Rio Grande do Sul 2012-2014. Disponível em: <<http://www.sdpi.rs.gov.br>>. Acesso em: 03 de outubro 2012.

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO E PROMOÇÃO DO INVESTIMENTO DO RIO GRANDE DO SUL - SDPI. Sala do Investidor. Disponível em: <<http://www.saladoinvestidor.rs.gov.br/>>. Acesso em: 05 de julho 2013.

SENGE, P. M., A Quinta Disciplina – Arte e Prática da Organização que Aprende. 17 ed. São Paulo: Best Seller, 2004.

SHIKIDA, P. F. A., A evolução diferenciada da agroindústria canavieira no Brasil de 1975 a 1995. Piracicaba, 1997. 191f. Doutorado – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

SILVA, E., MENEZES, E.M., 2001, Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. 3. ed., Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC.

SILVEIRA, C. F. B., SCHNEIDER, J. B., MORAES, C.A.M., VACCARO, G.L.R., KIELING, A.G. 2011. Economical Evaluation of Ethanol Production by a Family Farms Cooperative. In: ISAF 2011 - XIX International Symposium on Alcohol Fuels. Verona: CREAR. 1: 1-6.

STERMAN, J.D., Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world. Boston: McGraw-Hill, 2000.

UNIÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO (UNICA). Estatísticas e projeções. Disponível em: <<http://www.portalunica.com.br>>. Acesso em 15 de dezembro de 2011.

UNIÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO (ÚNICA). UNICA prevê queda na produção 2010/2011. 2011. Disponível em: <<http://www.portalunica.com.br/portalunica/noticias>>. Acesso em 12 de novembro de 2011.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP). Argentina dobra produção de etanol de milho - Inovação Unicamp. 2011. Disponível em: <<http://www.inovacao.unicamp.br/noticia.php?id=1092>>. Acesso em 2 de Janeiro de 2012.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP). Agências do governo dos EUA e da Califórnia alertam: balanço da cana é melhor que o do milho; etanol de cana é que cumpre metas. 2009. Disponível em: <<http://www.inovacao.unicamp.br/report/noticias/index.php?cod=524>>. Acesso em 2 de Janeiro de 2012.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar. *PMGCA*. Disponível em: <<http://pmgca.dbv.cca.ufscar.br>>. Acesso em: 10 agosto de 2012.

USDA. United States Department of Agriculture. Ethanol Transportation Background. September 2007. Disponível em: <<http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/getfile?dDocName=STELPRDC5063605&acct=atpub>> Acesso em 15 de Julho de 2012.

VACCARO, G.L.R., POHLMANN, C., LIMA, A.C., SANTOS, M.S., SOUZA, C.B. AZEVEDO, D.C. Prospective scenarios for the biodiesel chain of a Brazilian state. *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 14(1): 1263-1272

VAN DER HEIDJEN, K., *Cenários: a arte da conversação estratégica*. 1ª Edição. Porto Alegre, Bookman, 2004.

VAN DER HEIDJEN, K., *Cenários: a arte da conversação estratégica*. 2ª Edição. Porto Alegre, Bookman, 2009.

VERSCHOORE, F.J., *Redes de cooperação: concepções teóricas e verificações empíricas*. In: Jorge Renato de Souza Verschoore Filho (Org.). *Redes de cooperação: uma nova organização de pequenas e médias empresas no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Fundação de Economia e Estatística; 2004.

WIND, Y. J. CROOK, C. GUNTHER, R., *A Força dos Modelos Mentais*. Porto Alegre, Bookman, 2004.

YIN, R. K., *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos*. Porto Alegre: Bookmann, 2005.