

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

FELIPE JORGE DEMARTINI

AGREGAÇÃO DE VALOR A SUBPRODUTOS DA PRODUÇÃO DE ETANOL:
Uma proposta de modelo de centro tecnológico para o Rio Grande do Sul

São Leopoldo

2012

FELIPE JORGE DEMARTINI

AGREGAÇÃO DE VALOR A SUBPRODUTOS DA PRODUÇÃO DE ETANOL:

Uma proposta de modelo de centro tecnológico para o 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: Prof. Dr. Guilherme Luís Roehe Vaccaro

São Leopoldo

2012

Ficha Catalográfica

D372a Demartini, Felipe Jorge

Agregação de valor a subprodutos da produção de etanol: uma proposta de modelo de centro tecnológico para o Rio Grande do Sul / por Felipe Jorge Demartini. – 2012.

113 f. : il. ; 30cm.

Dissertação (mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, São Leopoldo, RS, 2012.

“Orientação: Prof. Dr. Guilherme Luís Roehe Vaccaro, Ciências Exatas”.

1. Etanol – Centro tecnológico – Rio Grande do Sul. 2. Etanol – Coproduto. 3. Etanol – Subproduto. 4. Cadeia produtiva – Etanol. I. Título.

CDU 661.722(816.5)

Catálogo na Publicação:
Bibliotecária Camila Quaresma Martins - CRB 10/1790

FELIPE JORGE DEMARTINI

AGREGAÇÃO DE VALOR A SUBPRODUTOS DA PRODUÇÃO DE ETANOL:

Uma proposta de modelo de centro tecnológico para o 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.

Aprovado em ___/___/_____

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Luís Roehe Vaccaro

Dr. Homero Dewes – Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Dr. Miguel Afonso Sellitto – Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS

Dra. Miriam Borchardt – Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS

AGRADECIMENTOS

A construção de uma dissertação é um processo demorado e complexo e que depende muito das pessoas ao seu redor para sua concretização. E que sem a ajuda delas este trabalho não seria possível de ser realizado.

Agradeço em primeiro lugar ao meu amigo, mentor e orientador Guilherme Luís Roehe Vaccaro por todo apoio ao longo do processo pelo otimismo com sua clássica frase: “Tudo dará certo”, por respeitar meus limites e por acreditar em meu potencial. Pelas conferências via internet quando estava na Coréia do Sul em horários complicados e tudo mais.

Agradeço aos colegas e amigos que fizeram parte da minha vida neste período, me apoiando, ouvindo desabafos e apoiando incondicionalmente. A Rosângela em especial pela parceria e discussões sobre as dissertações. Ao Fernando pelos trabalhos realizados em conjunto. Aos amigos Dieter, Alexandre “Popper”, Charles, Paula entre outros tantos parceiros nesta caminhada. Aos amigos Leonardo e Gustavo pelas conversas filosóficas.

Aos professores que nos fizeram ver todas as coisas de uma forma diferente, e sim a nossa visão do mundo muda durante o mestrado. Em especial a professora Miriam que me auxiliou durante o estágio de docência. Ao professor Daniel pelo seu trabalho final de metodologia de pesquisa que tanto auxiliou na construção da qualificação desta dissertação. Aos professores Sellitto, Giancarlo, Cassel, Luis Henrique e Junico, o meu muito obrigado.

Agradeço a CAPES/PROSUP pela oportunidade de tornar real este desejo de me tornar mestre e assim se possível de alguma forma contribuir para o avanço do país.

Agradeço aos profissionais que se dispuseram a avaliar os produtos desta dissertação.

Agradeço aos meus pais Oscar e Vera por tudo, sem o apoio de vocês nada disto seria possível, obrigado.

Agradeço por fim a todos que contribuíram em maior ou menor grau nesta importante fase da minha vida.

MUITO OBRIGADO!

“Não sou jovem o suficiente para saber tudo”

Oscar Wilde

RESUMO

Este trabalho refere-se a estudos na produção de etanol em pequena escala no Rio Grande do Sul. O contexto riograndense de produção de etanol é único, de pequenas propriedades, pequenas usinas e cooperativas de pequenos produtores de cana de açúcar; devido principalmente à pequena escala o etanol produzido no estado não é competitivo em relação ao restante do país, e uma opção para tentar realizar uma mudança neste cenário seria a agregação de valor aos subprodutos da produção de etanol. Dentro da cadeia produtiva do etanol são inúmeras as possibilidades de estudos e inovações para agregação de valor, mas para que isso ocorra é necessária a realização de pesquisas e estudos sobre o tema, e para alavancar estes estudos e possibilidades um modelo de centro tecnológico para a realização de pesquisas, desenvolvimentos de coprodutos, processos e inovações em produtos e processos se faz necessário. Em encontro disso vem este trabalho que visa desenvolver uma proposta de centro tecnológico para agregação de valor aos subprodutos da produção de etanol no estado do Rio Grande do Sul. O trabalho se desenvolveu a luz da metodologia do *Design Research* onde, por ser uma forma prescritiva de trabalho, o processo criativo do autor fica evidenciado e, na tentativa de validar qualitativamente os resultados, duas rodadas de avaliações com especialistas da área foram realizadas. Ao final obteve-se um *framework* que representa o centro tecnológico e um quadro com suas funções, pesquisas e serviços. Não são apresentados os modelos operacionais para o centro, ficando estes para trabalhos futuros.

Palavras-chave: Centro Tecnológico. Etanol. Coprodutos. Subprodutos. Agregação de valor. Cadeia produtiva de etanol.

ABSTRACT

This research refers to studies on ethanol production on a small scale in Rio Grande do Sul State, south of Brazil. This context of ethanol production is unique, composed by small farms, small factories and cooperatives of small producers of sugar cane; due to its small scale and high production costs, ethanol produced in the state is not competitive with the rest of the country, and an option to try to make a change in this scenario would be the constant aggregation of value to the byproducts of ethanol production. In the production chain of ethanol are numerous the possibilities for research and innovation to add value, but for this to occur is necessary to carry out research and studies on these subject, and to leverage these studies, a model for a technological center for develop researches, develop co-products, innovative products and processes seems to be a relevant step. Against it is this work which aims to develop a proposal for a technological center to add value to the byproducts of ethanol production in Rio Grande do Sul State. The work was developed using the methodology of Design Research, as a prescriptive way of work, the author's creative process is evident and, in an attempt to validate the results qualitatively, two rounds of evaluations with experts were performed. The result of the work is a framework that represents the technological center and a table with their functions, research and services. There aren't presented the operational models for the center, leaving them for future work.

Keywords: Technological Center. Ethanol. Co-products and byproducts. Added value. Ethanol production chain.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vendas de Etanol e gasolina automotivos no Brasil. Etanol: inclui as vendas do Etanol hidratado e do anidro misturado na gasolina C, gasolina: exclui o Etanol anidro.	15
Figura 2 - Questão de pesquisa.....	19
Figura 3 - Passos para pesquisa de originalidade.	21
Figura 4 - Cadeia de valor da inovação.	27
Figura 5: Centro Tecnológico.....	29
Figura 6 - Sede da Embrapa clima Temperado.	30
Figura 7 - Organograma da Embrapa Clima Temperado.	33
Figura 8 - Sede do CTC.....	35
Figura 9 - Configuração organizacional.	38
Figura 10 - Processo produtivo do Etanol.	42
Figura 11 - Obtenção de etanol a partir de biomassa	48
Figura 12 - Referencial esquemático.	56
Figura 13 - Relacionamento do CT com parceiros.....	57
Figura 14 - Metodologia de pesquisa.	58
Figura 15 - Modelo genérico para geração e acumulação de conhecimento.....	60
Figura 16 - Metodologia genérica para o <i>Design Research</i>	62
Figura 17 - Estrutura do método de trabalho.....	67
Figura 18 - Zoneamento agroecológico da cana de açúcar do estado do Rio Grande do Sul. .	80
Figura 19 - Parque fabril da Coopercana.....	81
Figura 20 - <i>Framework</i> conceitual do centro tecnológico.....	86
Figura 21 - <i>Framework</i> da governança do centro tecnológico.....	88
Figura 22 - <i>Framework</i> conceitual do centro tecnológico – Tentativa 2.....	99
Figura 23: <i>Framework</i> da governança do centro tecnológico – Tentativa 2.....	101
Figura 24: Centro Tecnológico atuando no contexto do RS	104

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Fontes pesquisadas	21
Quadro 2 - Palavras-chave da pesquisa	22
Quadro 3 - Resultados da busca	23
Quadro 4 - Publicações selecionadas.....	24
Quadro 5 - As diferenças entre programas de pesquisas orientados à descrição e à prescrição.	61
Quadro 6 - Apresentação dos especialistas.....	69
Quadro 7 - Roteiro de entrevistas.....	70
Quadro 8 - Quadro de funções do Centro Tecnológico.....	82
Quadro 9 - Avaliações dos especialistas.	92
Quadro 10 - Quadro de funções do Centro Tecnológico – Tentativa 2.....	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção e consumo de Etanol hidratado e anidro no RS	17
--	----

LISTA DE SIGLAS

ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
COOPERCANA	Cooperativa dos Produtores de Cana Porto Xavier
CT	Centro Tecnológico
CTBE	Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia
CTC	Centro de Tecnologia Canavieira
FETAG	Federação dos Trabalhadores na agricultura do Rio Grande do Sul
FIERGS	Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
IBGC	Instituto Brasileiro de Governança Corporativa
MCT	Ministério da Ciência e tecnologia
PRÓALCOOL	Programa Nacional do Alcool
UNICA	União da Indústria de Cana-de-açúcar

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 QUESTÃO DE PESQUISA	17
1.2 OBJETIVOS	19
1.3 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA	20
2 REFERENCIAL TEÓRICO	25
2.1 EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA VERSUS CRESCIMENTO ECONÔMICO	25
2.2 DIFUSÃO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA.....	26
2.2.1 Cadeia de Valor da Inovação.....	26
2.3 CENTROS TECNOLÓGICOS	27
2.3.1 Embrapa Clima Temperado.....	29
2.3.1.1 Missão, Visão e Objetivos Estratégicos	30
2.3.1.2 Estrutura da Embrapa Clima Temperado	33
2.3.1.3 Unidades de Pesquisa	33
2.3.2 Centro de Tecnologia Canavieira (CTC)	34
2.3.2.1 Pilares Estratégicos.....	35
2.3.2.2 Área de atuação do CTC.....	39
2.3.3 Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE).....	39
2.3.3.1 Missão e Visão	40
2.3.3.2 Unidades de Pesquisa	40
2.3.3.3 Parceiros e Recursos Financeiros	40
2.4 PROCESSO PRODUTIVO DO ETANOL.....	41
2.5 OPORTUNIDADES DE GERAÇÃO DE COPRODUTOS	44
2.5.1 Bagaço.....	45
2.5.1.1 Geração de Energia.....	45
2.5.1.2 Alimento Animal	46
2.5.1.3 Etanol de Segunda Geração.....	47
2.5.1.4 Aditivo para Asfalto	49
2.5.1.5 Segregação do Bagaço.....	49
2.5.2 Vinhaça.....	50
2.5.2.1 Fertirrigação.....	50
2.5.2.2 Biogás	51
2.5.3 Óleo Fúsel	51
2.5.4 Torta de Filtro.....	52

2.5.5 Cinzas Provenientes da Queima do Bagaço	53
2.6 PERSPECTIVAS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO NA CADEIA PRODUTIVA DO ETANOL	55
2.7 CONSIDERAÇÕES SOBRE O REFERENCIAL	56
3 METODOLOGIA.....	58
3.1 MÉTODO DE PESQUISA.....	59
3.1.1 Estrutura do <i>Design Research</i>	62
3.1.2 Resultados	64
3.1.3 Justificativa para Escolha do Método.....	65
3.2 MÉTODO DE TRABALHO	65
3.3 DELIMITAÇÃO	71
4 PROPOSIÇÃO DO MODELO DE CENTRO TECNOLÓGICO.....	73
4.1 PROPOSIÇÃO DE FUNÇÕES DO CT – TENTATIVA 1	73
4.1.1 Linhas de pesquisa.....	73
4.1.2 Serviços.....	78
4.1.3 Transferência de Tecnologia	78
4.1.4 Localização	79
4.2 PROPOSIÇÃO DO <i>FRAMEWORK</i> CONCEITUAL – TENTATIVA 1	84
4.3 AVALIAÇÃO DOS ESPECIALISTAS – TENTATIVA 1	89
4.4 PROPOSIÇÃO DE FUNÇÕES DO CT – TENTATIVA 2	94
4.5 PROPOSIÇÃO DO <i>FRAMEWORK</i> CONCEITUAL – TENTATIVA 2.....	98
4.6 AVALIAÇÃO DOS ESPECIALISTAS – TENTATIVA 2.....	102
4.7 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS DADOS OBTIDOS E OS ARTEFATOS RESULTANTES DA PESQUISA	103
5 CONCLUSÃO.....	105
5.1 LIMITAÇÕES	106
5.2 SUGESTÃO PARA FUTUROS TRABALHOS	106
REFERÊNCIAS	107
APÊNDICE A - Carta convite aos especialistas	113

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país pioneiro quando o assunto é a produção de combustíveis de matriz energética renovável. Isto se iniciou como uma resposta do governo federal brasileiro à primeira crise do petróleo que ocorreu no ano de 1973. Com a meta de prover uma alternativa à gasolina foi criado o Programa Nacional do Álcool (PRÓALCOOL), em 14 de novembro de 1975, sob o decreto 76.593, buscando incentivar a produção e consumo de álcool, produzido a partir da cana de açúcar em destilarias junto a usinas de açúcar. Superada a primeira crise do petróleo o Brasil manteve sua posição de incentivo em relação ao álcool, passando em 1977 a adicioná-lo também a gasolina em proporção de 4,5%.

No ano de 1979, a porcentagem de álcool anidro na gasolina elevou-se para 15% objetivando a redução da importação e consumo de gasolina, devido à alta no valor do barril de petróleo ocorrida pela segunda crise do petróleo. No segundo semestre daquele mesmo ano o governo federal, em parceria com a indústria automotiva, fechou um acordo no qual as montadoras deveriam desenvolver e colocar em suas linhas de produção carros movidos exclusivamente a álcool hidratado. No ano de 1983, a produção de carros movido a álcool combustível (hidratado) teve seu ápice, representando 90% dos carros vendidos no Brasil, e, no ano de 1985, o percentual de álcool anidro misturado à gasolina passa a 22% (GORDINHO, 2010).

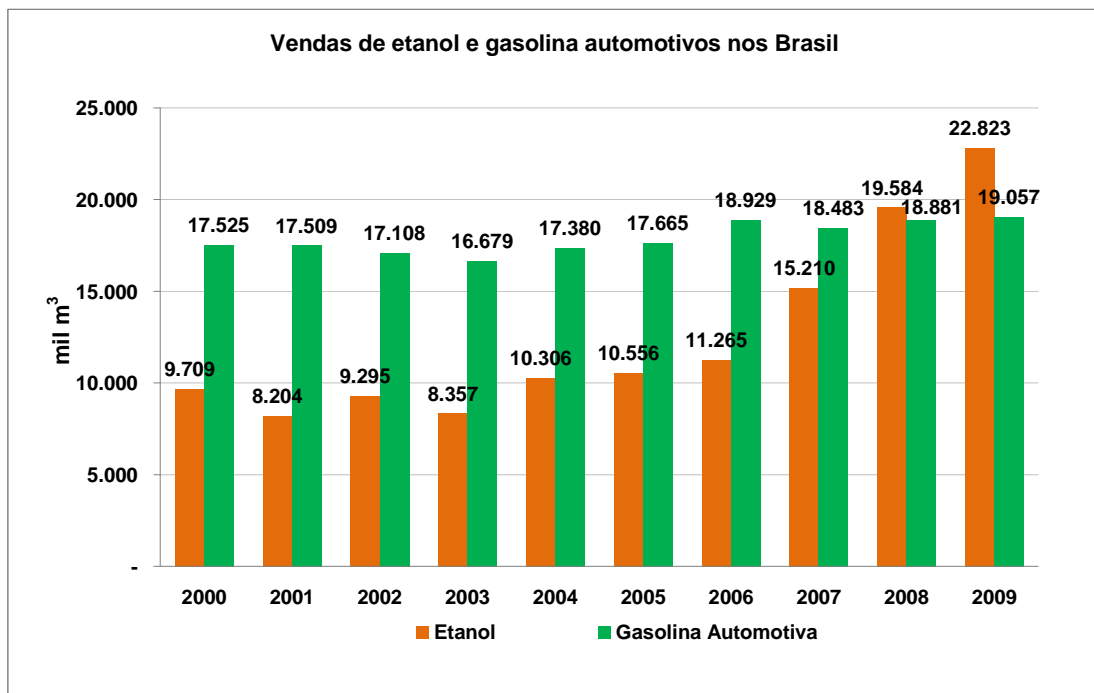
Na década de 90 poucos foram os incentivos ao álcool combustível devido a sua baixa competitividade em relação à gasolina, visto que a segunda crise do petróleo já havia sido superada, e a abertura do mercado brasileiro a importações de veículos, estes movidos exclusivamente a gasolina.

Segundo Macieiro e Lopes (2008), do ano de 1975 ao ano de 2000 foram produzidos aproximadamente 5,6 milhões de automóveis movidos exclusivamente a álcool hidratado. Neste período além do consumo por parte dos automóveis a álcool hidratado, a proporção da mistura de álcool anidro a gasolina saltou de 4,5% para até 25% para cada litro do combustível, o que representou, no período, a redução de emissões de gás carbônico na atmosfera na ordem de 110 milhões de toneladas e ao mesmo tempo evitou a importação de 550 milhões de barris de petróleo, representando uma expressiva economia de divisas para o Brasil.

O contexto de estagnação da década de 90 alterou-se em 2003 após o lançamento do primeiro automóvel bicombustível, o Volkswagen Gol 1.6 Total Flex, seguido de outros ainda no mesmo ano. Esta mudança no contexto pode ser observada na Figura 1, demonstrando a

evolução da venda de etanol no Brasil comparado com a gasolina a partir de 2003. Em particular, no mês de Abril do ano de 2008 ocorreu um marco na história brasileira, quando o consumo de etanol ultrapassou o de gasolina. Mais recentemente no segundo semestre de 2010 surgiu a primeira motocicleta bicomustível, a Honda CG 150 Titan Mix, demonstrando a abrangência e importância deste combustível de fontes renováveis no Brasil.

Figura 1 - Vendas de Etanol e gasolina automotivos no Brasil. Etanol: inclui as vendas do Etanol hidratado e do anidro misturado na gasolina C, gasolina: exclui o Etanol anidro.



Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP (2010).

O ano de 2010 ainda foi marcado pela alteração do nome do combustível de ‘álcool comum’ para ‘etanol’ na bomba dos postos brasileiros. O nome álcool provém da década de 70 em referência ao PRÓALCOOL em função do contexto interno do país de incentivo a esse combustível. Gordinho (2010) afirma que no restante do mundo o combustível é conhecido como etanol, o nome técnico do álcool etílico carburante. Ainda, objetivava-se a desvinculação do álcool a direção e com base nestes fatores, somados à globalização da economia e à necessidade de um nome de reconhecimento mundial, a União da Indústria de cana-de-açúcar (UNICA), no ano de 2009, solicitou à ANP a alteração do nome álcool comum para etanol. Em 2010 a decisão foi favorável, tendo tido os postos de combustíveis prazo até o final do ano de 2010 para se adequarem à nova nomenclatura.

Segundo Gordinho (2010), o automóvel bicombustível representa 90% das vendas atuais no país e 50% da frota total brasileira em 2010, sendo este o marco do sucesso do etanol nesta década. Já segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores - ANFAVEA (2010), as vendas de veículos bicombustíveis no Brasil até o mês de Novembro de 2010 representavam 84% do total de veículos leves vendidos no país (sendo, 2.631.312 de um total de 3.133.512 veículos vendidos). O etanol proveniente da cana de açúcar já demonstra ser um substituto comercialmente e tecnologicamente viável em relação aos combustíveis de matriz energética fóssil, sendo o Brasil o único país onde se mistura até 25% a gasolina e que já supera o volume de consumo de gasolina pura, tornando o etanol o principal combustível para veículos leves do país.

Do ponto de vista contextual e econômico, as perspectivas para o século XXI em relação ao etanol são ainda mais abrangentes do que apenas o seu uso como combustível para veículos. Como exemplo destaca-se o polietileno verde da Braskem que tem seu uso como matéria prima para produtos antes baseados em outras matrizes energéticas. Em 2010, a Coca-Cola lançou sua primeira garrafa produzida parcialmente com etanol da cana de açúcar (cerca de 30% da sua matéria prima), sendo ainda uma forma de marketing com enfoque ecológico para a marca. Outro exemplo que se destaca é o do automobilismo: a Fórmula Indy, categoria de renome mundial tem como combustível oficial o etanol de cana de açúcar, o etanol marca presença também no Rally Dakar, Rally dos Sertões e na Stock Car, principal categoria nacional, levando a um diferente público o debate sobre etanol e biocombustíveis.

O contexto histórico brasileiro demonstra a solidez do mercado em relação ao etanol e sua perspectiva crescente de demanda, que pode ser corroborada pela Figura 1. Esse consumo sustenta-se na cadeia produtiva baseada em grandes propriedades produtoras de cana de açúcar com colheita mecanizada. Segundo dados da ANP (2010), 67,7% da produção brasileira de etanol, ou seja, 17.676,39 mil m³ de um total de 26.103,09 mil m³ são oriundos da região sudeste e, destes, 15.041,00 mil m³, ou seja, 57,62% do total produzido provêm apenas do estado de São Paulo, onde a cana de açúcar é plantada em regime de monocultura em estruturas fundiárias de grande porte.

Já o Estado do Rio Grande do Sul mostra-se dependente de importação de etanol de outros estados, como pode ser visto no comparativo de consumo apresentado na Tabela 1, na qual se verifica que 99,74% do etanol consumido no RS em 2009 provêm de importações de outros estados e que sua produção é de apenas 2,46 mil m³. Sua produção é baseada em pequenas propriedades pouco mecanizadas compostas principalmente pela agricultura familiar e com culturas diversificadas.

Tabela 1 - Produção e consumo de Etanol hidratado e anidro no RS

	2007	2008	2009
Consumo	712,14 mil m ³	855,36 mil m ³	964,41 mil m ³
Produção	7 mil m ³	6,32 mil m ³	2,46 mil m ³
Importação	99,02 %	99,26 %	99,74 %

Fonte: ANP (2010).

Este valor importado tende a aumentar com o passar dos anos. Analisando o atual contexto riograndense de expansão da demanda e sua dependência de outros estados, assim como sua comparação ao contexto paulista, verifica-se que as soluções adotadas naquele estado não se aplicam ao RS, devido principalmente às diferenças socioeconômicas. Estas diferenças nortearão o delineamento do problema de pesquisa e posterior construção do modelo conceitual do centro tecnológico.

1.1 QUESTÃO DE PESQUISA

Este trabalho tem como tema a cadeia produtiva de etanol no estado do Rio Grande do Sul. Mais especificamente coloca seu foco geográfico na região das missões e fronteira Noroeste do Estado, dado que é nesta região que se concentra a maior produção de etanol no Estado.

As cadeias produtivas do etanol no Brasil em geral formadas por grandes propriedades, pelas agroindústrias e oligopólios, que são diferentes da cadeia produtiva do Rio Grande do Sul, que é formada por pequenas propriedades, apresentando pouca mecanização e tendo a agricultura familiar como sua base (VACCARO et al., 2011). A produção em grande escala foi o caminho utilizado pela maioria do país para a busca da otimização dos rendimentos e redução de custos, o que contribuiu para o aumento contínuo da escala de produção das usinas de etanol. Já a cadeia produtiva do etanol no RS, por ser baseada na agricultura familiar e no cooperativismo, é formada por mini usinas e usinas de pequeno porte, perdendo em competitividade em relação ao restante das cadeias produtivas de etanol no Brasil tanto pelos altos custos decorrentes da baixa escala de produção, quanto pela pouca mecanização no processo (VACCARO et al., 2011).

Tendo em vista esse contexto faz-se necessário entender o conceito de cadeia produtiva, e assim definir a forma que mais se ajusta ao escopo do presente trabalho. Green e

Santos (1992) defendem que a cadeia deve estar associada à matéria prima. Já Batalha (1999) afirma que a cadeia produtiva é definida através de um produto final e os processos necessários para sua obtenção.

Dentro do escopo deste trabalho a definição escolhida é a de Batalha (1999), que afirma que primeiro identifica-se determinado produto final, em seguida identifica-se a sua cadeia de jusante a montante. Escolhida a definição de cadeia produtiva afirma-se que a cadeia produtiva neste trabalho é do etanol e não da matéria prima, que também pode ser variada, podendo ser de cana de açúcar, sorgo sacarino, milho, entre outros.

Para tornar a cadeia produtiva de etanol mais competitiva no cenário nacional faz-se necessário agregar valor aos subprodutos do seu processo produtivo. Tendo como objetivo torná-los matéria prima para outros processos ou então coprodutos.

De acordo com Silva (2010), a fase industrial da fabricação do etanol é caracterizada pelos aspectos ambientais de alto consumo de água e de geração de grandes quantidades de resíduos, sendo os mais importantes o bagaço, a vinhaça e a torta de filtro. Desta forma, agregar valor aos resíduos ou subprodutos é necessário, para obtenção de ganhos não só financeiros mais ainda ambientais.

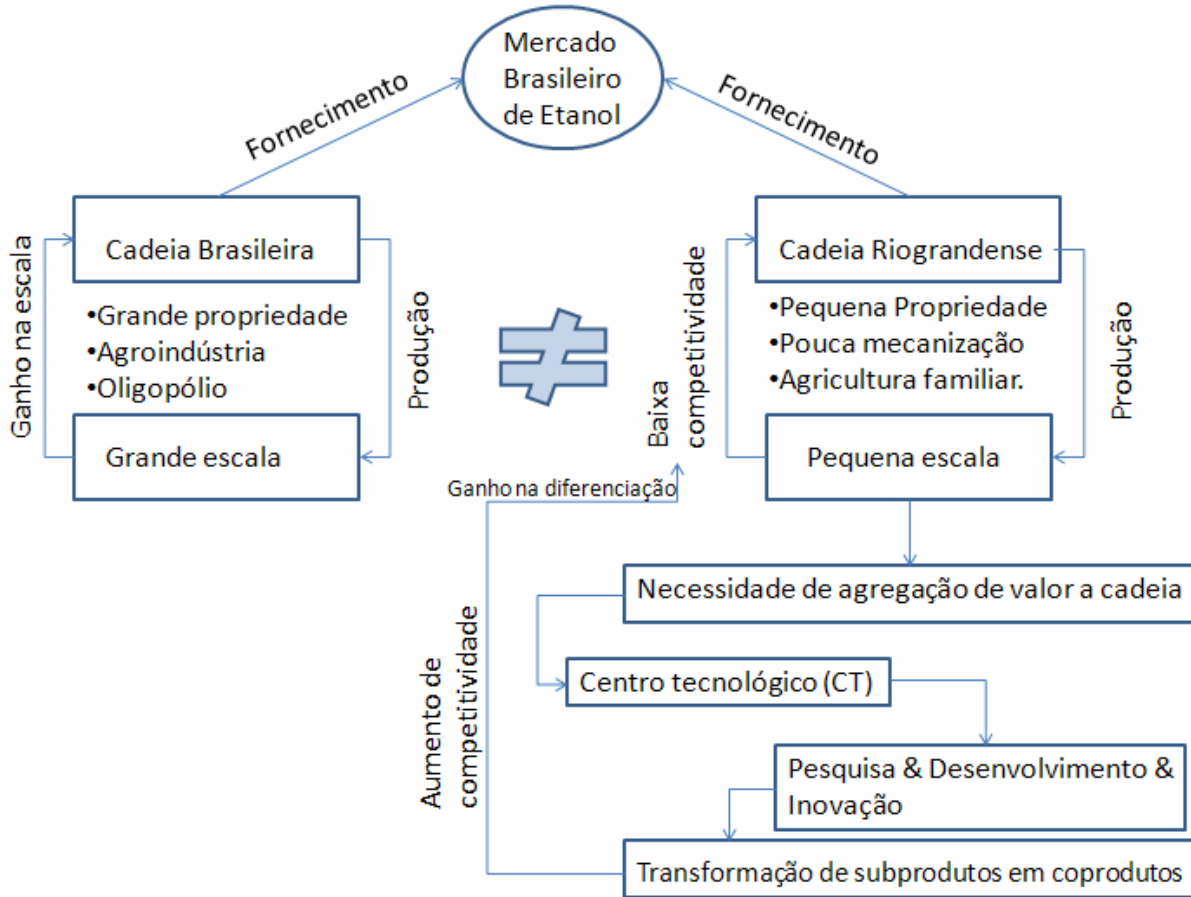
Considerando o contexto da cadeia da cana de açúcar no Brasil, é relevante destacar que o aumento da área plantada no território nacional, bem como a expansão das usinas contribui para elevar a quantidade de subprodutos e resíduos oriundos da desta agroindústria. Assim sendo, Szmrecsányi (2002) destaca que as indústrias devem ter uma diversificação produtiva para dar conta do volume destes subprodutos. A usina deve deixar de ser apenas uma indústria extrativa para ser uma indústria de transformação, ampliando sua atuação para o uso das vantagens dos subprodutos.

De posse desta visão da cadeia produtiva do etanol são diversas as possibilidades de estudos e inovações para agregação de valor nos subprodutos resultantes de seu processo de produção. Mas, para que isso ocorra, é necessária a realização de pesquisas e estudos sobre o tema, e para alavancar estes estudos e possibilidades um modelo de centro tecnológico para a realização de pesquisas, desenvolvimentos de produtos e processos, inovações em produtos e processos se faz necessário. A Figura 2 resume essa necessidade, demonstrando que para a cadeia produtiva do etanol no RS ser competitiva é necessário agregar valor aos subprodutos e transformá-los em coprodutos.

Por ser uma pesquisa em engenharia usa-se a definição de modelo de Zilbovicius (1999), que afirma que modelo é a expressão da visão de mundo da engenharia e dele decorrem as técnicas, os instrumentos e tudo que vai caracterizar a prática do processo. Usa-

se então os dois sentidos da palavra modelo, representação articulada do real e referência positiva a ser atingida.

Figura 2 - Questão de pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Sendo assim a questão central da pesquisa é: Quais as características requeridas em um centro tecnológico (CT) que possibilite à agregação de valor a subprodutos da cadeia produtiva de etanol no estado do Rio Grande do Sul?

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral desta pesquisa é responder quais são as características requeridas em um modelo de centro tecnológico para estudos em relação à agregação de valor a subprodutos e coprodutos que compõem a cadeia do etanol no estado do Rio Grande do Sul.

Para a resolução do problema de pesquisa e atingir o objetivo geral, faz-se necessário atender a alguns objetivos específicos, que são:

- a) propor um *framework* para o desenvolvimento de um centro tecnológico neste contexto;
- b) discutir os elementos de governança do centro tecnológico proposto;
- c) desenvolver um quadro de funções para o centro tecnológico proposto.

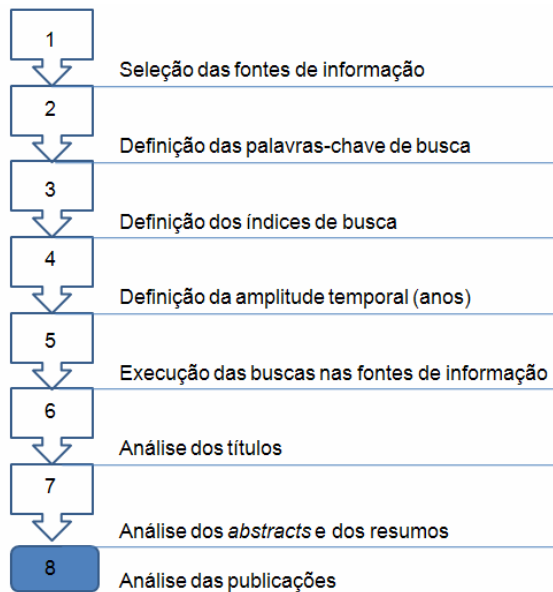
1.3 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

A justificativa para esta pesquisa está dividida em duas partes complementares. A primeira trata-se da justificativa acadêmica baseada na geração de conhecimento teórico e originalidade do estudo e a segunda prática focando nos *Stakeholders* envolvidos no processo.

Em complemento a isso é importante relatar a probabilidade de aumento da demanda de etanol prevista para os próximos anos, e por consequência disto o aumento da importação do mesmo de outros estados da federação.

A presente pesquisa é decorrente de um projeto chamado “Estudo sobre produção de etanol em indústria de pequena escala a partir de sistema integrado de produção, em regime associativo, para agricultura familiar”. Este projeto envolveu *Stakeholders* como a Federação das Indústrias do Rio Grande do Sul (FIERGS) / Instituto Euvaldo Lodi (IEL), Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), Embrapa Clima Temperado e Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), onde estiveram envolvidos os grupos de pesquisa de Modelagem, Otimização, Simulação e Experimentação em Sistema (MOSES) e Núcleo de Caracterização de Materiais (NucMat).

A justificativa acadêmica baseada na originalidade do tema é realizada com o método desenvolvido por Lacerda (2009), por se tratar de um método sistemático para pesquisas em bases de periódicos, os passos deste procedimento podem ser observados na Figura 3.

Figura 3 - Passos para pesquisa de originalidade.

Fonte: Lacerda (2009)

Inicialmente foi realizada a seleção das fontes de pesquisa, as mesmas foram divididas por tipo de publicação, como Teses e Dissertações, periódicos e periódicos científicos, e ainda por geografia, em nacionais e internacionais, conforme pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1 - Fontes pesquisadas

Publicação	Geografia	Fontes
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 (BDTD) / 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 (GeP) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR)
Base de Informações de Periódicos Científicos	Nacional	Scientific Electronic Library Online (SciELO)
	Internacional	Scientific Electronic Library Online (SciELO)
		EBSCO
		Engineering Village

Fonte: Elaborado pelo autor.

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

Primeira Rodada	Segunda Rodada	
Palavra-chave central do tema	Conector	Palavras-chave de ligação com o tema
Cadeia produtiva etanol	E	centro tecnológico
		inovação
		coprodutos
		subprodutos
		agregação de valor
Ethanol production chain	And	technological center
		innovation
		coproducts
		byproducts
		adding value

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme o método proposto por Lacerda (2009), a terceira etapa compreende a 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 a cadeia produtiva do etanol e não outros trabalhos relacionados a etanol.

A quarta etapa do método é a da definição da amplitude temporal da busca nas bases, o autor julgou que trabalhos anteriores ao ano 2000 não seriam incluídos na busca, pois, estão defasados em relação à constante alteração do contexto relacionado a etanol, no país e mundo.

O Quadro 3 apresenta os resultados obtidos nas pesquisas das bases, retornando no total 439 menções as palavras-chave selecionadas, grande quantidade das menções provém da base internacional *Engineering Village*, porém, nenhuma foi selecionada devido ao fato de que muitos trabalhos são relacionados à *ethanol* como bebida, internacionalmente verificou-se a não distinção da palavra álcool relacionado a bebidas e etanol a combustível. Nos periódicos não se selecionou nenhuma publicação, pois o contexto do trabalho é bem específico,

ganhando assim ares de originalidade. Foram selecionadas seis teses e dissertações para contribuir com a pesquisa.

Quadro 3 - Resultados da busca

Publicação	Geografia	Fonte	Entradas	Trabalhos utilizados
Base de Informações de Teses e Dissertações Nacionais	Nacional	PDP / CAPES	0	0
		BDTD / MCT	13	6
total			14	6
Periódicos	Nacional	Produção / ABEPRO	0	0
		REAd / UFRGS	0	0
		ERA / FGV	0	0
		G e P / UFSCAR	2	0
total			2	0
Base de Informações de Periódicos Científicos	Nacional	SciELO	1	0
	Internacional	SciELO	0	0
		EBSCO	1	0
		Engineering Village	422	0
total			423	0
Total			439	6

Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim sendo, este trabalho ganha originalidade pelo contexto diferenciado e único de cooperativismo para produção de etanol em propriedades de pequeno porte voltadas a agricultura diferenciada e familiar. Para prover subsídios para o referencial foram utilizados meios de busca variados, foram utilizadas publicações como teses, dissertações, livros, relatórios e sites, além dos previamente selecionados e apresentados no Quadro 4.

O Quadro 4 então apresenta as publicações inicialmente selecionadas e que farão parte do referencial teórico.

Quadro 4 - Publicações selecionadas.

Título da Publicação	Título do Periódico	Ano	Autor
Balanco, análise de emissão e seqüestro de CO2 na geração de eletricidade excedente do setor sucro-alcooleiro	Dissertação	2004	CHOHFI
Externalidades do ciclo produtivo da cana-de-açúcar com ênfase na produção de energia elétrica	Dissertação	2007	PRADO
Alternativas de constituição da cadeia produtiva de biodiesel na perspectiva dos centros de P&D	Dissertação	2004	CÁNEPA
Avaliação Técnico-Econômica e Ambiental da Utilização do Biogás Proveniente da Biodigestão da Vinhaça em Tecnologias para Geração de Eletricidade	Tese	2007	SALOMON
Estudo Sistemático das Reações Envolvidas na Determinação dos Teores de Lignina e Holocelulose em Amostras de Bagaço e Palha de Cana de açúcar	Dissertação	2009	MARABEZI
Avaliação dos Condicionantes Ambientais na Perspectiva de Expansão da Produção de Etanol no Brasil	Dissertação	2010	SILVA

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como justificativa social, tem-se os benefícios sociais que as inovações propostas pelo centro tecnológico trarão aos pequenos agricultores associados ao CT e envolvidos com as pequenas usinas que fazem parte da cadeia produtiva do etanol no RS.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo compreende um aporte teórico sobre o tema e que servirá de base para o desenvolvimento da pesquisa. Para um bom entendimento das possibilidades de se agregar valor aos subprodutos da cadeia produtiva do etanol inicialmente é necessário que se faça uma introdução ao assunto, através de conceitos de evolução tecnológica, difusão tecnológica, para em seguida falar sobre centros tecnológicos e por fim sobre o processo produtivo do etanol, seus resíduos ou subprodutos.

Após conhecidos o processo e os subprodutos, faz-se necessário conhecer algumas formas de agregação de valor, transformação dos subprodutos em coprodutos, foco dos temas de estudo do CT que será proposto ao final da pesquisa.

2.1 EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA VERSUS CRESCIMENTO ECONÔMICO

Segundo Blanchard (1999), a evolução econômica de um país deve ser medida pelo aumento da renda per capita da população, que é decorrente de aumento de capital e da evolução tecnológica. Esta evolução tecnológica e busca da sustentabilidade é foco do modelo a ser proposto no presente estudo, gerando assim evolução tecnológica em processos ligados a produção de etanol e transformação dos resíduos, passivo ambiental, em novos produtos ou insumos para outros processos.

Os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) geram uma evolução tecnológica para o país e tem sua base alicerçada em dois aspectos: A produtividade das pesquisas, quanto dos gastos em P&D se traduz em novas idéias e produtos inovadores, a apropriabilidade dos resultados da pesquisa, que visa entender até que ponto as empresas se beneficiam dos resultados de seus investimentos de P&D (geração, adaptação e transferência de tecnologia) (BLANCHARD, 1999).

Conforme Cánepa (2004), o desenvolvimento econômico e tecnológico dos países vem sofrendo influências de movimentos ambientalistas e sociais. Esses movimentos levantam a tese de que a lógica atual de desenvolvimento não satisfaz às necessidades dos seres humanos, já que se apresenta como um modelo de produção não sustentável no longo prazo. Neste contexto mundial de busca pelo modelo de produção sustentável o desenvolvimento de novas tecnologias, principalmente através de P&D, possui uma importância estratégica.

2.2 DIFUSÃO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Cánepa (2004) afirma que com o passar dos anos as teorias econômicas tentam explicar o processo de difusão e inovação da tecnologia e seus impactos diretos na estrutura industrial e organizacional das instituições. A teoria neoclássica, Cassiolato apud Cánepa (2004), se baseia na função produtiva para suas teorias sobre evolução tecnológica e defendem que o progresso é determinado de maneira exógena, supondo que a tecnologia é um bem gratuito, aplicável e de fácil reprodução. Já as teorias evolucionistas, Cassiolato apud Cánepa (2004), definem o processo de inovação e evolução tecnológica como sendo “uma atividade caracterizada por uma heurística altamente seletiva que procede por trajetórias interrompidas, por descontinuidades importantes associadas ao surgimento de novos paradigmas tecnológicos”.

Deza (1995) afirma que um novo paradigma tecnológico surge a partir de novas possibilidades oferecidas pela ciência, mas a sua configuração não se detém exclusivamente na ciência, pois nela intervêm critérios de seleção e discriminação gerados por instâncias econômicas e institucionais. Essas instâncias operam uma seleção fundamental para um novo paradigma tecnológico.

Quanto à difusão da tecnologia Deza (1995) afirma que ela se baseia em uma interação de forças, sendo elas, tecnológicas, sociais, econômicas e políticas. Esse período denominado como difusão ocorre ao mesmo tempo em que a evolução e modificações na idéia inicial ainda seguem. Segundo o autor estas fases são tão importantes quanto a própria inovação inicial, visto que há uma redução de custos decorrente do aumento do conhecimento científico.

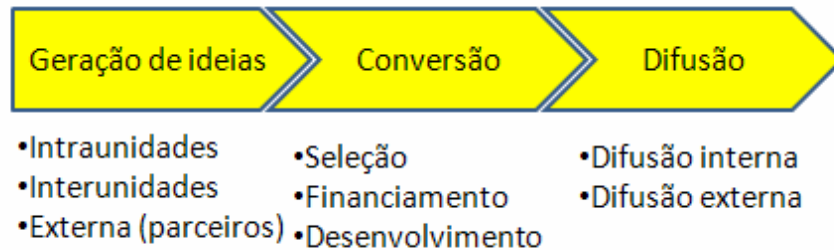
A inovação e difusão tecnológica é o foco de um centro tecnológico, permeando inovações tecnológicas, sociais, econômicas e políticas. O centro tecnológico é a engrenagem que trabalha para unir as forças da ciência, desenvolvidas nele por P&D ou por universidades, com a difusão no campo prático das organizações/sociedade. Para se operacionalizar a inovação e difusão tecnológica faz-se necessário entender o conceito de cadeia de valor da inovação de Hansen e Birkinshaw (2007).

2.2.1 Cadeia de Valor da Inovação

A cadeia de valor da inovação desenvolvida por Hansen e Birkinshaw (2007) tem como principal contribuição o fato de considerar a inovação como um processo integrado

desde as etapas iniciais de ideação até a difusão, seja ela na organização ou no mercado. Na Figura 4 observam-se as etapas da cadeia de valor da inovação.

Figura 4 - Cadeia de valor da inovação.



Fonte: Hansen e Birkinshaw (2007).

A etapa inicial é a geração de ideias, que ela pode ser de diversas formas: interunidades, intraunidades e partindo de fontes externas (parceiros, redes, transferência de tecnologia, etc). A etapa intermediária é a de conversão das idéias geradas inicialmente na primeira fase, no decorrer desta etapa são executadas todas as tarefas/processos que sejam necessários para que a idéia se transforme em um produto ou processo inovador. Nesta fase também ocorre a busca por recursos para financiar o desenvolvimento da inovação e seleção da idéias. E por fim a fase de difusão, nesta etapa ocorre a disseminação da inovação, seja ele novos produtos, processos, métodos ou conhecimento (HANSEN e BIRKINSHAW, 2007).

Como ponto negativo os autores afirmam que empresas podem apresentar comportamentos diferenciados ao longo das atividades da cadeia de valor, tendo melhor desempenho em alguma das etapas que em outras. Para amenizar estas diferenças entre fases, Hansen e Birkinshaw (2007) sugerem uma visão sistêmica da cadeia em busca de pontos fracos, essa avaliação gera oportunidades de melhorias no processo de inovação como um todo.

2.3 CENTROS TECNOLÓGICOS

Segundo Wiegel et al. (2005), as instituições de pesquisa tecnológica, desenvolvimento e ciência desempenham uma papel singular nos sistemas de tecnologia, ciência e inovação de um país. Os centros tecnológicos são geradores de conhecimento e de soluções técnicas para os gargalos e avanços dos setores produtivos, prestadores de serviços técnicos especializados e difusores de tecnologia. Cumprem ainda papel de importância no

suporte a implementação de políticas públicas com objetivo de incrementar a capacidade produtiva e competitiva da economia do país.

Os centros tecnológicos do Brasil são heterogêneos em relação a critérios como: formato organizacional, escopo de atuação, natureza jurídica, capacitação e infra-estrutura, segundo Wiegel et al. (2005). O Brasil detém uma significativa infra-estrutura de centros de tecnologia, como por exemplo, institutos ligados ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), nesses inclusos os institutos ligados à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), institutos tecnológicos públicos estatais, centros de tecnologia do Sistema SENAI, institutos cativos de empresas, institutos ligados ao Ministério da Saúde e ao Ministério da Defesa, institutos vinculados com universidades, institutos privados, e por fim organizações sociais e agências executivas, (WIEGEL et al., 2005).

O centro de tecnologia pode ser enquadrado como uma organização do conhecimento. As organizações denominadas de organizações do conhecimento são caracterizadas como as que possuem colaboradores em sua maioria composta por profissionais qualificados, e com elevado grau de escolaridade, ativos intangíveis mais valorizados do que os tangíveis, estruturas baseadas mais em fluxos de conhecimento do que em fluxos financeiros, afirma Sveiby (1998).

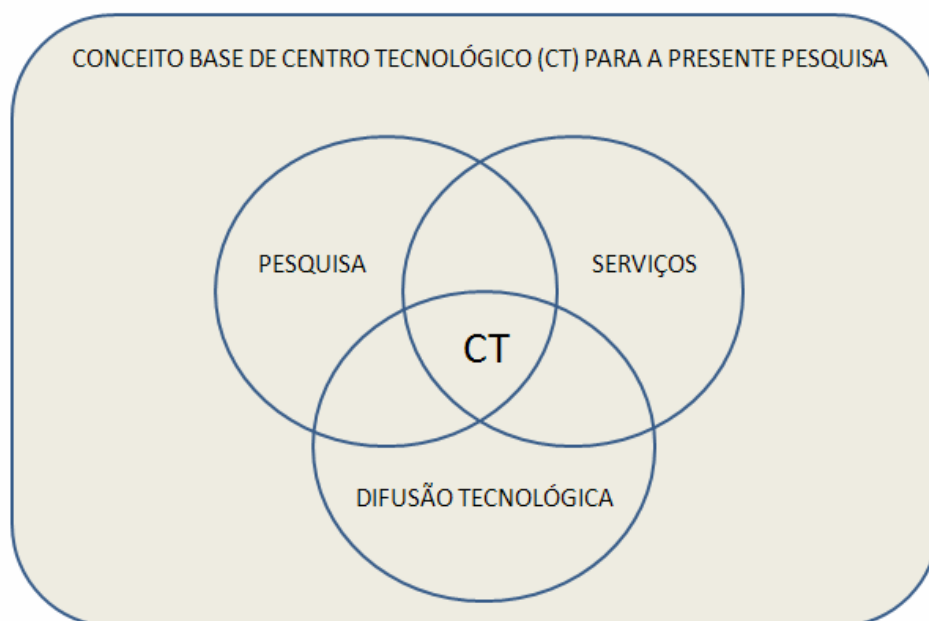
Para Kaplan e Norton apud Magnani (2004) as organizações do conhecimento são constituídas de estruturas baseadas em conhecimento e não em capital. E tem como objetivo criar novas estruturas de conhecimento. Magnani (2004) ainda complementa com a definição de *Starbuck*, sendo que, nas chamadas organizações do conhecimento, o conhecimento pode ser definido como um estoque de competências e não um simples fluxo de informações. Essas organizações concentram conhecimento extensivo sem necessariamente processar grandes quantidades de informações, como gerenciamento, consultoria e desenvolvimento. Oposto de uma empresa comum que pode processar muita informação sem usar necessariamente o conhecimento.

A empresa sob sua forma tradicional é um conjunto de ativos físicos, adquiridos por capitalistas responsáveis por seu gerenciamento e que se utilizam de recursos humanos para operá-la. Já uma empresa voltada em sua essência para o conhecimento os principais ativos são intangíveis, sendo o seu principal o conhecimento intelectual, Stewart (1998).

Os centros tecnológicos são em sua essência organizações do conhecimento, assim sendo o autor usa afirmações de Wiegel et al. (2005), Sveiby (1998), Magnani (2004) e Stewart (1998) para formular a definição de CT a ser usada como base para a construção da presente pesquisa. Assim sendo, pode-se entender como centro tecnológico as organizações

focadas em pesquisa e desenvolvimento na área de ciência e tecnologia, com objetivo de prover pesquisas e serviços na busca de soluções técnicas para gargalos e avanços de setores chave para a evolução de um país, bem como prover meios de difundir a tecnologia a quem a necessita, conforme Figura 5. Os centros tecnológicos devem ser formados por profissionais qualificados, com elevado grau de escolaridade dentro de uma organização voltada para o conhecimento, tendo como seu principal ativo o conhecimento intelectual, Wiegel et al. (2005).

Figura 5: Centro Tecnológico.



Fonte: Elaborado pelo autor, com base na bibliografia.

Definido centro tecnológico faz-se necessário entender como a estrutura de alguns centros semelhantes ao escopo da presente pesquisa presentes no país. Levantou-se então, como fontes de evidências para o presente trabalho, a Embrapa Clima Temperado, Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) e o laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE). Essas fontes serão brevemente descritas a seguir.

2.3.1 Embrapa Clima Temperado

A história deste centro de pesquisa pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA, se inicia no ano de 1938 quando foi lavrada a Ata de criação da

Estação Experimental de Viticultura, Enologia e Frutas de Clima Temperado, e no ano de 1943 foi iniciado o Instituto Agrônomo do Sul. A estação e o instituto após vários processos de re-estruturação passaram a fazer parte da EMBRAPA. Com o passar dos anos novas alterações em suas estruturas ocorreram e no ano de 1993 ocorreu o processo de fusão dando origem ao Centro de Pesquisa Agropecuário de Clima Temperado (MAGNANI, 2004).

Magnani (2004) ainda afirma que, o Centro de Pesquisa Agropecuário de Clima Temperado (CPACT) é um centro ecorregional (Figura 5), ou seja, está focado às prioridades nacionais e regionais, busca por meio da atuação de equipes multidisciplinares desenvolverem sistemas de produção mais eficientes para os produtos da região de clima temperado, buscando contribuir para o aumento da produção e produtividade, melhoria da qualidade de vida dos agricultores, conservação e preservação dos recursos e busca da sustentabilidade agroflorestal.

Figura 6 - Sede da Embrapa Clima Temperado.



Fonte: Embrapa (2011).

2.3.1.1 Missão, Visão e Objetivos Estratégicos

O Centro de Pesquisa Agropecuário de Clima Temperado, também conhecido como Embrapa Clima Temperado, tem como missão: "Viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação, entendidas como a introdução de novidade ou aperfeiçoamento

no ambiente produtivo e social, que resultem em novos produtos, processos ou serviços. A transferência de tecnologia faz parte do processo de inovação, o que confere aplicabilidade efetiva às tecnologias geradas”. Em síntese a missão é, “Viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a sustentabilidade da agricultura, em benefício da sociedade brasileira” (EMBRAPA, 2008).

Como visão para 2023 a Embrapa (2008) afirma: “Ser um dos líderes mundiais na geração de conhecimento, tecnologia e inovação para a produção sustentável de alimentos, fibras e agroenergia”.

A Embrapa Clima Temperado tem cinco objetivos estratégicos (EMBRAPA, 2008), são eles:

- a) **Garantir a competitividade e a sustentabilidade da agricultura brasileira.** Como estratégias associadas destacam-se: Intensificar pesquisas orientadas para saltos de produtividade, melhoria da qualidade e aumento do valor agregado dos produtos; Ampliar esforço de Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação (PD&I) para adaptação de sistemas produtivos e impactos associados a mudanças climáticas; Fortalecer a PD&I para o aprimoramento de normas e mecanismos de garantia de qualidade, segurança e rastreabilidade de produtos agrícolas.
- b) **Atingir um novo patamar tecnológico competitivo em agroenergia e biocombustíveis.** Como estratégias associadas destacam-se: Estender o esforço em PD&I ao desenvolvimento de novas tecnologias de energia (Etanol de segunda geração, biorrefino e hidrogênio); Desenvolver PD&I orientada para o desenvolvimento de novos processos produtivos e cultivares com características superiores para a produção de energia; Avaliação de impactos ecológicos, econômicos e sociais associados a produção de agroenergia; Desenvolver tecnologias para aproveitamentos de coprodutos e resíduos.
- c) **Intensificar o desenvolvimento de tecnologias para o uso sustentável dos biomas e a integração produtiva das regiões brasileiras.** Como estratégias associadas destacam-se: Desenvolver modelos que viabilizem a remuneração de serviços ambientais; implementar PD&I para assegurar a sustentabilidade socioeconômica e ambiental dos sistemas de produção nos diferentes biomas e para conservação da biodiversidade e dos recursos naturais; Desenvolver sistemas integrados e novo modelos de negócio de maior sustentabilidade econômica, social e ambiental; Intensificar PD&I para as tecnologias de base ecológica; Desenvolver

conhecimentos e tecnologias que contribuam para a inserção social e econômica da agricultura familiar, das comunidades tradicionais e dos pequenos empreendimentos.

d) **Prospectar a biodiversidade para o desenvolvimento de produtos diferenciados e com alto valor agregado para a exploração de novos segmentos de mercado.** Como estratégias associadas destacam-se: Intensificar a prospecção, a caracterização e a conservação de espécies da biodiversidade brasileira, para a geração de produtos pré-tecnológicos e tecnológicos, com alto valor agregado e com foco nas demandas de mercado; Desenvolver tecnologias para sistemas de produção e agroindustrialização de produtos de elevado valor agregado, com ênfase em arranjos produtivos de pequenos e médios empreendimentos.

e) **Contribuir para o avanço da fronteira do conhecimento e incorporar novas tecnologias, inclusive as emergentes.** Como estratégias associadas destacam-se: intensificar PD&I em temas de ciência e tecnologia estratégicos para o Brasil; Desenvolver pesquisas em novos conceitos e dispositivos de medição, eletrônica embarcada, simulação, modelagem e previsão de desempenho de sistemas; Desenvolver pesquisas científicas e tecnológicas, com o intuito de viabilizar a aplicação dos conceitos da agricultura com base ecológica; Intensificar PD&I para redução de dependência de insumos agropecuários não renováveis e para o aproveitamento de resíduos.

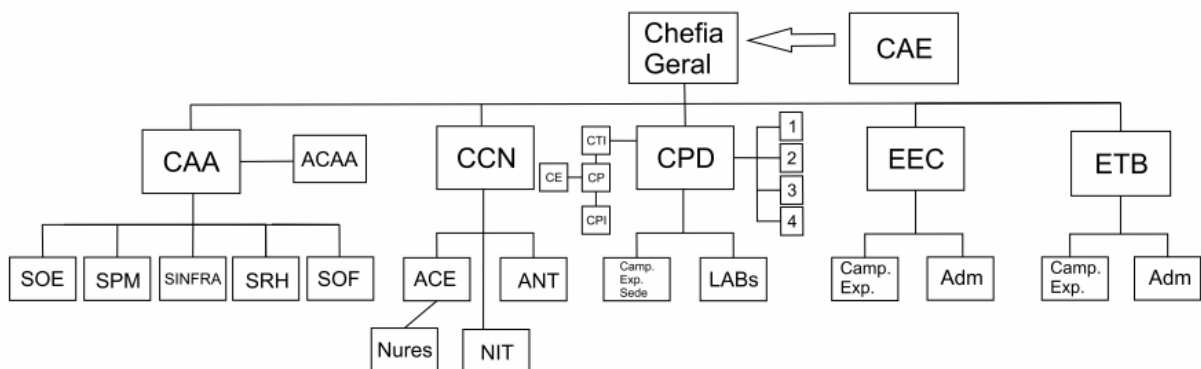
Segundo Magnani (2004), a Embrapa Clima Temperado ainda contempla ações de pesquisa que tem como objetivo subsidiar o produtor agrícola, entre eles destacam-se:

- a) Levantamento e mapeamento de unidades geomorfológicas do solo;
- b) Recuperação de solos degradados;
- c) Caracterização climática, como forma de entender a ação de fatores ligados ao clima, solo e planta em sistemas produtivos;
- d) Estudos em recursos energéticos;
- e) Agroecologia;
- f) Agricultura de base familiar;
- g) Cultivo protegido.

2.1.1.2 Estrutura da Embrapa Clima Temperado

A Figura 7 representa o organograma da Embrapa Clima Temperado. Observa-se que a chefia geral obtém seus objetivos estratégicos de longo prazo de um comitê de assessor externo.

Figura 7 - Organograma da Embrapa Clima Temperado.



SOE ⇒ Setor de Operações Especiais
SPM ⇒ Setor de Patrimônio e Material
SINFRA ⇒ Setor de Infraestrutura
SRH ⇒ Setor de Recursos Humanos
SOF ⇒ Setor de Orçamento e Finanças
ACE ⇒ Área de Comunicação e Negócios
ANT ⇒ Área de Negócios Tecnológicos
NURES ⇒ Núcleo de Responsabilidade Social
NIT ⇒ Núcleo de Inovação Tecnológica
CAE ⇒ Comitê Assessor Externo
CAA ⇒ Chefia Adjunta de Administração
ACAA ⇒ Assessor da Chefia Adjunta de Administração

CCN ⇒ Chefia Adjunta de Comunicação
CPD ⇒ Chefia Adjunta de Pesquisa e Desenvolvimento
EEC ⇒ Estação Experimental Cascata
ETB ⇒ Estação Experimental Terras Baixas
1 ⇒ Diversificação e sustentabilidade do Sistema de Pesquisa em Agricultura Familiar
2 ⇒ Diversificação Sustentável do Agronegócio
3 ⇒ Biodiversidade em Recursos Genéticos
4 ⇒ Qualidade e Segurança Alimentar
CTI ⇒ Comitê Técnico Interno
CP ⇒ Comitê de Publicações
CE ⇒ Comitê Editorial
CPI ⇒ Comitê de Propriedade Intelectual

Fonte: Embrapa (2011).

2.3.1.3 Unidades de Pesquisa

A Embrapa Clima Temperado conta com três unidades de pesquisa, a sede Centro de Pesquisa Agropecuário de Clima Temperado (CPACT), a Estação Experimental Cascata (EEC) e a Estação Experimental Terras Baixas (EETC).

A sede da CPACT tem sua sede localizada no Km 78 da BR 392, a 15 km da cidade de Pelotas no Rio Grande do Sul. Nesta unidade estão instalados setores administrativos, casas de vegetação, telados e modernos equipamentos em diversos laboratórios de alta tecnologia,

EMBRAPA (2011). Esta unidade conta com 290,5 ha de área física, 4902 m² de área construída para pesquisa, 4202 m² para administração e apoio (MAGNANI, 2004).

A Estação Experimental Cascata (EEC) fica localizada a 10 km da sede da CPACT, na BR 392. Tem como objetivo desenvolver ações para independência tecnológica da agricultura familiar. A EEC desenvolve projetos que buscam a sustentabilidade da agricultura de base familiar com ações de pesquisa focadas em sistema agroecológicos e de transição agroambiental. Coordena um trabalho de difusão e assistência técnica a uma rede de referência, contando com 16 unidades familiares da região, EMBRAPA (2011). Esta unidade conta com 151 ha de área física, 470 m² de área construída para pesquisa, 120 m² para administração e apoio, (MAGNANI, 2004).

A Estação Experimental Terras Baixas (EETC) fica localizada junto ao campus da Universidade Federal de Pelotas. Segundo Magnani (2004) esta unidade trabalha com adaptação de culturas e criações de áreas para várzeas, constituídas de terras baixas e planas. Focam esforços na cultura de arroz irrigado, mas também contam com estudos com trigo, soja, milho e sorgo. Na área animal, cria búfalos e estudos com a raça Jersey (EMBRAPA, 2011). Essa unidade conta com 3428 ha de área física, 8218 m² de área construída para pesquisa, 4649 m² para administração e apoio, (MAGNANI, 2004).

2.3.2 Centro de Tecnologia Canavieira (CTC)

Fundado em 1969 pela Copersucar, que na época era uma cooperativa de usinas, o Centro de Tecnologia Canavieira era inicialmente chamado de Centro de Tecnologia Copersucar, e assim foi conhecido durante os 35 anos de operação pela Copersucar até 2004, quando a Copersucar decide abrir o centro tecnológico as demais empresas do setor.

O CTC é considerado a maior instituição de pesquisa em cana de açúcar do mundo e foi recentemente, entre final de 2010 e início de 2011 transformado em Sociedade Anônima (S.A.), podendo agora receber receita gerada pelas pesquisas e receber recursos privados, como associação civil de direito privado não visava lucros antes da transformação. Como maior acionista individual temos a Copersucar S.A., empresa que criou o CTC e o geriu até 2004, quando o abriu a todo o setor sucroalcooleiro, com 25% das ações, seguida pelo grupo Cosan, com 20%.

O Centro de Tecnologia Canavieira busca o desenvolvimento de tecnologias que evoluam a produção e o processamento da cana de açúcar. Atualmente o quadro de colaboradores conta com cerca de 300 pessoas, incluindo mestres e doutores na área.

A unidade de pesquisa do CTC fica localizada em Piracicaba, São Paulo (Figura 8). São 540 ha compreendendo também os cinco laboratórios, de química, industrial, criação de pragas, doenças da cana e biotecnologia. E na Bahia fica a estação de cruzamentos, possuindo o maior banco de germoplasma de cana de açúcar do mundo, com mais de 5 mil clones de espécies comerciais e selvagens.

O CTC desenvolve programas de pesquisa em Etanol celulósico (segunda geração), biotecnologia, agronomia, benchmarking, mecânica agrícola e industrial, produção de açúcar, produção de Etanol e produção de energia, Centro de Tecnologia Canavieira (2011).

Figura 8 - Sede do CTC.



Fonte: Centro de Tecnologia Canavieira (2011)

2.3.2.1 Pilares Estratégicos

Como missão o CTC afirma: “Gerar valor para as empresas associadas, criando e disseminando tecnologia e inovação aplicada à cadeia de valor da cana de açúcar”; Como escopo o CTC afirma: “Pesquisa aplicada e captura de conhecimento para o setor sucroalcooleiro”.

O CTC tem seis pilares estratégicos que norteiam todo o funcionamento do Centro tecnológico (CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA, 2011), são eles:

- a) Pesquisa;
- b) Difusão e Transferência de Tecnologia;

- c) Alianças e parcerias;
- d) Modelo de Negócio;
- e) Configuração organizacional;
- f) Modelo de gestão de pessoas.

A seguir cada um dos seis pilares será pormenorizado.

Pesquisa

Como metas do CTC para a área de pesquisa citam-se: Estabelecer linhas de pesquisa relevantes para construção do futuro do setor, desenvolver tecnologia, estabelecer competências e capacidades, desenhar modelo de *funneling* e priorização, definir modelo de gestão do conhecimento e definir metodologia de pesquisa.

Como linhas de pesquisa destacam-se: P&D Agrícola e P&D industrial.

No P&D agrícola, são realizadas pesquisas em relação à: Variedades, onde o CTC colocou a disposição do mercado 60 novas variedades de cana de açúcar até o ano de 2004; Biofábrica, onde são produzidas as novas variedades de plantas, como capacidade de 1 milhão de mudas/mês e foi inaugurada em 2009; Fitosanidade, onde se busca realizar pesquisas moleculares e caracterização das principais doenças relativas a cana; Entomologia, estudo e controle biológico das pragas; Biotecnologia, estudo do DNA e cruzamento de espécies; Transgenia, desenvolver variedades que acumulem mais açúcares, suportem o estresse hídrico e sejam resistentes as pragas; Manejo agrícola, estudo em desenvolvimento da agricultura, como a colheita sem queima desde 1986 e a colheita mecanizada desde 1993; CTC Log, aplicativo em simulação integrada de corte, carregamento e transporte, a partir de 2009 disponibilizada para os associados.

No P&D industrial, são realizadas pesquisas em relação à: etanol celulósico, pesquisas em relação ao Etanol de segunda geração; Fermentação extrativa, meta de redução da produção do resíduo vinhaça em até 60%; Banco de leveduras e bactérias, programa melhoramento e de banco de dados de leveduras e bactérias; Recuperação e processamento de bagaço e palha, recuperação da palha disponível no campo como matéria prima para geração de energia; Concentração de vinhaça, estudos para redução deste resíduo através de evaporação em planta piloto desde 2008; produção de açúcar a partir de cristalização a frio, redução da quantidade de impurezas e redução do uso de enxofre; Análise automatizada de cana, utilização de infravermelho para avaliação em tempo real da matéria prima, utilização

desde 2008 em planta piloto; Caracterização de açúcar e etanol, pesquisas em padronizações em busca da qualidade.

Difusão e Transferência de Tecnologia

Como metas para o CTC em relação à transferência de tecnologia pode-se citar: “Disponibilização da tecnologia para absorção dos associados e garantir a implantação e o funcionamento da nova tecnologia”. Nos últimos três anos para cada real investido em pesquisas pelos associados o CTC retornou cinco.

Como modelo de transferência e tecnologia o CTC afirma: cabe à CTC somente a disseminação da tecnologia o processo de transferência deverá ser realizado por um agente independente para não sugar recursos de pesquisa.

O CTC conta ainda com parcerias com universidades para realização de pesquisas.

Assim que uma empresa passa a ser associada ao CTC passa imediatamente a contar com os dados de mais de 40 anos de pesquisas na área e acesso as pesquisas e tecnologias mais atuais desenvolvidas pelo Centro Tecnológico.

O CTC dispõe de mais de 100 cursos na área agrícola, industrial e ambiental de forma presencial e ainda mais de 40 cursos disponibilizados gratuitamente na internet para os associados. São realizados seminários e reuniões técnicas.

Alianças e Parcerias

Como metas para o CTC na área de alianças e parcerias destacam-se: Estabelecer políticas de parcerias, identificar e preparar parcerias, desenvolver modelo de atuação e desenvolver cultura de alianças.

Os parceiros de alianças podem ser: Órgãos de fomento do governo, indústrias na cadeia de valor (automobilística, alimentícias, energia, equipamentos entre outras), universidades e outros centros de pesquisa no Brasil e no mundo.

Modelo de Negócio

O volume de recursos precisa estar em equilíbrio com o lado das pesquisas. O CTC deve buscar manter sua sustentabilidade financeira através de alianças e parcerias. O modelo de captação de recursos atual prevê pagamentos trimestrais dos parceiros e aviso prévio de desligamento de três anos, para possível re-estruturação do centro.

Configuração Organizacional

A configuração organizacional inicia-se com o conselho de administração (CA), que é responsável por definir o direcionamento estratégico. Em seguida, vem o CEO e a diretoria, executam as estratégias definidas pelo CA e aponta as possíveis linhas de ação. Comitê técnico, *experts* associados que discutirão mensalmente os projetos de pesquisa. Comitê financeiro, gerência de recursos, Figura 9.

Fluxo decisório: A demanda flui dos setores de base e das oportunidades para o futuro; O CTC avalia as demandas e a diretoria apresenta para o comitê técnico; O comitê analisa e recomenda para o CA; O CA aprova o programa de pesquisa.

Figura 9 - Configuração organizacional.



Fonte: Centro de Tecnologia Canaveira (2011).

Modelo de Gestão de Pessoas

Como metas para o CTC na área de gestão de pessoas destacam-se: implantar modelo de competência, atrair e desenvolver talentos, estabelecer políticas de reconhecimento, programas de desenvolvimento e avaliação.

Como modelo de competências destaca-se o modelo de *gaps*, competências presentes *versus* competências desejadas. Construção de um modelo de protagonistas, com participações de todos nas tomadas de decisões. “Ser autor não ator”.

2.3.2.2 Área de atuação do CTC

O CTC inicialmente dava suporte a 73 usinas e também atendia aos fornecedores de cana, plantadores, através de seis associações regionais que incorporavam mais de seis mil fornecedores. Após a sua mudança organizacional o CTC expandiu as suas atividades, que antes eram focadas basicamente em São Paulo para atuação nacional, crescendo em número de usinas para 143 e de associações para 17, que agora representam 12 mil plantadores de cana, representando cerca de 60% de todo o cultivo de cana no Brasil (CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA, 2011).

O CTC está presente nos estados do Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, Goiás, Espírito Santo, Alagoas e Pernambuco.

2.3.3 Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE)

O Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia (CTBE) é considerado uma instituição de pesquisa, desenvolvimento e inovação na área do etanol de cana de açúcar. E que tem como objetivo contribuir com o avanço do país na manutenção da liderança na produção de Bioetanol, em busca de respostas para gargalos através de pesquisas.

O CTBE iniciou suas operações em Janeiro de 2010, mas sua história começou cinco anos antes, quando o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) encomendou uma pesquisa por meio do Centro de Gestão de estudos Estratégicos (CGEE) ao Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Estratégico (NIPE/Unicamp). Este estudo tinha como objetivo a identificação de fatores que limitam o crescimento da produção brasileira de Etanol, (LABORATÓRIO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2011).

Esta pesquisa se desenvolveu com o envolvimento de cerca de 20 pesquisadores de diversas instituições pelo período de três anos. As conclusões deste projeto estão no livro “Bioetanol combustível: uma oportunidade para o Brasil”, livro da CGEE de 2009 que também serviu de referencia para esta pesquisa.

Por fim, como resultado positivo criou-se o CTBE e suas instalações começaram a ser construídas em 2009 dentro do campus do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e materiais (CNPEN) na cidade de Campinas, São Paulo e em Janeiro de 2010 foi inaugurado. A previsão para finalização de uma planta piloto é o fim de 2011, quando o CTBE ficará 100% funcional, Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia (2011).

2.3.3.1 Missão e Visão

Como missão afirma-se: “Contribuir para a liderança brasileira no setor de fontes renováveis de energia e de insumos para a indústria química, em especial, o desenvolvimento da cadeia produtiva do bioetanol de cana de açúcar, por meio de pesquisa, desenvolvimento e inovação na fronteira do conhecimento”, (LABORATÓRIO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2011).

Como visão afirma-se “Ser um reconhecido Laboratório Nacional dedicado ao avanço do conhecimento e do estado da arte da produção de cana de açúcar”, (LABORATÓRIO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2011).

2.3.3.2 Unidades de Pesquisa

O centro tem como sede um prédio de 6000 m², que é dividido em dois andares, onde estão instalados os laboratórios de física e química e os laboratórios de Biotecnologia. Para final de 2011 está previsto ainda os laboratórios de fisiologia e bioquímica de plantas, que ainda está em fase de implantação.

O centro conta ainda com um laboratório de protótipos agrícolas com 250 m² e uma planta piloto de 2500 m² onde os estudos sobre etanol usando como matéria prima bagaço e palha, são aplicados na prática, (LABORATÓRIO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2011).

2.3.3.3 Parceiros e Recursos Financeiros

O CTBE trabalha em conjunto com o setor industrial sucroalcooleiro, outros Centros Tecnológicos no Brasil e no mundo, universidades e órgãos governamentais. Como parceiros atuantes podem-se citar: a Embrapa, Bioenercel do Chile que também estudo etanol de segunda geração, Rhodia da França, National Renewable Energy Laboratoty dos EUA, Universidade de Caxias do Sul, Universidade de São Paulo, CGEE, Unicamp, BNDES entre outros (LABORATÓRIO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2011).

O centro é administrado pela Associação Brasileira de Tecnologia de Luz Síncroton, e ainda tem um contrato de gestão com o Ministério da Ciência e tecnologias que provê recursos financeiros para a instituição.

Além deste recurso do Governo Federal, as pesquisas realizadas pelo CTBE podem ser financiadas com recursos provenientes de parceria com empresas do setor público e privado.

Com este *Benchmark* dos principais atores na área de pesquisa em etanol no país, a Embrapa Clima Temperado (o Centro de Tecnologia Canavieira e o Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia) buscou-se entender o funcionamento, as pesquisas, serviços e parceiros para compor uma base robusta para a construção da tentativa um do modelo da presente pesquisa. A seguir faz-se necessário o entendimento do processo produtivo do etanol, bem como seus subprodutos de processo e por fim as possibilidades de geração de coprodutos partindo destes subprodutos, escopo central do centro tecnológico a ser proposto.

2.4 PROCESSO PRODUTIVO DO ETANOL

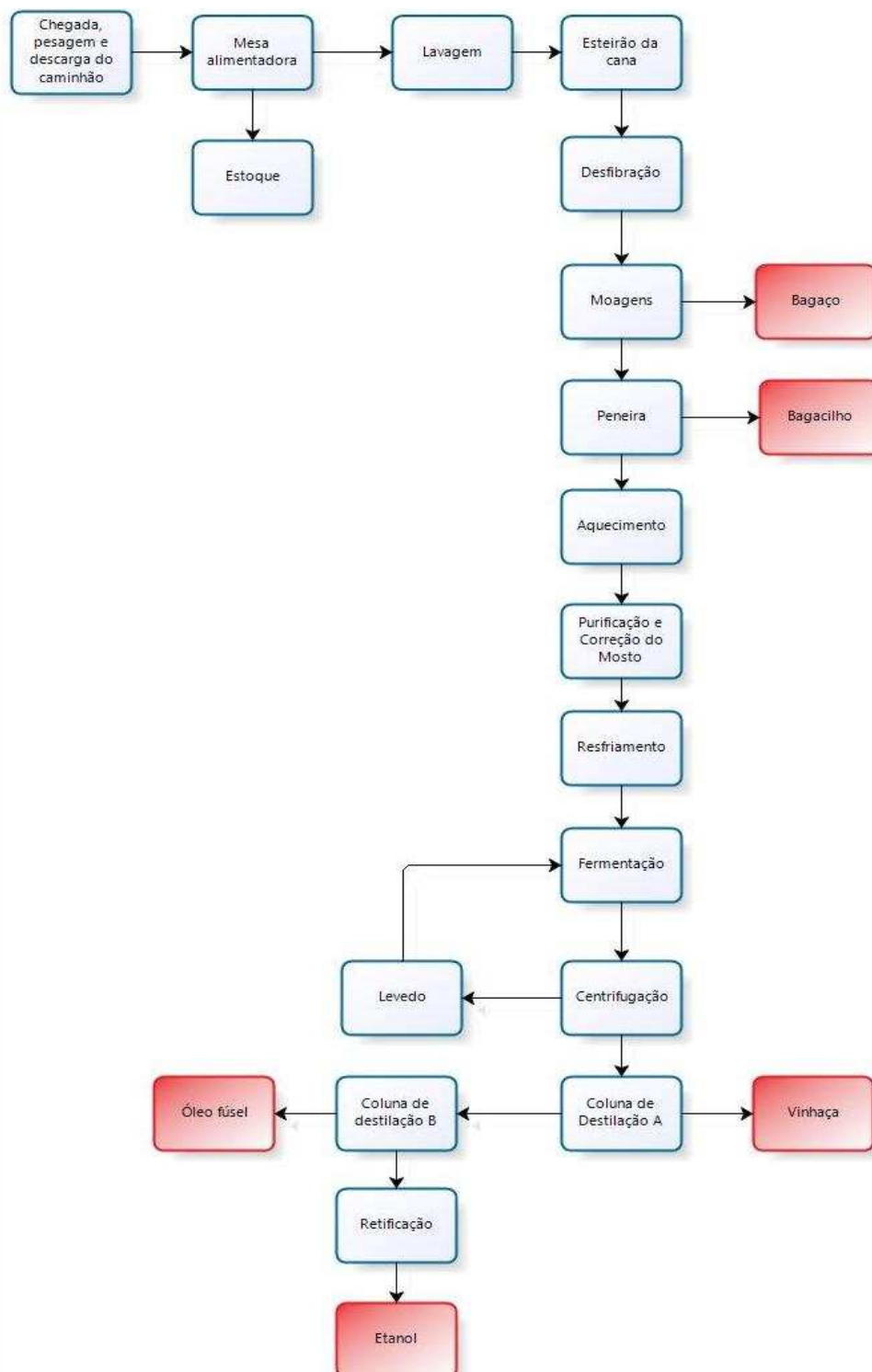
Conforme Silva (2010), a fase industrial da fabricação do etanol é caracterizada por aspectos como o alto consumo de água e de geração de grandes quantidades de resíduos, sendo os mais expressivos, em termos de volume, o bagaço, a vinhaça e a torta de filtro.

O processo de produção do Etanol combustível (antigo álcool hidratado carburante) se inicia com a chegada do caminhão transportador da cana de açúcar na usina, em seguida executando a pesagem e descarregamento da matéria prima. Um processo produtivo genérico pode ser entendido na forma observada na Figura 10. Algumas usinas de menor porte podem não possuir alguma das etapas sugeridas como filtragens por torta de filtro, aquecimento e correções do mosto (VACCARO et al., 2011).

Segundo Marafante (1993), o sistema de recepção da cana compõe-se de:

- a) Pesagem da matéria-prima: Através da matéria prima faz-se o controle tanto agrícola quanto industrial. É também através da pesagem da matéria prima que se faz o cálculo de rendimento da indústria, cálculo da extração na moenda, cálculo de rendimento agrícola e o cálculo de carregamento e transporte. O caminhão após a descarga realiza novamente a pesagem para saber a tara do veículo para posterior pagamento do valor da cana aos agricultores, quando a compra da matéria prima é terceirizada.
- b) Amostragem e análise da matéria prima: Após a pesagem são retiradas através de uma sonda especial amostras da matéria prima.

Figura 10 - Processo produtivo do etanol.



Fonte: Elaborado pelo autor, com base na literatura.

Após a pesagem e amostragem é realizada a descarga e armazenagem da matéria prima, sendo assim, o que não é consumido imediatamente para suprir a demanda imediata das moendas é usado para suprir os estoques para uso em horários em que não há descarga, normalmente à noite. As usinas em sua maioria trabalham em três turnos e vinte e quatro horas durante o período de safra.

A descarga pode ser realizada de duas maneiras distintas, isso vai depender da forma como a matéria prima chega do campo. Algumas usinas trabalham com a cana de açúcar inteira e outras com ela picada, em decorrência do processo de colheita agrícola, mecanizada ou não. Conforme Kuiawinski (2008), o descarregamento pode ser feito com o uso de pontes rolantes, guindastes do tipo Hyllo, e no caso de cana picada, através de um tombador hidráulico para basculamento lateral dos caminhões, ou ainda por pivotamento lateral de caçambas fechada. Este processo todo vai depender da combinação usina / agricultura.

A etapa que se segue é a lavagem que é feita na mesa alimentadora do esteirão de cana, que alimenta a moagem. A lavagem é feita com água que tem como finalidade a retirada de resíduos provenientes do corte ou transporte da cana de açúcar, como palha, areia, argila etc. (COPERSUCAR apud KUIAWINSKI, 2008). Este processo que retira o excesso de resíduos é indispensável ao sistema, pois evita uma maior contaminação do caldo e aumenta a vida útil e o rendimento das moendas que se segue.

Após a lavagem e a alimentação do esteirão de cana, ocorre a desfibrção, etapa realizada pelo desfibrador através de rolos onde a cana é “aberta” para melhor rendimento da moagem. Segundo a Copersucar (2004) apud Kuiawinski (2008) a moagem trata-se de um processo de extração do caldo contido na cana, este processo se dá no momento em que a cana já desfibrada passa entre dois rolos, onde é submetida à pressão e rotação. O caldo é extraído, porém o bagaço ainda contém açúcares e que são retirados na etapa seguinte por embebição.

A embebição é um processo onde água é misturada ao bagaço no esteirão de cana após a primeira moagem para retirada dos açúcares restantes, aumentando assim o rendimento do processo de extração. Após esta etapa os subprodutos resultantes tomam caminhos diferentes, o bagaço vai ao depósito para secagem e posterior queima nas caldeiras, enquanto que o caldo passa por uma peneira vibratória para retirada dos resquícios de bagaço denominados bagacilho. Usinas de maior porte ainda se utilizam de filtragem por torta de filtro (COPERSUCAR apud KUIAWINSKI, 2008).

A decantação é um processo que tem como objetivo separar a maior quantidade de impurezas contidas no caldo em solução e em suspensão, segundo Marafante (1993). Este

processo é realizado continuamente no decantador, aparelho que possui várias bandejas para aumentar a superfície de decantação, Coopersucar apud Kuiawinski (2008). Após a decantação o caldo é enviado às dornas de fermentação. Em alguns casos o caldo é resfriado antes de chegar a dorna em outros o resfriamento ocorre na própria dorna, através de serpentinas em que circula água.

Em seguida ocorre a preparação do mosto, que segundo a Kuiawinski (2008), é uma solução de açúcar ajustada de forma a facilitar a fermentação. A fermentação alcoólica é realizada por ação da levedura nas dornas de fermentação, onde através do uso do fermento é realizada a fermentação denominada anaerobiose. Após a etapa de fermentação que pode demorar até nove horas, o caldo fermentado passa pela centrífuga para a retirada do fermento restante na mistura, que é novamente utilizado na próxima fermentação.

A etapa que se segue é a da destilação. Esta etapa pode ser composta por duas ou três colunas de destilação. Na primeira coluna, coluna de destilação (base), o processo de destilação inicia-se com o ingresso do vinho, proveniente da centrifugação, no alto da coluna e injeção de vapor direto na base. O fluxo da mistura líquida é descendente e perde concentração bandeja a bandeja, até chegar à base da coluna com uma concentração aproximada de zero de etanol, formando um resíduo denominado de vinhaça ou vinhoto, que é bombeado para os tanques de armazenamento de vinhaça. A partir do ponto de entrada do vinho, os vapores alcoólicos são condensados e re-destilados nas bandejas superiores, até sair da coluna A, com uma concentração próxima a 50% (produto denominado flegma), indo através de tubulação de aço inox para a base da próxima coluna, onde recebe novamente injeção de vapor de processo, num segundo processo de destilação (VACCARO et al., 2011).

A etapa de Condensação Redestilação é realizada na Coluna B, são gerados etanol, e óleo fúsel. A redestilação é continua no sentido de baixo para cima até atingir a concentração de 96° GL no topo da coluna. O resíduo desta fase, ainda contém etanol em baixo teor então o mesmo é bombeado de volta para a coluna anterior, para o total esgotamento do etanol restante. Os vapores de álcool provenientes do topo da coluna B são liquefeitos formando o álcool hidratado (Etanol) (VACCARO et al., 2011).

2.5 OPORTUNIDADES DE GERAÇÃO DE COPRODUTOS

Conhecido o processo produtivo do etanol, bem como os subprodutos provenientes. Esta seção destina-se a vislumbrar algumas das possibilidades de transformação do bagaço, vinhaça, torta de filtro, cinza, e óleo fúsel em coprodutos deste processo.

2.5.1 Bagaço

O bagaço (bagaço somado ao bagacilho) é considerado o maior resíduo da agroindústria brasileira de etanol. Esse material é usado como combustível nas caldeiras das próprias usinas, em substituição a lenha. Há mais de 15 anos as caldeiras eram projetadas para queimar o máximo possível de bagaço, pois esse resíduo representava um passivo ambiental ocupando grande área no pátio da indústria (VACCARO et al., 2011). Após o aparecimento de novas alternativas para o uso do bagaço, usinas e destilarias passaram a investir na melhoria da eficiência de caldeiras e turbinas e, atualmente estima-se que o excedente de bagaço atinja cerca de 20% do total produzido. O excedente deste resíduo que não é utilizado causa problemas de estocagem e de poluição ambiental (TEIXEIRA et al., 2007). O bagaço representa de 24% a 30% do peso inicial da cana-de-açúcar (HUGOT, 1972), dando ideia da quantidade desse material disponível para uso como coproduto.

2.5.1.1 Geração de Energia

Conforme Prado (2007) e Teixeira (2002), o bagaço tem maior valor energético do que o álcool e devido a isso tem um grande potencial na geração de energia nas próprias usinas, bem como uma nova fonte de renda para usina ao “vender” o seu excedente ao mercado, através de ligações com as redes públicas de distribuição de energia. Prado (2007) ainda afirma que o setor sucroalcooleiro tem grande potencial gerador de energia.

Para Beeharry (2001), o potencial energético do bagaço pode ser melhorado com o uso dos topos, folhas e da palha para a composição de uma biomassa proveniente do setor sucroalcooleiro. Dessa forma a produtividade energética do setor será maximizado em relação à área plantada, aumentando significativamente o excedente de energia gerado por uma única usina.

Dois fatores principais influem no potencial de geração de eletricidade através do aproveitamento do bagaço: a produtividade e o estado da biomassa usada e a tecnologia e o seu uso. O estado da biomassa tem um impacto direto no potencial de produção de eletricidade (CHOHFI, 2004). Uma das características principais no uso do bagaço para geração de energia é o poder calorífico que por sua vez depende do grau de umidade e do teor de açúcar contido no bagaço. A umidade é o principal fator limitante do poder calorífico do bagaço, visto que o teor de açúcar é baixo. O bagaço nem sempre está em condições ideais

para o uso e deve sofrer um beneficiamento, com objetivo de torná-lo um potencial insumo energético (CAMARGO, 1990).

Com crescente aumento da demanda por etanol, bem como sua produção será acompanhada pelo aumento da geração de energia pelo setor. O aproveitamento do potencial energético gerado pela produção de açúcar e etanol requer ações e investimentos que resultem no aumento da eficiência do uso do bagaço, bem como no aproveitamento da palha gerada (VACCARO et al., 2011).

Focando o lado ambiental da questão, Silva (2010) afirma que a queima de bagaço e palha nas caldeiras geram emissões atmosféricas de material particulado, óxidos de enxofre e nitrogênio, gases de efeito estufa e também cinzas cujo destino final é a disposição no solo. E que a utilização da palha como combustível complementar ao bagaço, promoverá a redução nas emissões de gases de efeito estufa, tanto na fase industrial pela substituição do óleo combustível, como na fase agrícola pela eliminação da queima no processo de colheita manual.

2.5.1.2 Alimento Animal

Caballero et al. (1999) afirmam que mesmo sendo usado para gerar energia existe excedente de bagaço na indústria sucroalcooleira. Desta forma algumas usinas têm utilizado o bagaço como complemento na alimentação animal.

Mas o bagaço puro como sai da usina não é aconselhável para ser usado diretamente na alimentação animal devido ao seu baixo valor nutricional. Souza e Santos apud Vaccaro et al. (2011) complementam que o bagaço pode ser mais bem aproveitado na alimentação animal, quando associado a algum tipo de tratamento prévio. O bagaço apresenta baixa digestibilidade e é pobre em proteína, minerais e vitaminas; é rico em parede celular fortemente lignificada por ocasião do amadurecimento da planta.

A celulose é a fonte primária de energia para os ruminantes, mas pouco é aproveitada por ocasião da lignificação. Para evitar essa lignificação tratamentos físicos e químicos são utilizados. Esses tratamentos melhoram a qualidade do bagaço, reduzindo os efeitos negativos da lignina e elevando seu valor nutricional (VAN SOEST apud VACCARO et al., 2011).

Vaccaro et al. (2011) afirmam que o tratamento físico-químico, chamado de auto-hidrólise, é uma forma de tratar o bagaço a temperatura e pressão altas, com a finalidade de melhorar o seu valor nutritivo. E dentre os tratamentos utilizados atualmente, o físico utilizando-se de vapor sob pressão foi o que apresentou resultados mais efetivos em termos de

aumento do valor nutritivo do material tratado e que pode ser economicamente viável, desde que seja tratado na própria usina aproveitando a disponibilidade do vapor gerado pelas caldeiras. O bagaço como alimentação animal é viável desde que sejam realizados os tratamentos necessários ou ainda potencializada com a mistura de outros materiais como a vinhaça, outro subproduto do etanol e farelos vegetais.

2.5.1.3 Etanol de Segunda Geração

Marabezi (2009) afirma que com o aumento da conscientização pelo uso de fontes renováveis de energia e de preservação do meio ambiente, existe a perspectiva da produção de combustíveis a partir de matéria orgânica renovável, como a biomassa, originando os chamados biocombustíveis. Os biocombustíveis têm sido estudados em larga escala nos últimos anos, uma vez que sua utilização contribui para redução das emissões dos gases poluentes, além de constituírem uma alternativa de substituição aos combustíveis fósseis e também se originam de fontes renováveis ou ainda de resíduos de processos industriais.

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2009) relata uma análise realizada no processo de fotossíntese da cana de açúcar e estima-se que a eficiência máxima possível de produtividade está próxima do limite superior. Essa produtividade chega a 2/3 da fitomassa (sem o uso do bagaço e da palha), isso demonstra que o aumento de produtividade da cana deverá ser obtido por intermédio da hidrólise da fibra, pois já se atingiu um excelente nível de produtividade em açúcar.

A primeira geração da produção de etanol requer a utilização de produtos agrícolas como matéria-prima (sacarose de cana de açúcar, por exemplo), o etanol de segunda geração utiliza a celulose como insumo. Marabezi (2009) ainda afirma que menos da metade da biomassa contida na cana de açúcar é aproveitada durante o processo de produção do etanol, o desafio para o futuro é a transformação da celulose contida no bagaço/bagacilho e na palha (descartada durante a colheita) em etanol combustível. Essa afirmação vem de encontro à proposta do Centro de Tecnologia que tem como foco prover meios para que esse aproveitamento ocorra.

O processo produtivo do etanol a partir do caldo de cana de açúcar consiste na fermentação dos açúcares, por meio da ação de leveduras, resultando em etanol e dióxido de carbono. Já para a produção do etanol de segunda geração, usando como matéria prima o bagaço de cana, o processo é semelhante, mas é necessário primeiramente hidrolisar as

cadeias de celulose e hemicelulose em açúcares menores, para que seja possível fermentá-los (VACCARO et al., 2011).

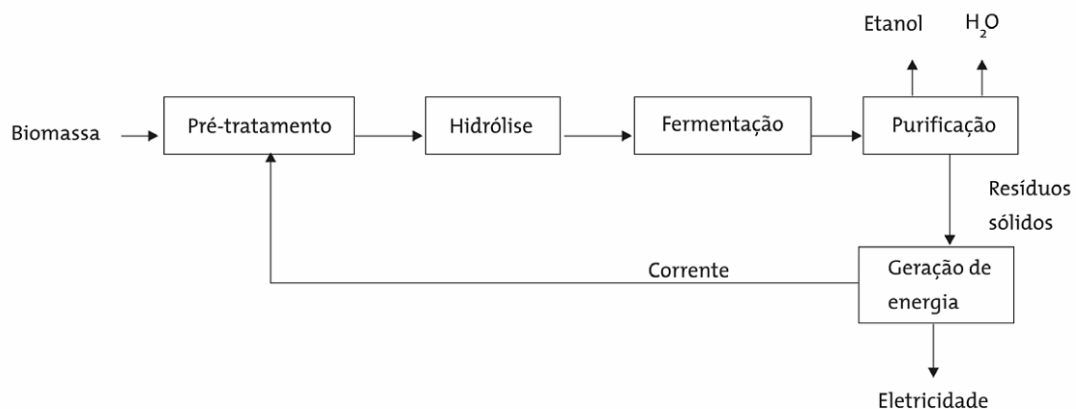
Na estrutura química dos vegetais, a celulose é envolvida por uma camada combinada de lignina e hemicelulose, que se desenvolveu exatamente para protegê-la de agentes externos. A maior dificuldade na obtenção do álcool a partir da celulose consiste em atingir objetivos que estão em contradição com a natureza das plantas. Desta forma, para que esta biomassa possa ser hidrolisada e utilizada como matéria prima para os processos químicos e biológicos de produção de etanol é necessária a realização de um pré-tratamento com o objetivo de desorganizar o complexo lignocelulósico. O objetivo deste chamado pré tratamento é a remoção da lignina, que além de não ser matéria prima para produção do etanol, inibe o processo de fermentação dos açúcares (MARABEZI, 2009).

Estes pré-tratamentos podem ser de dois tipos, os físicos e químicos. Os físicos são por meio de explosão de vapor ou termo hidrólise, já os químicos por meio de hidrólise ácida, a chamada organosolv (através de mistura de solventes orgânicos), combinados, ou por explosão de CO₂ (HAMELINCK et al. 2005).

Rosa e Garcia (2009) afirmam que a operação de hidrólise possibilita a quebra das cadeias do polissacarídeo, tem como resultado as moléculas de glicose, que são necessárias para as etapas seguintes de fermentação e destilação, como no processo de obtenção de etanol de primeira geração. A hidrólise pode ser feita por processo biológico (utilização de enzimas) ou processo químico (ácido ou alcalino).

A Figura 11 apresenta de forma simplificada o processo de obtenção de etanol de segunda geração usando biomassa como matéria prima.

Figura 11 - Obtenção de etanol a partir de biomassa



Fonte: Hamelinck et al. (2005).

2.5.1.4 Aditivo para Asfalto

O uso do bagaço como aditivo para asfalto é um processo simples, pois o bagaço apenas precisa ser seco e passado por uma peneira de 1,2 milímetros antes de ser colocado junto à mistura asfáltica. Testes de laboratório mostram que adicionar o bagaço com os devidos tratamentos resultaria no mesmo desempenho do asfalto que recebe outros tipos de aditivos, principalmente na redução do escorrimento no momento da mistura e aplicação (CAROLO, 2010).

Carolo (2010) ainda afirma que essa mistura asfáltica, que usa em sua composição fibras de celulose ou de vidro em sua composição, não é nova e foi desenvolvida na década de 60 na Alemanha. Ainda complementa que o uso é bastante difundido em estradas européias e aeroportos, devido a maior vida útil do material, bem como com o melhor aderência e escoamento da água em relação ao asfalto comum.

2.5.1.5 Segregação do Bagaço

Conforme Marabezi (2009), o bagaço de cana de açúcar é formado por 50% de umidade, 45% de estruturas fibrilares e 5% de extrativos e componentes inorgânicos. A fração de estruturas fibrilares é composta por 55% a 60% (células fibrilares), 30 a 35% de medula (células de parênquima) e de 10% a 15% de outros componentes. A fração medular apresenta maior teor de cinzas e holoceluloses (celulose + polioses) do que a fração fibrosa que por sua vez apresenta maior teor de lignina (obtida a partir do tratamento com 72% de ácido sulfúrico).

A partir destas diferenças existentes nas frações do bagaço, pesquisadores da Unicamp desenvolveram um classificador pneumático para separar a fração fibrosa da fração medular tendo em vista um melhor aproveitamento das frações específicas. De acordo com os pesquisadores, a porção mais dura é rica em lignina e oriunda da parte externa do caule, sendo praticamente seca. Já a porção mais mole é úmida e deriva do interior da planta. Essa é a melhor parte para entrar no processo de produção de etanol de segunda geração, por ser rica em celulose. Mesmo antes de se começar a produção do etanol de celulose, a separação do bagaço pode melhorar a qualidade dos subprodutos atuais. A parte seca do bagaço proporciona uma queima mais uniforme e eficiente para produzir energia termelétrica (INOVAÇÃO TECNOLÓGICA apud VACCARO et al. 2011).

2.5.2 Vinhaça

A vinhaça é um subproduto abundante na cadeia do etanol, visto que a proporção varia de 10 a 14 litros por litro de Etanol produzido. A vinhaça é considerada poluidora em função da grande quantidade de substâncias orgânicas e seu baixo pH, segundo Vaccaro et al. (2011).

E como seu descarte sem tratamento é proibido por lei, encontrar novas formas de utilização e tratamentos é importante para a agregação de valor e desoneração deste setor indo de encontro com o foco desta pesquisa. Abaixo algumas possibilidades de usos são apresentadas, como a fertirrigação e produção de biogás.

2.5.2.1 Fertirrigação

Corazza (2006) afirma que, após a criação do Proálcool, na década de 70, e consequentemente o aumento na geração de vinhaça e mais ainda com a proibição legal do lançamento da vinhaça em qualquer recurso hídrico e pela agora obrigatoriedade do tratamento, esforços passaram a ser tomados no sentido de se desenvolver possibilidades tecnológicas para sua destinação, e a fertirrigação surgiu como uma destinação econômica e tecnologicamente viável.

A fertirrigação é um processo de adubação do solo por irrigação, que utiliza a estrutura de irrigadores para distribuição de adubos, explica Luz (2005). A vinhaça pode ser utilizada na irrigação dos próprios canaviais. Barros (2008) afirma que estudos mostram um aumento de produtividade da cana de açúcar com o uso da vinhaça no solo, incluindo neste somatório a economia com fertilizantes.

Corazza (2006) destaca alguns fatores que atuaram na seleção da fertirrigação como trajetória tecnológica mais difundida para a solução do problema da destinação da vinhaça: (1) Fertirrigação constitui solução mais simples do ponto de vista tecnológico, já contavam com certo conhecimento por parte da agroindústria sucroalcooleira e encontravam, portanto, alguma difusão; (2) Os baixos preços do petróleo na segunda metade dos anos 80 reduziram a competitividade não apenas do álcool, mas também tornaram difícil a expectativa de valorização econômica do biogás produzido a partir da vinhaça; e (3) a fertirrigação passou a constituir prática efetivamente difundida no setor sucroalcooleiro justamente a partir da safra de 1979/80, portanto, logo após a proibição do lançamento da vinhaça nos cursos d'água.

O uso da vinhaça pura, sem tratamento, nos solos é uma boa opção para o aproveitamento deste subproduto, pois este proporciona benefícios nas propriedades físicas,

químicas e biológicas do solo. Eventuais efeitos ruins aos solos ou a cana são, decorrentes de doses excessivas, segundo Ferreira e Monteiro apud Vaccaro et al. (2011).

Manhães et al. (2002) corroboram afirmando que a vinhaça aumenta a produtividade, bem como longevidade do canavial. Porém o seu uso em excesso e/ou contínuos durante anos, para livrar-se do passivo ambiental, pode acarretar problemas por efeito cumulativo de nutrientes no solo, trazendo problemas para o cultivo e contaminando o lençol freático.

Vale ressaltar que a dosagem aplicada para reduzir as chances de contaminação das águas subterrâneas deve ser relacionada ao tipo e condições do solo local, isto é, de acordo com o conteúdo de matéria orgânica, classe, existência de vinhaça residual e capacidade de armazenamento e infiltração de água no solo, além da profundidade do lençol freático, proximidade de nascentes e intensidade de atividade vegetal na área (SILVA; GRIEBELER, 2006).

2.5.2.2 Biogás

O biogás é obtido em biodigestores anaeróbicos, proveniente da conversão de biomassa em energia utilizando resíduos orgânicos. Neste caso a biodigestão objetiva reduzir o potencial poluidor da vinhaça e deste processo ainda obter um gás e como resíduo deste processo um fertilizante. O biogás gerado neste processo pode ser usado como combustível para turbinas a gás para geração de energia elétrica, segundo Salomon (2007).

Vaccaro et al. (2011) citam o estudo realizado por Granato e Silva que afirma que para uma razão de 21 milhões de toneladas de cana de açúcar processadas por ano no país utilizando-se este processo de biodigestão anaeróbica tem-se um ganho de 1410 milhões x 10³ kcal de energia alternativa sendo gerada. Este estudo ainda afirma que a energia gerada através deste processo pode representar 30% da necessidade de energia elétrica da usina, podendo assim, reduzir de consumo tanto de energia da rede quanto de energia gerada pela queima do bagaço. Ressalta-se que com uma correta biodigestão da vinhaça pode-se obter biogás de qualidade, sem que os nutrientes da vinhaça sejam retirados por completo, podendo a vinhaça ainda ser utilizada para fertirrigação.

2.5.3 Óleo Fúsel

O óleo fúsel é outro subproduto da produção de etanol, porém é gerada em quantidade muito menor que a vinhaça, a sua razão estimada é de 2,5 litros para cada 1000 litros de etanol produzido, conforme Perez (2001). Segundo Patil et al. (2002) o percentual de etanol contido no óleo fúsel pode ser considerada uma perda de processo, assim sendo medidas que reduzam essa perda são necessárias, um forma de minimizar é trabalhar com o controle rígido da fermentação de forma que a quantidade de óleo gerada seja reduzida. No que se refere ao aproveitamento do óleo fúsel como coproduto destaca-se a sua utilização como óleo bruto e através do aproveitamento dos seus componentes.

O óleo fúsel bruto pode ser usado como herbicida nos próprios canaviais. Vaccaro et al. (2011) citam os testes de Azania et al., onde os autores testaram coprodutos da cadeia do etanol, como a vinhaça e o óleo fúsel para uso como herbicida. O óleo fúsel se destacou já vinhaça não se demonstrou interessante. Já Lopes et al. (2004) estudaram misturar o óleo fúsel bruto em combustíveis como o diesel, biodiesel, óleo fúsel e álcool anidro para avaliação do seu uso em motores de combustão interna. Os autores afirmam após realizados os testes, que a utilização de misturas de óleo fúsel com óleo diesel tem possibilidade de uso em motores.

Segundo a Petroquímica Mogi das Cruzes - PETROM (2001), o álcool isoamílico componente do óleo fúsel pode ser utilizado para: (1) produção de acetato de isoamila na indústria de tintas e vernizes; (2) produção do diap (diisoamiltalato) na indústria de plastificantes; (3) Reconstituição de óleos e essências na indústria da perfumaria; (4) Na síntese de fragrâncias e aromas; (5) Na produção de salicato de isoamila, aplicado largamente em sabonetes e fragrâncias cosméticas; e (6) na purificação de ácido fosfórico, atuando como solvente de extração.

2.5.4 Torta de Filtro

Segundo Nunes Júnior (2005), na década de 80 a torta de filtro foi descoberta como sendo um bom produto orgânico para recuperação de solos exauridos ou de baixa fertilidade, bem como para fornecimento de nutrientes necessários para que isso ocorra, principalmente o fósforo.

Dentro de um processo mais elaborado de produção de etanol, como os processos de grandes usinas, existe uma etapa denominada clarificação. A clarificação é um processo que tem como objetivo a purificação do caldo obtido nas moendas. No decorrer deste processo adiciona-se ao caldo já aquecido uma suspensão de hidróxido de cálcio, que por sua vez

promove uma elevação do pH e como resultado disto tem-se a floculação de colóides orgânicos e a precipitação de sais de cálcio (NUNES JÚNIOR, 2005).

A mistura obtida no processo descrito é mantida em repouso e como resultado apresenta um caldo mais limpo e homogêneo e um precipitado formado pelos compostos inorgânicos e orgânicos que foram insolubilizados. Este precipitado que se forma contém uma grande quantidade de caldo clarificado, que é recuperado por um processo de filtragem ou prensagem. O precipitado obtido neste processo não tem consistência adequada para ser usado, ele então é misturado ao bagaço proveniente da moagem, então moído, e esta mistura é submetida à filtragem a vácuo, resultando em um composto com umidade próxima de 75% que é chamado de torta de filtro (NUNES JÚNIOR, 2005).

Penso et al. apud Fravet (2007) afirmam que uma das formas para o aproveitamento da torta de filtro é a sua aplicação na agricultura, misturada com fosfatos naturais, pois assim a torta de filtro teria uma capacidade de melhorar a solubilidade destes compostos e obter melhor rendimento como fertilizante.

A matéria orgânica da torta de filtro tem um importante papel na melhoria da fertilidade do solo e nas suas propriedades físicas, como: incremento na capacidade de retenção de água, pois a torta é hidrocópica, chegando a reter até seis vezes o seu peso em água; reduzir a densidade aparente do solo e aumentar a sua porosidade, formando agregados capazes de reduzir a erosão; aumentar a sua capacidade de troca catiônica, com atividade superior às argilas; aumentar os teores de nitrogênio, enxofre e fósforo a partir da decomposição e mineralização da matéria orgânica; aumentar o próprio teor de matéria orgânica no solo; favorecer atividade microbiologia e a adição de novos microorganismos, diversificando a flora e microflora do solo; formação de húmus, potencializando a absorção de nutrientes; entre outros (BEAUCLAIR apud FRAVET, 2007).

2.5.5 Cinzas Provenientes da Queima do Bagaço

Quando se fala em cinzas geradas é necessário compreender a sua proporcionalidade em relação ao bagaço gerado no processo produtivo, assim sendo, para cada tonelada de bagaço que alimenta as caldeiras no processo de cogeração, são gerados, aproximadamente, 25 kg de cinza (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, 2001). No processo atual, as cinzas do bagaço da cana de açúcar são um dos problemas de passivo ambiental enfrentados pelos administradores das usinas. A fuligem gerada no processo também é recolhida, a partir de técnicas de lavagem e decantação e, juntamente com a cinza de caldeira (VACCARO et

al., 2011), constituem-se em resíduos finais do processo industrial, no qual não há possibilidade de redução (JENDIROBA, 2006; SOUZA et al., 2007).

Para Lima et al. (2010), qualquer cinza, quer seja de origem industrial ou vegetal, predominantemente siliciosa, no estado amorfo e com finura adequada, poderá ser utilizada como adição mineral. Porém na utilização das cinzas como adição mineral pozolânica é a pouca reatividade da maioria delas, o que somente permite a utilização como material não reativo.

Correa Neto e Ramon (2002) afirmam que o teor e a composição destas cinzas são influenciados diretamente pelo tipo e idade da cana de açúcar, tipo do solo e fertilizante usado e ainda pelo manuseio que pode arrastar materiais do solo durante a colheita.

Lima et al. (2010) levanta uma dúvida através de pesquisas realizadas neste contexto, a quantidade de energia a ser utilizada para tornar o resíduo útil, reativo ou pozolânico, podendo tornar o material economicamente inviável. A homogeneidade na produção das cinzas requer controle operacional da temperatura de combustão dos resíduos e do tipo de resfriamento das cinzas e esses controles de processo são raramente vistos em operação. Sem este controle apropriado esses procedimentos tendem a produzir cinzas sem reatividade hidráulica, cinzas sem reatividade podem ser usadas como material de carga e/ou inerte, em substituição aos agregados em matrizes cimentícias.

Pesquisas avaliaram o uso da cinza do bagaço como fíler no concreto asfáltico, alcançando resultados satisfatórios para os ensaios no laboratório. O estudo demonstrou que: a adição da cinza do bagaço de cana de açúcar melhorou, em até 70 %, algumas propriedades do concreto asfáltico, como a resistência à tração e o módulo de resiliência que aumentaram com o aumento do percentual da cinza do bagaço de cana (LEAL E CASTRO, 2007).

Os ensaios de Leal e Castro (2007) são corroborados pela pesquisa de Castandelli et al. (2010) que avaliaram o comportamento da cinza de bagaço de cana de açúcar, porém sem sofrer o processo de moagem, quando adicionada ao concreto. A cinza foi utilizada em substituição à massa de cimento em valores da ordem de 5%, 10%, 15% e 20%, já os tempos de mistura de brita e cinza estudados foram de 5 e de 10 minutos. Os resultados obtidos apresentam-se satisfatórios tanto nos ensaios de resistência à compressão quanto na absorção de água por imersão. No teste de compressão, à medida que a porcentagem de cinza aumentava a resistência diminuía o que era esperado pelos pesquisadores, e quanto maior a porcentagem de cinza, menor a absorção, ao final destacou-se a mistura com 20% de cinza que resultou em um concreto de resistência de 30 MPa e absorção de 4%.

2.6 PERSPECTIVAS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO NA CADEIA PRODUTIVA DO ETANOL

Segundo o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE (2009), as áreas mais propícias para se investir em P&D na cadeia produtiva do etanol são quatro: agrícola, industrial, energética e sustentabilidade, abaixo pormenorizados.

Na área agrícola deve-se incentivar projetos que tenham como objetivo a produção sustentada da cana, como o plantio direto, fim das queimadas, recuperação da palha deixada no campo e desenvolvimento de novas variedades. Como necessidades de P&D destacam-se: desenvolvimento de técnicas para mapeamento de solos agrícolas, otimização dos recursos hídricos, desenvolvimentos de novos sistemas de plantio, melhoramento genético, manejo de pragas e desenvolvimento de novos sistemas de colheita crua, CGEE (2009).

Na área industrial deve-se focar os incentivos em tecnologias mais eficientes, que reduzam as perdas no processo, reduzam custos e emissões de poluentes, sejam eles líquidos ou gasosos. Como necessidades de P&D destacam-se: desenvolvimento da tecnologia de hidrólise, limpeza a seco de matéria prima e redução da produção de vinhaça, CGEE (2009).

Na área energética os incentivos devem ser em projetos que otimizem a geração de energia e o uso mais econômico do vapor no processo. Como necessidades de P&D destacam-se: Produção de biogás, ampliação da produção de bioeletricidade por meio de bagaço, folhas, pontas e vinhaça e integração do sistema com as redes elétricas, CGEE (2009).

Na área relacionada com a sustentabilidade devem ser estimulados projetos de preservação ambiental e da biodiversidade, criar indicadores ambientais e que por meio deles reduzam os impactos negativos da produção sobre o ar e recursos hídricos. Como necessidades de P&D destacam-se: Sistemas de captação e tratamento dos gases, otimização do uso de água e pesquisas sobre rotação de culturas, CGEE (2009).

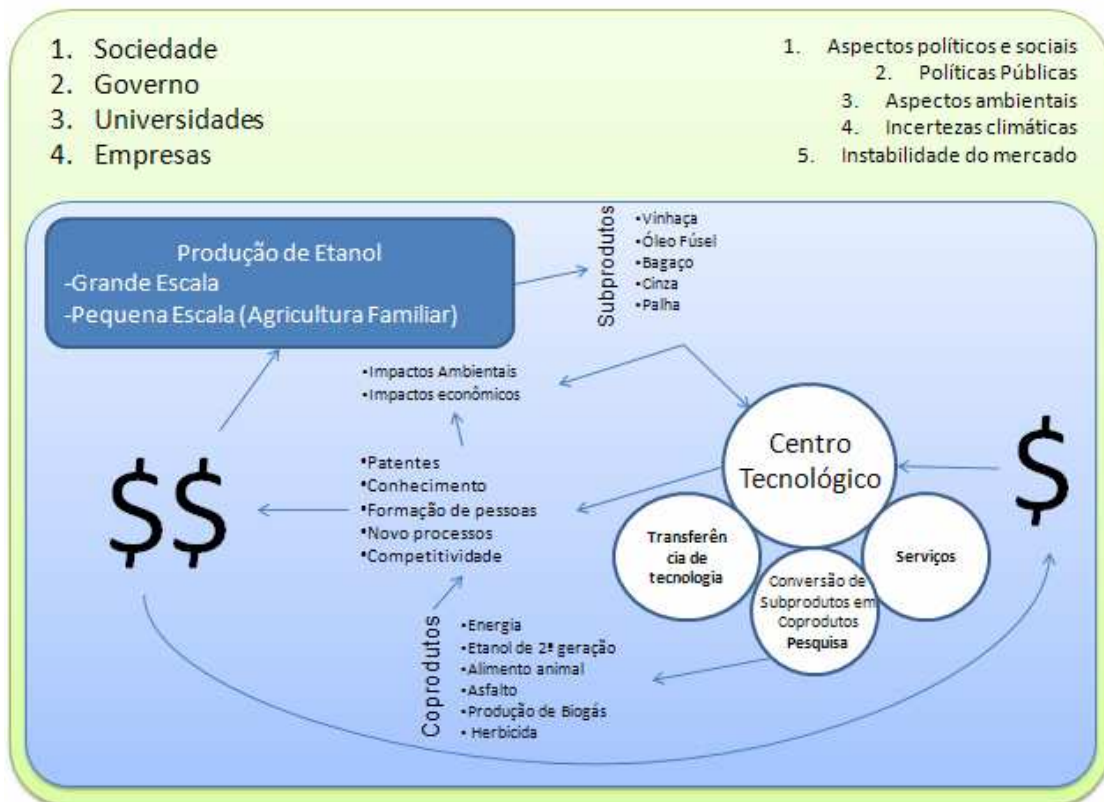
Por estas e outras razões há uma grande necessidade de investimentos em pesquisa e desenvolvimento no setor sucroalcooleiro, como também se faz absolutamente necessária a criação de um centro de pesquisas em etanol, que tenha como meta a construção de bases tecnológicas da nova indústria de biocombustíveis que está se desenvolvendo no mundo e que tem no Brasil um referencial (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2009). Esta afirmação do CGEE vem a corroborar com os objetivos da presente pesquisa e demonstrar a sua importância para a cadeia Riograndense de produção de etanol.

2.7 CONSIDERAÇÕES SOBRE O REFERENCIAL

Esta seção do referencial é dedicada a um fechamento do capítulo para então se iniciar a metodologia e por fim o desenvolvimento da pesquisa, as Figuras 12 e 13 foram construídas com base no conhecimento adquirido ao decorrer do referencial teórico.

A Figura 12 mostra como o CT influencia na geração de renda e conhecimento para os envolvidos, onde o estudo sobre a conversão de subprodutos em coprodutos gera patentes, conhecimentos, formação e capacitação de pessoal e incremento da competitividade gerando aumento de renda e esta retroalimentando o CT com novos investimentos.

Figura 12 - Referencial esquemático.



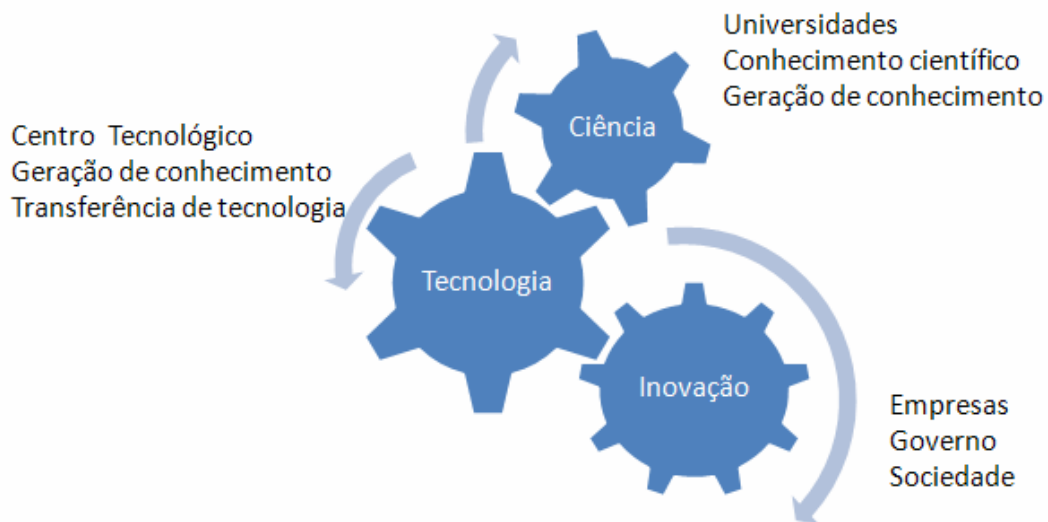
Fonte: Elaborado pelo autor.

A proposta do CT, além de geração de novas empresas, baseada na inovação e transferência de tecnologia, possui a capacitação, assistência técnica e serviços, mas foca principalmente na conversão de subprodutos em coprodutos da cadeia produtiva do etanol,

desta forma reduzindo também o passivo ambiental, que como já visto são em quantidades substanciais.

Na Figura 13 observa-se a ciência e tecnologia como motores para a inovação, a ciência gerada em universidades, em parceiros ou no próprio CT, serve como insumo para os trabalhos do CT na geração de tecnologia, conhecimento, novos produtos, novos processos e posterior transferência para as empresas, governo ou a sociedade. No momento em que a transferência ocorre é que se dá de forma direta a inovação e conseqüente evolução de um setor.

Figura 13 - Relacionamento do CT com parceiros.



Fonte: Elaborado pelo autor.

As Figuras 12 e 13 dão a dimensão do funcionamento e relacionamento de um centro tecnológico com seus parceiros gerando inovações para a sociedade de uma forma geral. As figuras aqui expostas serão usadas como alicerce para a construção do *framework* do modelo proposto.

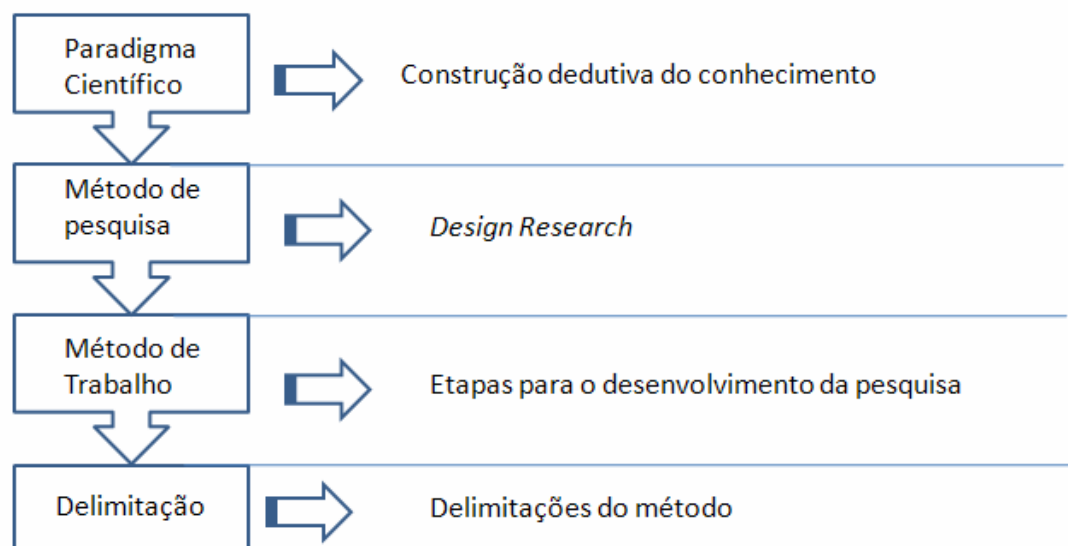
A seção seguinte tem como objetivo demonstrar os passos a serem seguidos para a transformação dos dados aqui expostos nos produtos desejados e propostos nos objetivos.

3 METODOLOGIA

Como metodologia científica, segundo Chalmers (1995), entende-se o estudo de como se construir o conhecimento usando padrões sistemáticos que ajudam o cientista a avaliar a situação histórica em que ele se encontra, e não contém regras que lhe digam o que se deva fazer.

A metodologia que será utilizada neste trabalho será composta por etapas a serem desenvolvidas para que a questão de pesquisa seja respondida de forma adequada. Além disso, a metodologia adotada estrutura-se conforme os elementos de formação apresentados na Figura 14.

Figura 14 - Metodologia de pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O presente trabalho tem como paradigma científico o dedutivismo, que segundo Chalmers apud Miguel et al. (2010), ocorre a partir de leis e teorias universais de onde o cientista pode derivar consequências que permitirá realizar explicações e previsões, a lógica é a forma pela qual a dedução é realizada. A questão de pesquisa deste trabalho é do tipo: Como as coisas deveriam ser? E a formulação de soluções para tal tipo de questão depende de um método estruturado, com características prescritivas, ainda que baseadas em hipóteses. Assim, entende-se que o uso de um método baseado no paradigma positivista possa ser indicado para tal tipo de pesquisa.

O método de pesquisa selecionado para responder a questão de pesquisa proposta foi o *Design Research* que, segundo Manson (2006), é a utilização do processo de construção do conhecimento para projetar e construir artefatos e verificar sua efetividade através de rigorosos métodos. O artefato deste trabalho será um modelo de centro tecnológico para agregação de valores a subprodutos da cadeia produtiva do etanol.

O método de trabalho compreende as etapas operacionais do trabalho, enquanto que se realizam a coleta e posteriormente análise de dados e por fim a proposição de método que tem como objetivo desenvolver passos para responder a questão de pesquisa.

A seção seguinte é composta por uma apresentação do método científico *Design Research*, e objetiva dar robustez a pesquisa e servirá de base para a construção do método de trabalho e que norteará a pesquisa como um todo.

3.1 MÉTODO DE PESQUISA

O *Design Research* é um método que provém das chamadas *Design Sciences* ou ciências de projeto. Simon (1996) faz uma distinção entre as ciências naturais e ciências artificiais, ou seja, as ciências naturais se focam em entender como as coisas são e são baseadas em fenômenos naturais, já as ciências artificiais ou de design focam em propor como as coisas deveriam ser e são baseados em fenômenos criados pelo homem.

A visão das ciências naturais, segundo Manson (2006), não atende às necessidades de pesquisas em áreas técnicas como a engenharia, arquitetura e computação, sendo necessária uma ciência do artificial desenvolvida pelo homem. Para Van Aken (2004), a chamada *Design Science* tem função de desenvolver o conhecimento utilizando artefatos para resolver problemas de construção ou de estrutura (utilizado originalmente como *construction problems*) e melhorar o desempenho de entidades já existentes (*improvement problems*).

Van Aken (2004) afirma ainda que a *Design Science* foca no conhecimento gerado e utilizado na construção das soluções, mas não na ação ou aplicação (*action itself*) das mesmas. Para aplicação das soluções ou artefatos gerados na pesquisa é necessária a utilização de regras tecnológicas (*technological rule*). A regra tecnológica é uma ligação do artefato gerado com o resultado através de uma aplicação. Van Aken (2004) ainda afirma que esta não é uma lei universal, pois a aplicação ocorre em um contexto específico, e pode ter sua aplicação limitada.

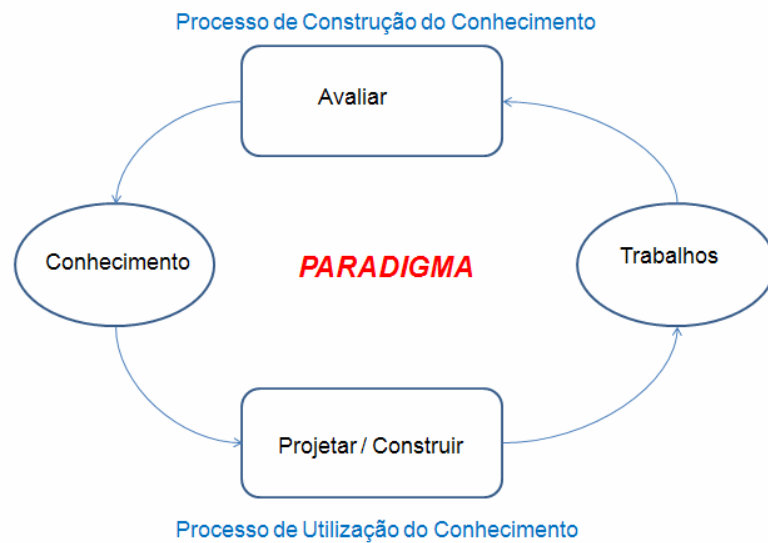
Esta soma do *Design Science* com a regra tecnológica resulta no *Design Research*, que segundo Manson (2006) é um processo que envolve a criação de algo que ainda não existe na

natureza através do projeto e criação de artefatos relevantes e em seguida analisar se o artefato proveniente é realmente efetivo.

Simon apud Manson (2006) afirma que um artefato é gerado para suprir uma necessidade e atingir uma meta. Sendo que um artefato pode ser considerado como uma interface entre um ambiente externo (*outer environment*) e um ambiente interno (*inner environment*), como ambiente externo entende-se o contexto em que o artefato opera e como ambiente interno entende-se a substância e organização do próprio artefato. Para Simon (1996) artefatos não necessariamente precisam ser coisas ou objetos, eles podem ser abstratos, como: construtos, modelos, métodos e exemplificações.

Os artefatos desenvolvidos são testados e ajustados utilizando um processo incremental de geração de conhecimento representado na Figura 15.

Figura 15 - Modelo genérico para geração e acumulação de conhecimento.



Fonte: Vaishnavi, Kuechler apud Manson (2006).

Neste modelo o conhecimento é utilizado para criar artefatos ou trabalhos, os artefatos são então estudados para gerar conhecimento que por sua vez melhoram os artefatos.

Assim sendo, o *Design Research* objetiva desenvolver conhecimento para projetar soluções de problemas, bem como gerar conhecimento prescritivo (VAN AKEN, 2004). O Quadro 5 demonstra as diferenças.

Quadro 5 - As diferenças entre programas de pesquisas orientados à descrição e à prescrição.

Características	Pesquisa orientada à descrição	Pesquisa orientada à prescrição
Paradigma dominante	Ciência explanatória	Ciência do projeto ou <i>Design Science</i>
Foco	Focado no problema	Focada na solução
Perspectiva	Observador	Ator (jogador)
Lógica	Observação do passado	Atuante no resultado
Questão de pesquisa típica	Explicação	Soluções alternativas para uma classe de problemas
Produto de pesquisa típico	Modelos causais, leis quantitativas	Regras tecnológicas testadas e fundamentadas
Natureza do produto de pesquisa	Algoritmo	Heurística
Justificativa	Provas	Fatos disponíveis saturados
Tipo de teoria resultante	Teoria organizacional	Teoria gerencial

Fonte: Van Aken (2004).

O conhecimento descritivo procura explicar o problema, com base em observações feitas pelo pesquisador, enquanto que o conhecimento prescritivo tem como objetivo a solução do problema, busca alternativas para a solução do problema, atua no resultado.

Para a pesquisa prescritiva atinja seus objetivos e seja academicamente válida é de fundamental importância que ela seja realizada utilizando avaliações rigorosas, Van Aken (2004). Para isso é necessário que o processo de resolução de problemas da *Design Science* sejam realizados durante a construção e aplicação de um artefato e esse processo deve seguir orientações, conforme as desenvolvidas por Hevner et al. (2004), são elas:

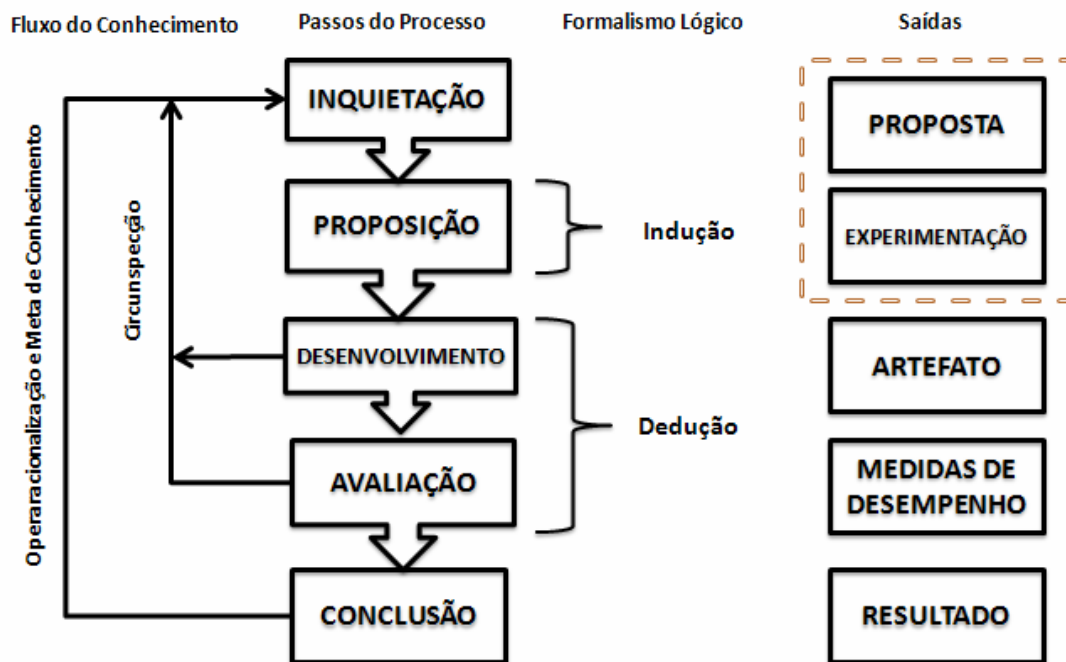
- a) design como um artefato: Deve produzir um artefato sob a forma de constructo, modelo, método ou aplicação;
- b) relevância do problema: Desenvolver soluções baseadas em uma regra tecnológica para um problema relevante de negócio;
- c) avaliação do Design: A aplicabilidade, qualidade e eficácia do design do artefato devem ser rigorosamente demonstradas via métodos de avaliação bem executados;
- d) contribuições de pesquisa: Devem permitir contribuições claras e verificáveis nas áreas de planejamento do artefato, conceitos utilizados na construção do artefato e validação.
- e) rigor: Envolve a aplicação de um método rigoroso envolvendo as etapas de construção e validação do artefato;
- f) design como um processo de pesquisa: Envolve um processo de pesquisa para a descoberta de uma solução efetiva para um problema;
- g) apresentação: A pesquisa deve ser apresentada com foco na tecnologia e gestão.

Assim sendo, o *Design Research* aparece como o desenvolvimento de conhecimento válido e confiável para a produção de um artefato, buscando um projeto para a solução de problemas. Este trabalho é norteado pelas recomendações desenvolvidas por Hevner et al. (2004) e são a base para a metodologia utilizada.

3.1.1 Estrutura do *Design Research*

Este trabalho toma como base o modelo proposto inicialmente por Takeda et al. (1990) o qual foi citado, melhorado e expandido por Vaishnavi; Kuechler apud Manson (2006) como estrutura básica para o processo do *Design Research*. O modelo com suas etapas pode ser observado na Figura 16.

Figura 16 - Metodologia genérica para o *Design Research*.



Fonte: Vaishnavi, Kuechler apud Manson (2006).

As etapas serão detalhadas a seguir:

1. Inquietação / Problema

Esta etapa é comum a outras metodologias de pesquisa e se refere a inquietação do pesquisador referente a algum tema, a um problema de pesquisa. Nesta etapa o pesquisador

busca conhecimento sobre o tema, sobre o contexto em que o problema está envolvido. Esta etapa tem como produto final uma proposta formal ou informal, para iniciar uma pesquisa direcionada.

2. Proposição

Durante a fase de sugestão/proposição o autor faz um ou mais experimentos ou tentativas de design (*Tentative Designs*). Essas tentativas estão conectadas de forma direta com a proposta, onde qualquer proposta formal irá gerar pelo menos uma experimentação, caso não seja possível gerar uma proposta, deve-se desistir do método. Esta fase é extremamente dependente do processo criativo de cada autor, e devido a isso, diferentes autores chegarão a diferentes tentativas de design. Esta fase é análoga ao processo de teorização da Ciência Natural, onde diferentes pesquisadores podem chegar a diferentes teorias para explicar as mesmas observações.

3. Desenvolvimento

Como resultado desta fase tem-se um ou mais artefatos. As técnicas a serem utilizadas dependerão dos tipos de artefatos que estão sendo construídos. Estes artefatos poderão ter a forma de construtos, modelos, métodos ou experimentos. A construção propriamente dita não exige inovação além da prática já determinada, enquanto que a inovação é prioridade no design.

4. Avaliação

Depois de construídos, os artefatos deverão ser avaliados frente aos critérios explícitos e implícitos da proposta, caso existam desvios do esperado deve-se imediatamente explicá-los, corrigidos e se necessário hipóteses refeitas. As hipóteses iniciais raramente são completamente validadas. No caso de uma pesquisa positivista esta fase permitiria ao pesquisador falsear ou não a hipótese.

Na metodologia do *Design Research* isso pode ser considerado apenas um começo, onde as hipóteses iniciais são raramente descartadas, mas o desvio do comportamento esperado do artefato faz com que os pesquisadores sejam induzidos a novas sugestões (*abduct*). O design é então modificado, se necessário muitas vezes, o novo conhecimento gerado retorna pela circunspeção.

A circunspeção pode ser definida como um método lógico formal que assume todo fragmento de conhecimento somente é válido em algumas situações. A aplicabilidade do conhecimento pode somente ser determinada através da detecção e análise de contradições,

esta afirmação indica que o pesquisador aprende algo novo quando alguma coisa não sai de acordo com a teoria ou suas hipóteses propostas. No momento em que isto ocorre, o pesquisador deve analisar o fato e o porquê do seu não funcionamento. Isso pode ocorrer por uma incompleta compreensão da teoria por parte do pesquisador, mas mais frequentemente pela natureza incompleta de qualquer teoria. Quando algo não dá certo o pesquisador se vê obrigado a voltar a etapa da inquietação, novas limitações do conhecimento são conquistadas as quais refinam a dita teoria nunca completa que foi utilizada para projetar o primeiro artefato. Se o pesquisador é capaz de responder a inquietação e resolver o problema, ele pode também lidar com novas compreensões que melhorarão e por consequência modificarão a teoria original.

5. Conclusão

Em algum determinado momento o produto, embora ainda possam existir desvios no comportamento do artefato, múltiplas possibilidades, hipóteses revisadas, poderá ser considerado como adequado para dar suporte ao tipo de pesquisa que está sendo realizada. Neste momento são apresentados e descritos os resultados. O conhecimento é então considerado como firme, para fatos aprendidos e que podem ser aplicados de forma repetitiva ou como resultados perdidos, anomalias que não podem ser explicadas e podem vir a ser novas questões de pesquisa.

3.1.2 Resultados

O *Design Research* resulta num conjunto de conhecimento ou artefatos, segundo March e Smith apud Manson (2006) e Hevner et al. (2004) são usualmente: Construtos, Modelos, Métodos e Execuções.

- a) Construtos: São definidos inicialmente durante a conceitualização do problema e são redefinidos durante o projeto, e ainda definem uma linguagem na qual problemas e soluções são definidos e comunicados;
- b) Modelos: Funcionam como ferramenta de auxílio na solução do problema, e utilizam construtos para representar situações do mundo real;
- c) Métodos: Definem processos. Um método serve como norteador de como resolver problemas, podendo ser formal como um algoritmo matemático que explique o processo ou informal como a descrição das melhores práticas ou ainda uma combinação de ambos;

- d) Execuções: Demonstram se construtos, modelos e métodos são factíveis e efetivos, e que podem ser implementados em um sistema em operação. É o momento em que se executa o planejado, momento em que o pesquisador tem maior contato e aprendizagem de como o mundo real reagirá e como os usuários se comportarão.

3.1.3 Justificativa para Escolha do Método

Para atender aos objetivos do presente trabalho entende-se que um método baseado em *Design Research* é indicado devido aos seguintes fatores:

- a) o presente trabalho apresenta como entrega final a proposição de um modelo, ou seja, buscando responder como as coisas deveriam ser, o que remete ao conceito de pesquisa orientada à prescrição, caso do *Design Research*, segundo Van Aken (2004);
- b) o *Design Research*, como metodologia, permite a utilização de métodos diversificados durante sua etapa de validação, como explicitado por Van Aken (2004) e por Manson (2006);
- c) tem-se a possibilidade de realizar diversas circunspecções até se chegar à hipótese desejada para resolução do problema e geração do design esperado, sendo estas limitadas por prazos e recursos, mas contemplando uma visão de melhoria e refinamento contínuos, do ponto de vista de processo de pesquisa;
- d) permite a aprendizagem enquanto ocorre a construção e melhoria do artefato.

Este trabalho de pesquisa poderia ainda ser realizado sob outras formas de pesquisas prescritivas, como a pesquisa qualitativa sem uma metodologia definida, mas sim uma construída pelo autor. Entretanto, optou-se pelo *Design Research* para se obter um maior rigor acadêmico durante o delineamento da pesquisa.

3.2 MÉTODO DE TRABALHO

O método de trabalho consiste em detalhar as etapas que serão realizadas durante a construção do modelo proposto e a forma que será empregada para isso. A forma é estruturada sob a metodologia do *Design Research*.

Um projeto de pesquisa é criado mediante a execução das etapas necessárias para o desenvolvimento da pesquisa, se recomenda o uso o uso de fluxos da pesquisa através do uso

de diagramas, conforme orienta Gil (1999). O método de trabalho então é representado pelo diagrama proposto na Figura 7 que tem como base para sua construção o modelo exposto por Vaishnavi e Kuechler apud Manson (2006), e é a proposta formal para o presente trabalho de pesquisa.

Os principais elementos estruturais do presente método são estruturados sob a forma de uma regra tecnológica como propõe a metodologia, para facilitar o entendimento usa-se a forma de apresentação proposta por Van Aken (2004):

A regra tecnológica é explicitada sob a forma “se deseja Y na situação (contexto) Z, então desempenhe X”, é:

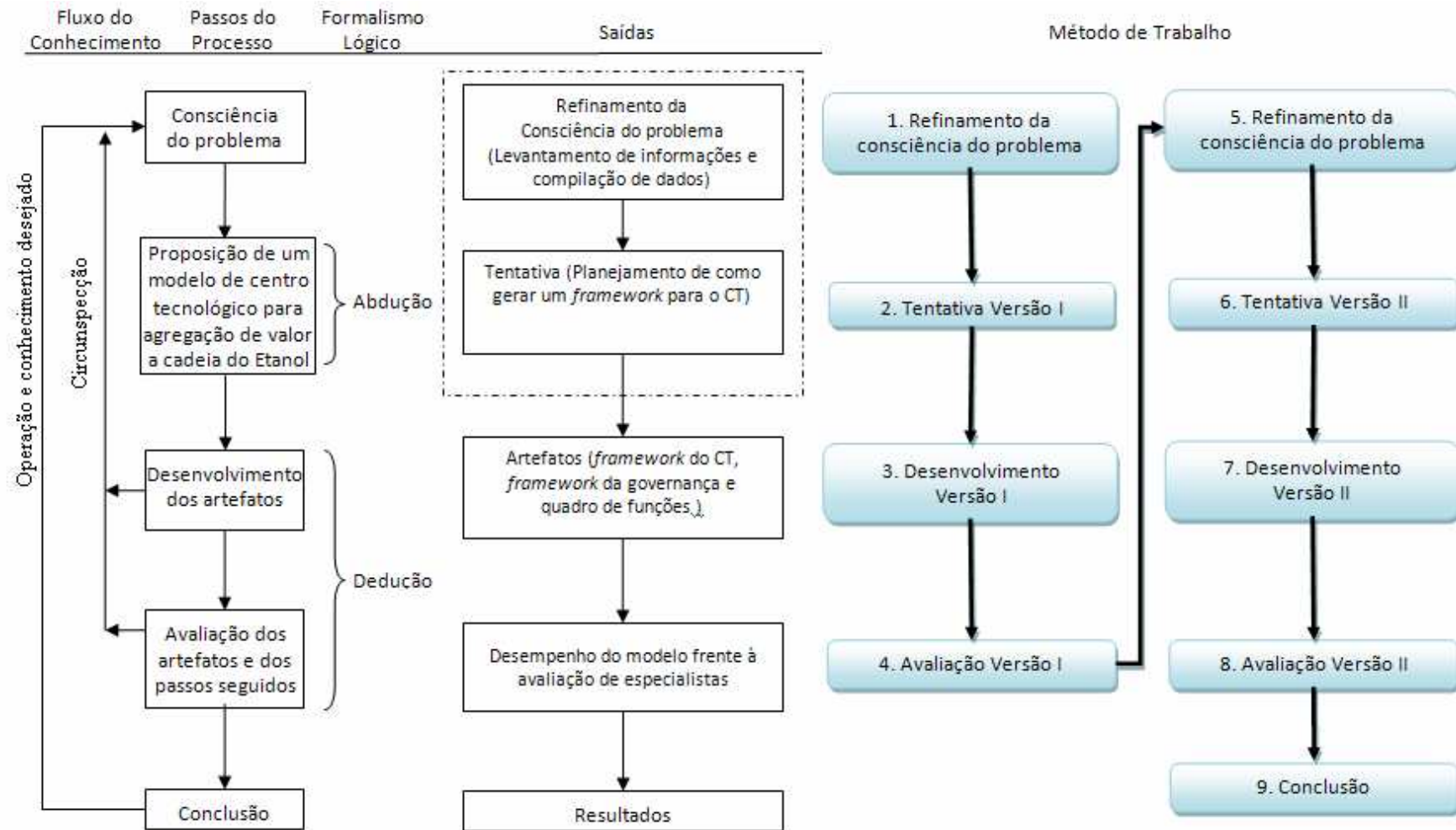
- a) situação desejada (Y): Propor um modelo de CT para apoiar à agregação de valor a cadeia do etanol;
- b) contexto (Z): Único, num modelo de pequenas propriedades de agricultura familiar cooperativadas operando em baixa escala de produção no Rio Grande do Sul;
- c) proposta (X): O modelo sugerido de um centro tecnológico para apoiar à agregação de valor a cadeia produtiva de etanol no RS baseado em pesquisas, desenvolvimento e inovação.

A regra tecnológica por completa é descrita, como:

Se deseja (Y) propor um modelo de CT para apoiar à agregação de valor a cadeia de etanol no contexto (Z) único, de pequenas propriedades de agricultura familiar cooperativadas operando em baixa escala de produção no Rio Grande do Sul, então desempenhe (X) uma sugestão de modelo de centro tecnológico para apoiar à agregação de valor a cadeia produtiva de etanol no RS baseado em pesquisas, desenvolvimento e inovação.

Na Figura 17 observa-se a estrutura do método de trabalho, as cinco etapas agora adaptadas ao contexto do presente trabalho. O processo se inicia com a inquietação do pesquisador e o refinamento da consciência do problema. Em seguida a proposição do centro tecnológico (tentativa e desenvolvimento), nesta etapa busca-se o entendimento de como o CT deve ser estruturado e como o mesmo pode agregar valor à cadeia, passando em seguida para o desenvolvimento e melhoria do CT entregando como saída o artefato (modelo). Neste momento são realizadas avaliações do método utilizado, do andamento da pesquisa e do artefato e se realiza a circunspeção do conhecimento em pelo menos uma nova rodada de Design. Ao final, se não forem necessárias mais rodadas de design, é feita a conclusão e explicitados os resultados provenientes da pesquisa.

Figura 17 - Estrutura do método de trabalho.



Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Vaishnavi e Kuechler apud Manson (2006).

Na Figura 17 ainda observa-se o método de trabalho, baseado nos conceitos do Design Research, as quatro primeiras etapas compreendem a tentativa 1 (rodada de design 1), onde ao final da avaliação 1 é realizada a circunspeção para novo entendimento do problema e geração de conhecimento. Em seguida realiza-se a tentativa 2 (rodada de design 2) e ao final são feitas as conclusões e explicitações do modelo proposto.

Abaixo serão desdobradas cada uma das nove etapas do método de trabalho, são elas:

1. Refinamento da consciência do problema

A etapa entendimento do problema tem como objetivo buscar nos referenciais apresentados uma boa ambientação do autor sobre o tema e servir de base para a tentativa de design 1 da pesquisa. No decorrer desta etapa serão explorados os artigos, dissertações e teses encontradas sobre o tema para uma melhor ambientação e construção da tentativa 1. Busca de dados sobre o tema em um *benchmarking* no Centro de Tecnologia Canavieira, Embrapa Clima Temperado e Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia também foram necessários.

2. Tentativa versão I

Nesta etapa o autor propõe a criação de uma tentativa de planejar como estruturar um modelo para o centro tecnológico baseado nos conhecimentos adquiridos na etapa anterior sobre o contexto e o problema de pesquisa, sempre com enfoque na questão de pesquisa e objetivos. Esta etapa envolve o processo criativo do pesquisador e é prescritiva. Usa-se como base os conceitos apresentados no capítulo 2, principalmente o de Cadeia de Valor da Inovação.

3. Desenvolvimento versão I

Essa etapa tem como objetivo o desenvolvimento do planejamento executado na etapa anterior, por meio da confecção de seus artefatos: *framework* para o CT e para a governança e o quadro de funções. No decorrer desta etapa, novamente, os modelos foram desenvolvidos com base no julgamento do autor sobre os documentos e dados levantados nas etapas anteriores, por meio de prescrição, análise e observação.

4. Avaliação versão I

Esta etapa tem como objetivo realizar a avaliação da primeira versão dos artefatos gerados (design 1) e verificar se o mesmo está atendendo as expectativas do pesquisador. Além disso, objetiva-se avaliar a coerência e possibilidade de viabilização deste modelo proposto junto a especialistas da área. Serão consultados seis especialistas, representando centros tecnológicos,

estado e universidades, visando estabelecer complementaridade entre as dimensões técnico-científicas e de aplicabilidade dos artefatos propostos. Neste momento a retroalimentação de dados e conhecimento gerado pelas avaliações ocorrerá na circunspeção.

Assim sendo, no Quadro 6 são apresentadas as características de cada especialista, que não terão seus nomes divulgados e serão representados por E1, E2, E3, E4, E5 e E6.

Quadro 6 - Apresentação dos especialistas.

E1	Formação	Graduação e especialização em Ciências Sociais
	Produção acadêmica	Não há
	Experiência profissional	Desde 2010 é assessora de gestão na Coopercana
E2	Formação	Graduação em Economia
	Produção acadêmica	Dois artigos publicados, dois relatórios de pesquisas, e participação em três projetos de pesquisa na área de Biocombustíveis
	Experiência profissional	Desde 1998 é consultor da CIERGS (Centro das indústrias do Estado do rio Grande do Sul) e desde 2010 é consultor da FIERGS (Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul)
E3	Formação	Graduação em Ciências Biológicas, mestrado em Agronomia, doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes.
	Produção acadêmica	Mais de vinte artigos, treze publicações em livros, quatorze publicações em jornais ou revistas e diversos projetos de pesquisa na área agropecuária.
	Experiência profissional	Desde 2001 como pesquisadora na EMBRAPA Clima Temperado, já foi professora da UPF (Universidade de Passo Fundo) e da UCPEL (Universidade Católica de Pelotas).
E4	Formação	Graduação em Engenharia Metalúrgica, mestrado em Engenharia Metalúrgica, doutorado em Postgraduate Course on Materials Science e Pós doutorado em nanomateriais para semicondutores
	Produção acadêmica	Mais de cento e cinquenta artigos publicados. Inúmeros projetos sobre materiais e biocombustíveis.
	Experiência profissional	Desde 2000 como professor da UNISINOS (Universidade do Vale do Rio dos Sinos) e já foi professor da UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul).
E5	Formação	Graduação em Engenharia de Alimentos, mestrado em Engenharia Civil e Doutorado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais em andamento.
	Produção acadêmica	Mais de vinte artigos, participações em projetos de pesquisa.
	Experiência profissional	Desde 2010 como professora da UNISINOS (Universidade do Vale do Rio dos Sinos)
E6	Formação	Graduação em Engenharia de Alimentos e mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas
	Produção acadêmica	Possui artigo publicado em periódicos.
	Experiência profissional	Desde 2011 como analista na FIERGS (Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul)

Fonte: Elaborado pelo autor.

As avaliações ocorreram de diversas formas conforme a disponibilidade do entrevistado. Os produtos da pesquisa, quadro de funções, *framework* conceitual e de governança, foram enviados previamente aos avaliadores via *e-mail*. Os *feedbacks* ocorreram via entrevista presencial, entrevista via telefone e por *e-mail*. No Quadro 7 pode ser observado o roteiro utilizado para nortear as entrevistas, bem como os construtos cujos entendimentos são necessários para a evolução dos produtos para a segunda versão dos artefatos.

Quadro 7 - Roteiro de entrevistas.

Construtos	Roteiro de Entrevista
Geral	Questionar o entendimento por centro tecnológico.
Geral	Identificar o que deve conter um centro tecnológico.
Geral	Questionar sobre pesquisas no estado relacionadas ao etanol.
Produtos	Questionar a importância da geração de novos produtos/agregação de valor para a cadeia.
Geral	Questionar sobre a importância de um centro tecnológico no estado (escopo da pesquisa).
Produtos	Identificar quais os subprodutos do processo devem ser contemplados.
Geral	Questionar se um possível centro tecnológico para estudo de subprodutos da cadeia de etanol está bem representado pela pesquisa.
Geral	Qual a relevância de um CT para pesquisa em sub/coprodutos da produção de etanol.
Produtos	Identificar quais as principais possibilidades de geração de coprodutos (e se estão contempladas).
Localização	Questionar sobre melhor localização.
Incubação	Questionar sobre a possibilidade de geração de novas empresas partindo de pesquisa na área do etanol.
Governança	Questionar sobre melhor forma de governança para o CT.
Processos	Identificar se os principais novos processos estão contemplados.
Processos	Questionar se existem novos processos não contemplados no escopo da pesquisa.
Agricultura	Questionar sobre o desenvolvimento agrícola no estado.
Agricultura	Questionar a relação agricultura canavieira no estado versus no país.
Geral	Que tipos de assistências são necessárias na cadeia de etanol.
Assistência Técnica	Questionar sobre formas de assistência técnica.
Parceiros	Questionar a interação entre os atores da cadeia (universidades/pesquisa/usinas).

Fonte: Elaborado pelo autor.

5. Refinamento da consciência do problema

Esta etapa compreende a segunda tentativa de design do modelo (design 2), neste momento busca reunir as novas ideias, conhecimentos e dados adquiridos nas etapas anteriores, de modo a gerar refinamentos sobre os artefatos propostos. Esta etapa tem como objetivo identificar os pontos de alavancagem da rodada anterior para nortear a pesquisa em direção a meta, questão de pesquisa/regra tecnológica, e identificar novas fontes de conhecimento necessárias para tal refinamento.

6. Tentativa versão II

Nesta etapa, propõe-se o planejamento de quais são e como gerar os refinamentos necessários sobre os artefatos propostos para o centro tecnológico baseado nos conhecimentos adquiridos sobre o contexto e o problema de pesquisa. Esta etapa envolve novamente o

processo criativo do pesquisador e a prescrição é complementada com os conhecimentos adquiridos na avaliação da rodada de design 1.

7. Desenvolvimento versão II

Essa etapa tem como objetivo o desenvolvimento do planejamento executado na etapa anterior. No decorrer desta etapa, novamente, as técnicas elencadas anteriormente serão necessárias para propor a os artefatos da tentativa de design 2, sendo composto pelos *frameworks* do CT e de governança, bem como o quadro de funções.

8. Avaliação versão II

Esta etapa tem como objetivo a avaliação da segunda versão dos artefatos já refinados. O procedimento metodológico adotado é semelhante ao adotado na etapa de avaliação do primeiro ciclo de design. Porém as avaliações ocorreram apenas por e-mail e sem o uso do roteiro de entrevista, visto que as principais considerações foram explicitadas na avaliação da tentativa 1. Espera-se que os resultados desta etapa indiquem o atendimento aos objetivos desejados pelo pesquisador.

9. Conclusão

Por fim, nesta etapa, serão realizadas as conclusões sobre a proposta de desenvolvimento de um modelo referencial de centro tecnológico para agregação de valor a subprodutos da cadeia produtiva do etanol no RS são apresentadas.

3.3 DELIMITAÇÃO

Algumas delimitações necessitam ser apresentadas para o adequado andamento desta pesquisa. A primeira é em relação ao tempo disponível para realização do trabalho, que é limitado ao período de realização de uma dissertação de mestrado. Recursos financeiros e questões de políticas públicas e de governança envolvidos com o tema também limitam sua profundidade e as possibilidades de concretização das sugestões propostas. Assim, o trabalho é delimitado a apresentar uma sugestão de modelo para o referido centro, não sendo considerada parte do escopo sua implementação. Consequentemente, não se torna viável sua validação do ponto de vista de resultados oriundos da aplicação dessa sugestão de modelo no mundo real, pelo menos no que tange ao escopo de entregas da presente dissertação.

A limitação temporal antes mencionada também inviabiliza a realização de várias circunspeções e tentativas de design. Assim, inicialmente a proposta é de serem realizadas apenas duas rodadas de design. Caso necessário mais rodadas poderão ser agregadas, mas esse

conhecimento somente poderá ser vislumbrado durante o período de realização do projeto proposto.

No campo da avaliação e criação dos artefatos gerados pela pesquisa, observa-se que, por sua natureza, os mesmos são desenvolvidos e avaliados de forma qualitativa, sendo dependentes de esforço criativo do autor e da percepção dos avaliadores sobre o mesmo. A pesquisa é obtida por meio das técnicas de coleta e análise qualitativas, não tendo o rigor de avaliações matemáticas e formais. Há, portanto, subjetividades ao longo deste processo e, por ser a natureza da metodologia prescritiva, os resultados dependem fortemente de evidências contextuais e do processo criativo e do *background* dos atores envolvidos. Por fim o modelo não apresentará modelos operacionais do centro, cabendo este a trabalhos futuros.

4 PROPOSIÇÃO DO MODELO DE CENTRO TECNOLÓGICO

No decorrer deste capítulo são apresentadas as proposições do modelo de centro tecnológico para o Rio Grande do Sul, que representa o objetivo principal do presente trabalho. Na seção 4.1 são apresentadas as funções do CT referente a tentativa de design 1. Na seção 4.2 se dará a proposição do *framework* conceitual e de governança, referente a tentativa 1 de proposição do modelo. Já a seção 4.3 tem como tema as avaliações dos especialistas.

A segunda rodada de design se inicia na seção 4.4 com a proposição das funções do CT já devidamente alteradas conforme avaliações. A seção 4.5 tem como objetivo propor o *framework* conceitual e de governança da versão 2 do modelo proposto. E por fim na seção 4.6 será relatada a segunda rodada de avaliações.

4.1 PROPOSIÇÃO DE FUNÇÕES DO CT – TENTATIVA 1

Esta seção objetiva-se a apresentar as linhas de pesquisa que foram abordadas para o modelo de centro tecnológico proposto. No decorrer do capítulo 3 foram apresentados os resíduos do processo de fabricação do etanol, bem como as suas possibilidades de uso, bem como serviços disponíveis nos centros apresentados, e suas funções como instituições, tudo isto serviu de base para a construção desta seção e do quadro modelo ao final da mesma.

4.1.1 Linhas de pesquisa

As linhas de pesquisa compreendem: geração de novos produtos, geração de novos processos, geração de inovações agrícolas, estudo do clima regional, estudos em agricultura de base familiar e geração de patentes. A seguir, as linhas de pesquisa serão pormenorizadas.

Geração de Novos Produtos

A linha de geração de novos produtos tem como objetivo realizar estudos no campo da transformação de subprodutos da produção de etanol em insumos para novos produtos gerando ganhos não só ambientais, mas também financeiros, indo ao encontro da meta de agregar valor a cadeia produtiva do etanol.

O insumo bagaço da cana é utilizado no processo de geração de energia (BEEHARRY, 2001; CAMARGO, 1990; CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA, 2011; CHOEFI, 2004; PRADO, 2007; SILVA, 2010; TEIXEIRA, 2002; VACCARO ET AL.,

2011), o bagaço somado ao bagacilho que atualmente é considerado o maior resíduo da agroindústria nacional e tem uso mais comum como combustível para as caldeiras das usinas, porém existe a necessidade de estudos neste campo para melhoria de eficiência energética das usinas, para não só reduzir o seu consumo energético como também distribuir o seu excedente ao mercado, onde a energia excedente seria um novo produto da usina.

Outro produto que deve ser considerado como opção é a transformação do bagaço em alimento animal (CABALLERO ET AL., 1999; SOUZA E SANTOS APUD VACCARO ET AL., 2011; VAN SOEST APUD VACCARO ET AL., 2011), este campo de estudo é uma opção para o excedente de bagaço que não é consumido na geração de energia. Tratamentos são necessários conforme visto no capítulo 3 seção 5. O bagaço ainda pode ser utilizado como aditivo para asfalto (CAROLO, 2010).

Como resíduo do processo de queima do bagaço tem-se a cinza, que pode ser usada como agregado cimentício (LIMA ET AL., 2010) e filer no concreto asfáltico (CASTANDELLI ET AL., 2010; LEAL; CASTRO, 2007). A cinza proveniente da queima do bagaço atualmente é um dos maiores problemas em relação a passivos ambientais enfrentados pelas usinas, pois a mesma não pode ser mais reduzida.

Já a vinhaça pode ser utilizada para geração de Biogás (CGEE, 2009; GRANATO; SILVA apud VACCARO ET AL., 2011; SALOMON, 2007), através do seu uso em biodigestores para geração de gás que pode ser usado como combustível para turbinas geradoras de energia elétrica. Como já visto com o bagaço os subprodutos tem bons valores energéticos. Através de pesquisas neste campo o que seria um passivo ambiental torna-se um potencial gerador de energia e renda.

Pesquisas para uso do subproduto óleo fúsel como: herbicida (AZANIA ET AL. apud VACCARO ET AL., 2011) nos próprios canaviais; misturado em combustíveis (LOPES ET AL.; 2004); acetato de isoamila (PETROM, 2001); diisoamiltalato (PETROM, 2001); na síntese de fragrâncias e aromas (PETROM, 2001); e como solvente de extração (PETROM, 2001).

A torta de filtro é obtida em processos mais elaborados de produção de etanol, não encontrados no estado do Rio Grande do Sul, porém é interessante mantê-la no escopo das pesquisas caso venha a ocorrer um aumento considerável de produção ou instalação de novas usinas de grande porte. Como alternativa para o uso da torta de filtro destaca-se a utilização como fertilizante (PENSO ET AL. apud FRAVET, 2007).

Geração de Novos Processos

A linha de geração de novos processos tem como objetivo realizar pesquisas no campo da criação e desenvolvimento de novos processos relativos a produção de etanol.

Como novo processo pode-se citar a produção de etanol de segunda geração (CGEE, 2009; CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA, 2011; CTBE, 2011; HAMELINCK ET AL., 2005; MARABEZI, 2009; ROSA ET AL, 2009; VACCARO ET AL., 2011). Marabezi (2009) afirma que menos da metade da biomassa contida na cana de açúcar é realmente aproveitada durante a produção do etanol e uma forma de utilização desta biomassa é a produção do etanol de segunda geração. Estudos neste campo podem melhorar a relação litros de etanol por tonelada de cana, gerando maiores receitas e menores passivos ambientais para os produtores.

Outro processo envolvendo o bagaço é a segregação (INOVAÇÃO TECNOLÓGICA apud VACCARO ET AL., 2011; MARABEZI, 2009) que tem como objetivo classificar o bagaço e com isso melhorar a qualidade dos subprodutos atuais, onde a parte mais seca gera uma queima mais eficiente na geração de energia e a porção mais úmida pode ser usada como insumo para a produção do etanol de segunda geração. Assim sendo pesquisas no campo da segregação deste subproduto são interessantes sob o ponto de vista da melhoria da eficiência do processo de aproveitamento deste subproduto.

A fertirrigação usa como insumo a vinhaça (BARROS, 2008; CORAZZA, 2006; FERREIRA E MONTEIRO apud VACCARO ET AL., 2011; LUZ, 2005; MANHÃES ET AL., 2002; SILVA E GRIEBELER, 2006) e é um processo bem conhecido e usual e já vem sendo utilizado desde a década de 70 logo após a criação do programa governamental Proálcool. A fertirrigação é um processo de adubação do solo dos canaviais através da irrigação. Porém seu uso em demasia ou contínuo durante muitos anos pode gerar problemas por efeito cumulativo no solo trazendo problemas tanto para a produção quanto para os lençóis freáticos. Conhecidos estes problemas são bem vindos estudos para melhorar a qualidade da fertirrigação de modo que a mesma possa ser usada sem danos e trazendo benefícios como aumento da produtividade e economia com o uso de fertilizantes.

Por fim, na linha de geração de novos processos destacam-se os estudos dos processos industriais (CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA, 2011; CGEE, 2009). As pesquisas na área industrial devem incentivar o uso e desenvolvimento de tecnologias mais eficientes, que minimizem as perdas no processo, reduzam custos e emissões de poluentes.

Geração de Inovações Agrícolas

Estudo da geomorfologia do solo (CGEE, 2009; MAGNANI, 2004). Estudos nesta área devem ser considerados para se identificar o melhor solo a ser utilizado para o cultivo da cana de açúcar através de vários aspectos como genética, cronologia e morfologia. Aspecto importante para entender a dinâmica do solo ao longo do tempo.

O uso de torta de filtro na recuperação do solo (BEAUCLAIR APUD FRAVET, 2007; MAGNANI, 2004; NUNES JÚNIOR, 2005) tem um impacto importante na fertilidade do solo e suas propriedades físicas. Estudos devem ser realizados para aumentar a capacidade de retenção de água, redução de densidade, formação de flora e microflora e melhora na absorção de nutrientes. O estudo de uso para o elemento torta de filtro está condicionado ao início do seu uso do mesmo em usinas gaúchas, atualmente não se obtém este tipo de subproduto devido ao pequeno porte dos produtores de etanol no estado. Porém este estudo deve ser considerado como escopo visto a possibilidade de incremento na produção no futuro.

Desenvolvimento de novos sistemas de plantio (CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA, 2011; CGEE, 2009). Esse campo de pesquisa compreende a evolução dos sistemas atuais de plantio no estado, basicamente compostos por trabalho braçal, uso de mecanização. A mecanização deve ser pensada sob a luz da pequena propriedade rural o que invalida uso de grandes maquinários agrícolas como é comum em outros estados, pesquisas devem ser realizadas sob este foco.

Melhoria Energética da Cana de Açúcar

Pesquisas nesta área são necessárias para tornar a cana mais adaptada ao clima e solo do estado, usando como exemplo o Centro de Tecnologia Canavieira em São Paulo que ao longo de sua história desenvolveu mais de 60 novas variedades de cana de açúcar. Estudos devem ser realizados no desenvolvimento de espécies que sejam mais resistentes as pragas, facilitem o manejo agrícola e concentrem mais açúcares, sob o foco do contexto geomorfológico e climático do estado foco da pesquisa (CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA, 2011; CGEE, 2009).

Controle e Manejo de Pragas

Esse campo de pesquisa compreende o estudo e evolução do controle e manejo de pragas no estado do RS, buscando desenvolver novos processos ou produtos como pesticidas mais eficientes e de baixo custo para o produtor (CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA, 2011; CGEE, 2009).

Desenvolvimento de Novos Sistemas de Colheita

Pesquisas devem ser realizadas no campo da produção mais sustentável de cana de açúcar objetivando o fim das queimadas e desenvolver possíveis usos para a palha deixada no campo. Para se realizar estas colheitas mais sustentáveis o uso de colheita mecanizada torna-se indispensável e são necessárias pesquisas para tornar esses sistemas mais baratos para o pequeno produtor rural e ainda desenvolver projetos sociais de realocação de cortadores de cana que serão prejudicados com a redução da quantidade de pessoal necessário na colheita (CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA, 2011; CGEE, 2009).

Estudo do Clima Regional

A caracterização climática (MAGNANI, 2004), tem como objetivo entender a ação dos fatores ligados ao clima regional. Este estudo de longo prazo gera dados que buscam ajudar na identificação de melhores épocas para plantio e localizações das plantações. Podem ainda fornecer informações para auxiliar na aquisição de novas terras para lavoura com base no clima da região.

Estudos em Agricultura de Base Familiar

O desenvolvimento da agricultura familiar (CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA, 2011; MAGNANI, 2004) é um ponto chave para a cultura da cana de açúcar no estado do Rio Grande do Sul, formado principalmente por pequenos produtores ou pequenas cooperativas de produtores. Estudos devem ser realizados neste campo com enfoque social, através de pesquisas e experimentos e com a disseminação do conhecimento através de treinamentos e cursos específicos voltados para este público.

Geração de Patentes

Desenvolvimento de produtos inovadores (CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA, 2011; WIEGEL ET AL., 2005) relacionados com o uso de subprodutos da produção do etanol é uma forma de transformar subprodutos em coprodutos e ainda gerar conhecimento para a sociedade como um todo e diferentes formas de renda através das patentes destes produtos ou processos inovadores.

4.1.2 Serviços

Os serviços disponibilizados pelo centro tecnológico compreendem: capacitação de pessoal, assistência técnica e suporte para implementação de políticas públicas. A seguir os serviços serão pormenorizados.

Capacitação de Pessoal

A capacitação de pessoal se dará através de treinamentos e cursos específicos (CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA, 2011). Os treinamentos e cursos serão realizados com base em conhecimentos desenvolvidos no próprio centro tecnológico e em parceiros como universidades e empresas. Esta área de conhecimento do CT tem como objetivo melhorar a eficiência da agricultura e qualidade do produto e com isso agregar mais valor ao produto e melhorar gradativamente a qualidade de vida da população que faz parte do projeto.

Assistência Técnica

A assistência técnica será feita através do apoio a agricultores e empresas (CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA, 2011; WIEGEL ET AL., 2005) no uso de novas tecnologias e processos produtivos inovadores.

Suporte para Implementação de Políticas Públicas

O apoio na adequação a normas públicas (WIEGEL ET AL., 2005) tem como objetivo garantir que a cana produzida e o processo agrícola e industrial se adéquem a qualidade e normas impostas pelo governo referente ao etanol. O CT atuará junto aos produtores, empresas e agricultores instruindo e avaliando processos.

4.1.3 Transferência de Tecnologia

Os serviços em transferência de tecnologia disponibilizados pelo centro tecnológico compreendem: difusão de tecnologia e geração e incubação de empresas.

Difusão de Tecnologia

Geração, adaptação e transferência de tecnologia (BLANCHARD, 1999; MAGNANI, 2004; WIEGEL ET AL., 2005) se dará de forma que os produtores associados ao CT possam

absorver conhecimentos gerados, garantindo ainda o auxílio na implantação e o funcionamento desta nova tecnologia. Então para que se ocorra com sucesso essa difusão é necessário uma forte interação entre forças tecnológicas disponibilizadas pelo CT, sociais, políticas e econômicas. A inovação de processos e produtos, bem como sua transferência é o foco de um centro tecnológico, mas só ocorre verdadeiramente quando o receptor absorve realmente o conjunto de conhecimento que lhe é oferecido de modo que possa adaptá-la as suas condições locais. E esta adaptação se dará com auxílio do Centro.

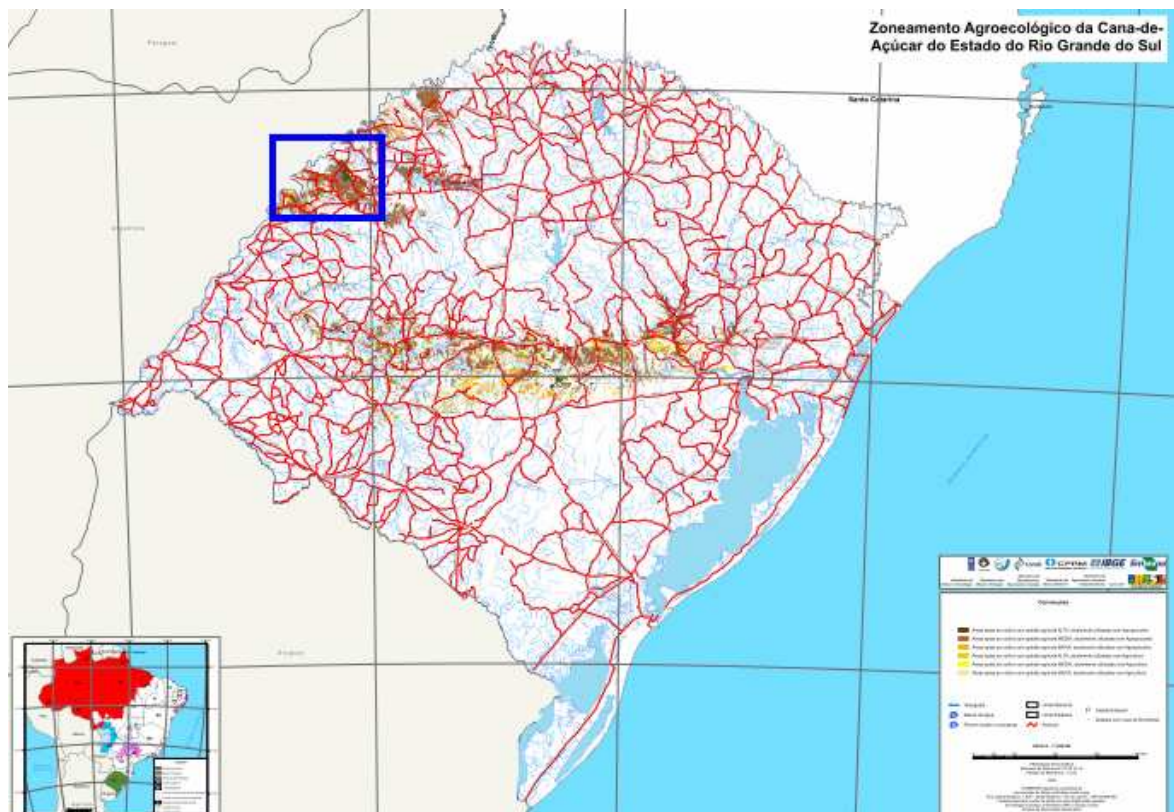
Geração e Incubação de Empresas

A geração de micro e pequenas empresas (SILVA, DIAS E FOLLE, 2008) podem ser produtoras de etanol, agropecuárias como cooperativas de produtores, ou empresas com temática semelhante e que façam parte da cadeia, mas o que difere neste modelo de negócio dos demais modelos de incubação é que as tecnologias que serão oferecidas para os responsáveis pelos novos empreendimentos serem de origem de um centro de tecnologia. Silva, Dias e Folle, 2008 vão além, e afirmam que estas tecnologias são desenvolvidas e aprovadas em laboratório e em campo, mas que ainda precisam ser aprimoradas visando sua finalização para uso e distribuição ao mercado. Por fim fica a cargo do empreendedor incubado a tarefa de aprimoramento da tecnologia com auxílio e supervisão do CT.

4.1.4 Localização

A região escolhida como possível sede para o centro tecnológico tema desta pesquisa é a região noroeste do estado do Rio Grande do sul, mais precisamente na cidade de Porto Xavier. Esta escolha se deve também pela proximidade com a Coopercana (Cooperativa dos Produtores de Cana de porto Xavier Ltda), usina de médio porte cadastrada na ANP. A região também foi escolhida por sua aptidão alta e média para produção de cana de açúcar no estado do RS, Embrapa Solos (2009) através do zoneamento agroecológico da cana de açúcar no estado. A região escolhida pode ser observada na Figura 18.

Figura 18 - Zoneamento agroecológico da cana de açúcar do estado do Rio Grande do Sul.



Fonte: Adaptado de Embrapa Solos (2009).

Como observado na Figura 18, a região tem uma boa quantidade de terras cultiváveis e ainda tem vasta disponibilidade de subprodutos para estudo. Os subprodutos podem ser obtidos na Coopercana.

A Coopercana possui mais de 320 produtores associados, que seriam potenciais associados ao CT. Destes, cerca de 98% são pequenos produtores de base familiar com área plantada entre 1 e 100 hectares. Esta cooperativa foi selecionada como possível parceira, pois apresenta um modelo de produção com características sociais ideais e ainda se alinha com a ideia de ambiente para inclusão social e de agricultura familiar.

A produção de cana de açúcar é uma das principais fontes de renda na região de Porto Xavier, a Coopercana (Figura 19) foi essencial para este fato, pois gerou um aumento gradativo na área plantada de cana. Ela é composta por agricultores associados dos municípios de Roque Gonzáles (45%), Porto Xavier (35%), São Paulo das Missões (5%) e Porto Lucena (15%) (KUIAWINSKI, 2008).

Outros fatores também corroboram esta escolha, como o fato do uso de um modelo de gestão cooperativado diferente dos demais modelos apresentados no país de grandes oligopólios e de ter conhecimento no ramo de produção de etanol.

Figura 19 - Parque fabril da Coopercana.



Fonte: Fotografado pelo autor (2011).

O resumo das funções do centro tecnológico podem ser observadas no Quadro 8, um dos achados da pesquisa.

Quadro 8 - Quadro de funções do Centro Tecnológico.

Grupo	Processo	Insumo	Referências
Pesquisa	Geração de energia	Bagaço	Teixeira (2002), Prado (2007), Beeharry (2001), Chohfi (2004), Camargo (1990), Vaccaro et al. (2011), Silva (2010), Centro de Tecnologia Canavieira (2011)
	Alimento animal	Bagaço	Caballero et al. (1999), Souza e Santos apud Vaccaro et al. (2011), Van Soest apud Vaccaro et al. (2011)
	Aditivo para asfalto	Bagaço	Carolo (2010)
	Biogás	Vinhaça	Salomon (2007), Granato e Silva apud Vaccaro et al. (2011), CGEE (2009)
	Herbicida	Óleo Fúsel	Azania et. al apud Vaccaro et al. (2011)
	Mistura em combustível	Óleo Fúsel	Lopes et al. (2004)
	Acetato de isoamila	Óleo Fúsel	Petrom (2001)
	Diisomilftalato	Óleo Fúsel	Petrom (2001)
	Síntese de fragrâncias e aromas	Óleo Fúsel	Petrom (2001)
	Solvente de extração	Óleo Fúsel	Petrom (2001)
	Agregado cimentício	Cinza da queima do bagaço	Lima et al. (2010).
	Fertilizante	Torta de filtro	Penso et al. apud Fravet (2007)
	Filer no concreto asfáltico	Cinza da queima do bagaço	Leal e Castro (2007), Castandelli et al. (2010).
Geração de novos processos	Etanol de segunda geração	Bagaço	Marabezi (2009), Vaccaro et al. (2011), Hamelinck et al. (2005), Rosa et al. (2009), Centro de Tecnologia Canavieira (2011), CTBE (2011), CGEE (2009)
	Segregação do bagaço	Bagaço	Marabezi (2009), Inovação Tecnológica apud VACCARO et al. (2011)
	Estudos de processos industriais	Não	CGEE (2009), Centro de Tecnologia Canavieira (2011)
	Fertirrigação	Vinhaça	Corazza (2006), Luz (2005), Barros (2008), Manhães et al. (2002), Ferreira e Monteiro apud Vaccaro et al. (2011), Silva e Griebeler (2006)
Geração de inovações Agrícolas	Estudo da geomorfologia do solo	Não	Magnani (2004), CGEE (2009)
	Recuperação de solo	Torta de filtro	Magnani (2004), Nunes Júnior (2005), Beauclair apud Fravet (2007)
	Desenvolvimento de novos sistemas de plantio	Não	CGEE (2009), Centro de Tecnologia Canavieira (2011)
	Melhoria genética da cana de açúcar	Não	CGEE (2009), Centro de Tecnologia Canavieira (2011)
	Controle e manejo de pragas	Não	CGEE (2009), Centro de Tecnologia Canavieira (2011)
	Desenvolvimento de novos sistemas de colheita	Não	CGEE (2009), Centro de Tecnologia Canavieira (2011)

	Estudo do clima regional	Caracterização climática	Não	Magnani (2004)
	Estudos em agricultura de base familiar	Desenvolvimento da agricultura familiar	Não	Magnani (2004), Centro de Tecnologia Canavieira (2011)
	Geração de patentes	Desenvolvimento de produtos inovadores	Não	Wiegel et al. (2005), Centro de Tecnologia Canavieira (2011)
Serviços	Capacitação de pessoal	Treinamentos e cursos específicos	Não	Centro de Tecnologia Canavieira (2011)
	Assistência Técnica	Apoio a agricultores e empresas	Não	Wiegel et al. (2005), Centro de Tecnologia Canavieira (2011)
	Suporte para implementação de políticas públicas	Apoio na adequação a novas normas públicas	Não	Wiegel et al. (2005)
Transferência de tecnologia	Difusão de tecnologia	Geração, adaptação e transferência de tecnologia	Não	Magnani (2004), Wiegel et al.(2005), Blanchard (1999)
	Geração e incubação de empresas	Geração de micro e pequenas empresas	Não	Silva (2008)
Localização	Região Noroeste do Rio Grande do sul	Região com concentração de áreas com aptidão agrícola para cana Alta e Média		Embrapa Solos (2009)
		Próximo a Porto Xavier		
	Próximo a Coopercana	Usina de médio porte cadastrada na ANP		

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2 PROPOSIÇÃO DO *FRAMEWORK* CONCEITUAL – TENTATIVA 1

Os conceitos vistos ao longo do capítulo 2, principalmente o de gestão da inovação mais especificamente a cadeia de valor da inovação proposta por Hansen e Birkinshw (2007), forneceram os subsídios necessários para a criação do *framework* conceitual.

Inicialmente no *framework* procurou-se detalhar o ambiente externo onde o centro tecnológico estará inserido, sendo composto por: aspetos políticos e sociais, políticas públicas, aspectos ambientais, incertezas climáticas, instabilidade do mercado, parceiros e a própria sociedade como um todo.

Os aspectos políticos e sociais referem-se a políticas públicas voltadas a sociedade envolvida com o CT, como programas sociais e incentivos a agricultura familiar. Políticas sociais que de forma direta ou indireta afetem os associados.

A questão das políticas públicas tem como objetivo abranger os incentivos a cooperativas de pequenos produtores rurais, incentivos à produção de etanol em pequena e média escala, incentivos governamentais federais e estaduais a micro usinas. Alterações na quantidade de etanol na gasolina também devem ser consideradas.

Os aspectos ambientais são sugeridos, pois influenciam diretamente o foco das pesquisas do centro tecnológico, onde objetiva-se transformar os subprodutos que são passivos ambientais em coprodutos. Torna-se fundamental que o CT forneça conhecimento necessário para as usinas produtoras de etanol do estado e agricultores para que se tornem uma cadeia sustentável.

As incertezas climáticas são parte do escopo de pesquisa do centro na linha de estudo do clima regional como já visto na seção anterior. Ainda há possibilidades de quebras de safra por excesso ou falta de chuva, por exemplo, e pesquisas com relação a essas quebras podem ser realizadas para amenizar seus impactos.

A instabilidade do mercado de etanol é um fator a se considerar quando se trata do ambiente externo ao centro, o aumento do preço e conseqüente redução de demanda, aumento do valor da gasolina que pode ocasionar um aumento repentino na demanda por etanol, aumento no valor do açúcar que gera desinteresse na produção do etanol por parte dos usineiros são aspectos a serem considerados.

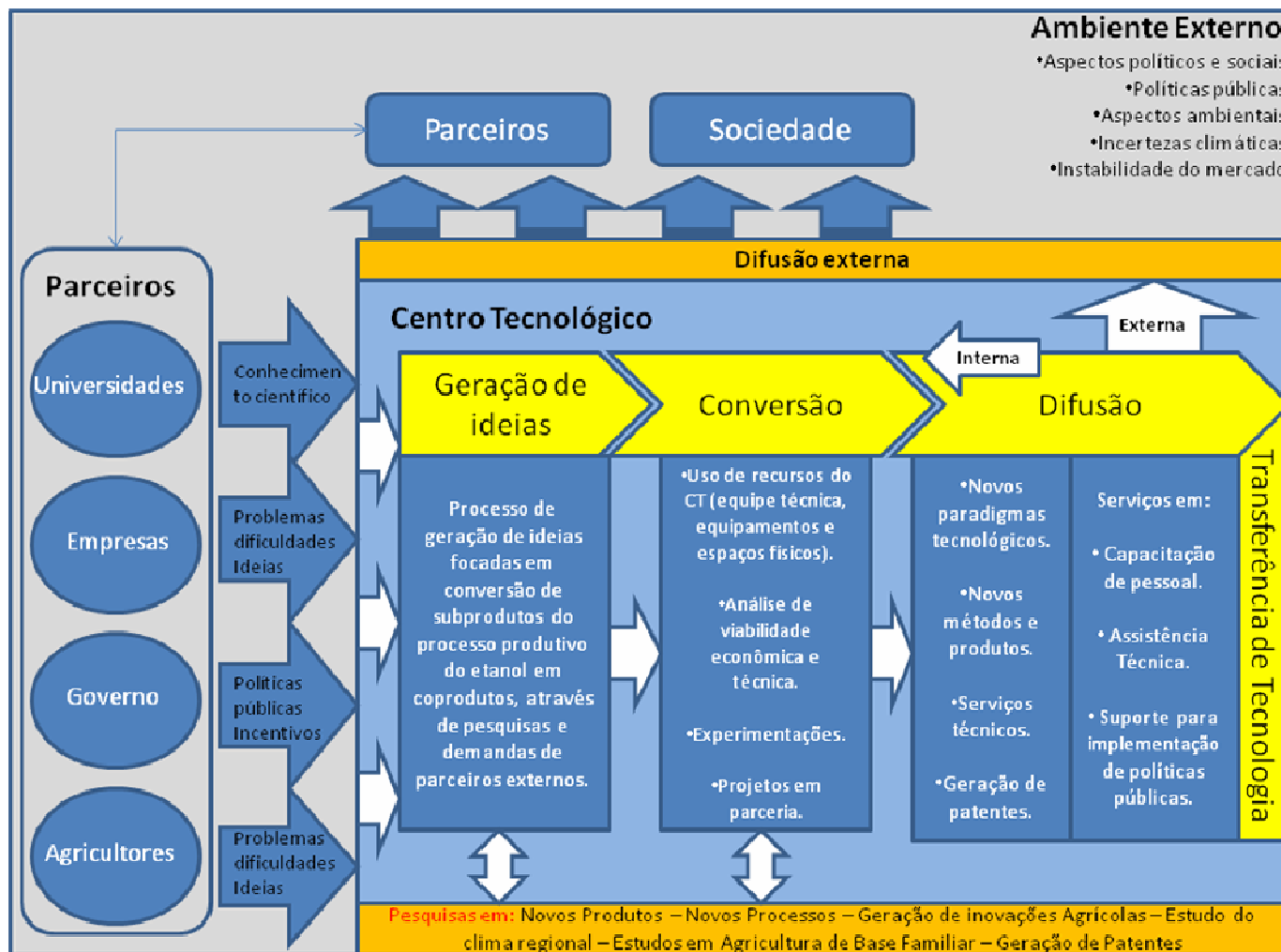
Os parceiros do centro tecnológico são universidades, empresas associadas, governo e agricultores associados. As universidades são parceiros de suma importância para o CT, pois fornecem trocas e avanços de conhecimentos científicos girando a engrenagem da ciência,

para que o centro através da geração de conhecimento prático, gestão da inovação e pesquisas possa criar tecnologias que promovam a inovação para sociedade, empresas governo e para as próprias universidades, conceito apresentado na conclusão do referencial na Figura 17.

As empresas externas ou incubadas entram com problemas, dificuldades e ideias para pesquisas no centro, de modo que em parceria possam prover as soluções para estas questões propostas. O governo entra com as políticas públicas de regulamentações, incentivos e possíveis demandas de projetos de pesquisa. Por fim os agricultores associados que proverão ideias, problemas e dificuldades relativas ao seu dia a dia para que o centro possa auxiliá-los através de *feedbacks* e criação e melhoria de cursos e treinamentos a serem disponibilizados.

Os parceiros de um modo geral irão prover ao centro as dúvidas, dificuldades, problemas, ideias e conhecimento que proverão subsídios para o processo interno denominado geração de ideias. Assim sendo em troca receberão através da difusão externa e transferência de tecnologia as soluções para estas questões, gerando inovações na cadeia produtiva do etanol como um todo, como pode ser observado na Figura 20.

Figura 20 - Framework conceitual do centro tecnológico.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O modelo de gestão da inovação escolhido foi a Cadeia de Gestão da Inovação, pois prevê em seu escopo a difusão tanto externa quanto interna e principalmente prever interações com parceiros externos a organização, fato de extrema importância para um centro tecnológico que conta diretamente com seus parceiros principalmente para na fase de geração de ideias e para prover insumos para as pesquisas a serem realizadas. O modelo escolhido por contar com apenas três grandes etapas se torna simples de ser seguido e facilmente customizado para o contexto a ser aplicado e ainda dá a entender a importância das fases pré e pós desenvolvimento de projetos inovadores.

Após este entendimento da lógica por traz do ambiente interno do *framework* que representa o centro tecnológico faz-se necessário o entendimento deste ambiente como um todo. As três fases da Cadeia de Gestão da Inovação podem ser observadas na Figura 20.

A fase inicial é a da geração de ideias que tem como objetivo o processo de geração de ideias focadas na conversão de subprodutos do processo produtivo do etanol em coprodutos, através de pesquisas e demandas de parceiros externos. Esta etapa com já dito recebe inserções de parceiros externos, que são representadas pelas flechas, disponíveis no ambiente externo e interno do centro demonstrando o fluxo de informações. No decorrer desta fase as sugestões de linhas de pesquisa expostas na seção 4.1 serão iniciadas, a flecha de duplo sentido abaixo da caixa da fase de geração de idéias objetiva tanto a geração de idéias alimentando a linha de pesquisa como o recebimento de dados já disponíveis de outras pesquisas. Esta flecha representa um ciclo contínuo de evolução dos dados de pesquisas, a fim de criar bancos de dados consistentes no centro tecnológico.

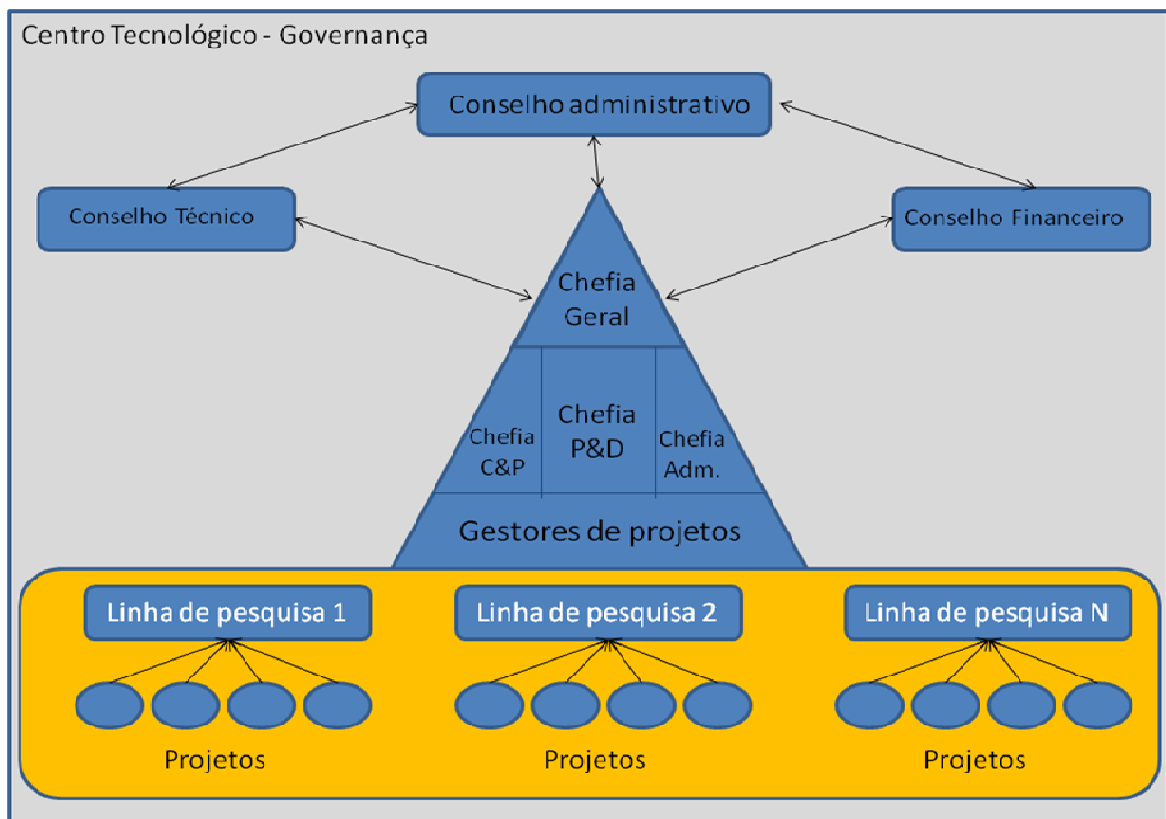
Após o término da etapa de geração de ideias os resultados das pesquisas são encaminhados a fase intermediária que representa a conversão, sendo representada pela flecha entre os dois. A fase de conversão tem como objetivo o uso dos recursos do centro (equipe técnica, equipamentos e espaços físicos) para operacionalizar os achados da etapa anterior através de análises de viabilidade, tanto econômica como técnica. Realizar experimentações práticas e testes externos junto aos parceiros. Assim como na etapa inicial existe a geração e obtenção de dados dos bancos de dados. Nesta etapa intermediária são executadas as tarefas ou processos necessários para que as ideias se transformem de fato em produtos ou processos inovadores que gerem ganhos para a cadeia produtiva do etanol no Rio Grande do Sul. No decorrer deste processo intermediário ocorrerá quando necessário à busca por recursos externos para financiar o desenvolvimento da inovação.

E por fim a difusão interna e externa, nesta etapa se desenrola a disseminação da inovação desenvolvida nas etapas anteriores, seja ela novos produtos, métodos, processos ou

conhecimento. Nesta fase ocorre a transferência de tecnologia através dos serviços disponibilizados como a capacitação de pessoal (interno e externo), assistência técnica aos parceiros que optarem pelo uso da nova tecnologia, registro de patentes para obtenção de recursos para retroalimentar as pesquisas e manter o centro. Esta etapa da cadeia de valor da inovação do CT representa o fechamento do ciclo com difusão externa aos parceiros e a sociedade, tendo assim o centro cumprido o seu papel de organização do conhecimento.

Entendido o funcionamento do CT agora se faz necessário a apresentação do *framework* para a governança do centro, que pode ser observado na Figura 21.

Figura 21 - *Framework* da governança do centro tecnológico.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O *framework* referente à governança foi elaborado com essencialmente com base no modelo utilizado pelo Centro de Tecnologia Canavieira (2011) apresentado no capítulo 3. As flechas demonstram o fluxo de informações entre o CT e os conselhos.

Na base do *framework* estão representadas as linhas de pesquisa do centro, conforme seção 4.1 do presente trabalho, e seus respectivos projetos. Fazendo o gerenciamento deste processo estão os gestores de projetos.

A chefia de comunicação e parcerias (C&P) tem como objetivo gerenciar a imagem do centro e buscar novas parcerias e financiamentos para pesquisas. A chefia de pesquisa e desenvolvimento (P&D) tem como objetivo gerenciar recursos financeiros e de pessoal alocando conforme o desenvolvimento de projetos e linhas de pesquisa. A chefia de administração (Adm.) tem como objetivo a gestão burocrática do centro, envolvendo custos, recursos humanos, tecnologia da informação e suprimentos.

O conselho administrativo e o conselho financeiro devem ser compostos por representantes dos parceiros e do centro, já o conselho técnico deve ser composto de representantes de universidades parceiras de modo a obter validação técnica para os projetos.

O Fluxo decisório tem como início a demanda por projetos que flui dos setores de base e parceiros externos no início da fase de geração de ideias; O CT avalia as demandas nas chefias de base, se aprovadas pelas três chefias as mesmas são encaminhadas a chefia geral. Se aprovadas pela chefia geral serão apresentadas para o conselho técnico e financeiro, os conselhos por sua vez analisam e recomendam sua aprovação ou não para o conselho administrativo; O conselho administrativo faz a última análise de viabilidade através dos relatórios e apresentações dos demais conselhos e aprova ou não a linha/programa/projeto de pesquisa.

4.3 AVALIAÇÃO DOS ESPECIALISTAS – TENTATIVA 1

Conforme apresentado no capítulo 3 sobre metodologia esta seção representa a finalização da tentativa de design 1, ou seja, a avaliação por parte dos especialistas. Os resultados desta avaliação serão os subsídios para a circunspeção e início da tentativa de design 2. Para esta avaliação foram selecionados seis especialistas, conforme descrito no capítulo 3, representando centros tecnológicos, usinas do estado, universidades e órgãos governamentais, tendo assim uma gama abrangente de avaliação tornando assim os resultados mais robustos.

Esta seção tem como objetivo então refinar o material produzido, composto pelo quadro de funções do centro tecnológico, *framework* conceitual e de governança.

De maneira geral todos os especialistas entrevistados consideraram os produtos adequados para representar um centro tecnológico para pesquisas para o estado do Rio Grande do Sul, porém algumas sugestões foram feitas, as mesmas serão descritas a seguir.

A especialista E1 afirma que o foco deve ser social e que facilite e traga oportunidades para os associados e gere novas pequenas cooperativas para a região foco do estudo. As pesquisas devem ser focadas na sustentabilidade ambiental e social. A entrevistada E1 aprovou sem restrições o *framework* de governança o *framework* do centro tecnológico bem como o quadro de funções. Sendo assim apenas reiterou que os cursos devem ter foco nos associados e ministrados de forma que eles compreendam sem restrições, foco na simplicidade do dia a dia e não em resultados acadêmicos.

O especialista E2 sugeriu com relação à pesquisa para novos produtos industriais uma ênfase por parte do centro na geração de energia inclusive abrindo oportunidades para ampliação da produção agrícola para tal fim. O mesmo mencionou que pesquisas nesta área estão sendo feitas, porém resultados econômicos ainda estão distantes, mas que pesquisas nesta área são bem vindas e trarão bons frutos para as pessoas envolvidas e para a sustentabilidade ambiental. Com relação ao etanol de segunda geração a demanda por recursos seria expressiva e já existem pesquisas em relação a isto no centro do país, mas seria benéfico considerando melhorias de eficiência para o uso em pequena escala. Quanto ao *framework* do CT foi de reforçar a entrega de valor aos parceiros. Quanto à governança apenas comentou que seria interessante o uso de algum modelo do IBGC (Instituto Brasileiro de Governança Corporativa).

A especialista E3 comentou que as linhas de pesquisas são básicas e aplicadas, mas que seria interessante focar mais recursos nas pesquisas aplicadas como a geração de tecnologias e produtos inovadores. A entrevistada sugeriu a abertura a pesquisas para diferentes matérias primas para a produção de etanol, como, sorgo sacarino e batata doce. Quanto ao *framework* em si a mesma ficou satisfeita e não sugeriu melhorias. No que se refere à governança, a sua percepção foi de um modelo burocrático e provavelmente por isso lento e ineficiente, devendo ser revisto para uma estrutura mais simplificada. Comentou ainda que as chefias de P&D e C&P devem ter autonomia para decidir em suas respectivas áreas e que o conselho não deve interferir nas decisões do dia a dia. O conselho deve ter caráter meramente consultivo e para assuntos macro e estratégicos.

O especialista E4 teve como foco inicial o lado social, ou seja, os produtores associados, e comentou que será de interesse de todos a geração de cooperativas incubadas buscando desenvolver tecnologias com equilíbrio social, voltadas a tecnologia social de baixo custo agregado. Ainda sob este aspecto o entrevistado E4 questionou a possibilidade de parcerias com associações de classe como a FETAG (Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Rio Grande do Sul) ou ONGs (Organizações não governamentais) ao invés de

apenas agricultores associados individualmente, podendo gerar assim também recursos para o centro e uma possível participação na governança do mesmo. Na questão da localização o entrevistado E4 ficou bastante satisfeito por estar ao lado dos principais interlocutores e por ter insumos para pesquisa na Coopercana. Por fim questionou sobre quem formariam os conselhos apresentados no *framework* da governança.

A especialista E5 sugeriu inicialmente que no *framework* o parceiro universidades está restrito, o mesmo poderia ser aberto a outras instituições como outros centros de pesquisa e instituições de ensino. Ainda sob este aspecto comentou que a flecha representando o fluxo de informações para o CT deveria ser de duplo sentido, pois o conhecimento científico gerado no centro também pode ser usado nas universidades ou instituições de ensino, afirmação corroborada pelo entrevistado E4. A entrevistada E5, que já realizou pesquisas e estudos em subprodutos da produção de etanol, questionou ainda o uso da cinza da queima do bagaço como agregado cimentício afirmando não ser possível tal uso, ainda afirmou que a vinhaça também pode ser usada na alimentação animal e o bagaço para produção de biogás. A entrevistada E5 ainda afirmou que a localização não lhe parece adequada pela distância entre a possível sede do centro e as universidades mais próximas. A entrevistada E5 não fez sugestões em relação a governança.

A especialista E6 corroborou o entrevistado E2 na questão de focar pesquisas na geração de energia para venda a rede pública. A entrevistada validou o *framework* do centro tecnológico de maneira geral e não fez sugestões de melhoria. Quanto a gestão estratégica de governança a entrevistada E6 acha que a mesma deve ser compartilhada com atores públicos, privados e de pesquisa a partir de um conselho de administração geral. Já a gestão operacional deve ser escolhida por critério de competência nas áreas respectivas que abrangem a operação de pesquisas, difusão e administrativo financeiro e assim como o entrevistado E2 sugere o uso do algum modelo do IBGC.

O Quadro 9 contém de forma resumida as avaliações dos seis especialistas, nele cada item foi qualificado de forma a validar o centro tecnológico. As qualificações foram de Validado Totalmente (OK), Não Mencionou (NM), Validação Parcial (VP) e Não Validado (Não). Assim sendo cada item foi qualificado em Mantém e Verificar, para ser qualificado como verificar o item deve ter recebido qualificação VP ou Não por pelo menos um dos avaliadores.

Serviços	Capacitação de pessoal	Treinamentos e cursos específicos	Não	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Mantém
	Assistência Técnica	Apoio a agricultores e empresas	Não	OK	NM	OK	OK	OK	NM	Mantém
	Suporte para implementação de políticas públicas	Apoio na adequação a novas normas públicas	Não	OK	NM	OK	OK	OK	NM	Mantém
Transferência de tecnologia	Difusão de tecnologia	Geração, adaptação e transferência de tecnologia	Não	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Mantém
	Geração e incubação de empresas	Geração de micro e pequenas empresas	Não	NM	OK	OK	OK	OK	NM	Mantém
Localização	Região Noroeste do Rio Grande do sul	Região com concentração de áreas com aptidão agrícola para cana Alta e Média		OK	OK	NM	OK	Não	OK	Verificar
	Próximo a Porto Xavier									
	Próximo a Coopercana	Usina de médio porte cadastrada na ANP								
Governança	Representada pelo Framework governança 1			OK	VP	VP	VP	OK	VP	Verificar
Centro tecnológico	Representado pelo Framework CT 1			OK	VP	OK	VP	VP	OK	Verificar

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observando o Quadro 9 conclui-se que os artefatos desenvolvidos apresentam, na visão dos especialistas entrevistados, consistência com relação a seu conteúdo. No entanto, com base nas sugestões dos especialistas, ajustes devem ser executados. Itens como o uso de cinza da queima do bagaço, a localização, o *framework* da governança e o *framework* do próprio CT serão analisados e modificados na tentativa 2 que se segue. O final deste ciclo representa a etapa de circunspeção da metodologia do *Design Research*.

As Seções 4.4 e 4.5 serão destinadas a apresentar os resultados obtidos na tentativa de design 2, esta tentativa tem base nos dados obtidos durante as entrevistas e que servirão para subsidiar as alterações propostas.

4.4 PROPOSIÇÃO DE FUNÇÕES DO CT – TENTATIVA 2

O Quadro 10 representa a nova configuração do quadro de funções do centro tecnológico desenvolvido pós circunspeção, conforme o método de trabalho proposto, neste quadro se observam as alterações propostas pelos especialistas durante a avaliação da tentativa de design 1.

Inicialmente alterações podem ser observadas no campo das linhas de pesquisa, no grupo de novos produtos, no processo de desenvolvimento de pesquisas referente ao uso como alimento animal o insumo passou para bagaço e vinhaça conforme afirmação da especialista E5, bem como o processo de estudos em produção de biogás. O uso de cinzas da queima do bagaço como agregado cimentício também foi descartado, pois além da afirmação imposta pela especialista de que seu uso não seria possível também o mesmo foi citado em apenas uma referência e não foi comprovada a sua possibilidade de uso, assim sendo este uso foi removido das linhas de pesquisa. O uso das cinzas do bagaço então foi mantido apenas como filer para concreto asfáltico.

Já no grupo de pesquisas em geração de novos processos foi adicionado as pesquisas no uso de diferentes matérias primas conforme sugestão da especialista E3. Apesar de o centro ser focado em cana de açúcar que é o contexto atual de produção do RS, por ser um centro voltado a pesquisas, abre-se a possibilidade da diversificação da produção, com o uso, por exemplo, de sorgo sacarino, batata doce e arroz. A possibilidade da produção de etanol na entre safra da cana de açúcar pode trazer benefícios para os associados e pesquisas como essa apesar de não fazer parte do escopo inicial não devem ser descartadas e sua inclusão pode fazer com que se caminhe em direção à meta principal que é a agregação de valor a cadeia produtiva do etanol no estado do RS.

Para a especialista E5 a localização não se mostrou adequada pelo fato de não estar próxima a uma universidade, já o especialista E4 tem uma visão diferente e considerou adequada, pois, está perto dos principais produtores de etanol do estado e ainda próximo dos produtores cooperados na Coopercana e potenciais associados para o CT. Como contraponto a especialista E5 estão as opiniões dos especialistas E1, E2, E4 e E6, já o especialista E3 não fez considerações sobre localização, e ainda os fatores já mencionados como a proximidade com a Coopercana, ser um região de bom potencial produtor de cana de açúcar, bem como os fatores mencionados pelo especialista E5. Assim sendo optou-se por manter a localização inicial. Estas observações podem ser vislumbradas no Quadro 10.

Nas demais funções do centro não foram sugeridas modificações então as mesmas foram mantidas como na tentativa 1.

Quadro 10 - Quadro de funções do Centro Tecnológico – Tentativa 2.

Área	Grupo	Processo	Insumo	Referências
Pesquisa	Geração de novos produtos	Geração de energia	Bagaço	Teixeira (2002), Prado (2007), Beeharry (2001), Chohfi (2004), Camargo (1990), Vaccaro et al. (2011), Silva (2010), Centro de Tecnologia Canavieira (2011)
		Alimento animal	Bagaço e vinhaça	Caballero et al. (1999), Souza e Santos apud Vaccaro et al. (2011), Van Soest apud Vaccaro et al. (2011), Especialista E5
		Aditivo para asfalto	Bagaço	Carolo (2010)
		Biogás	Vinhaça e Bagaço	Salomon (2007), Granato e Silva apud Vaccaro et al. (2011), CGEE (2009), Especialista E5
		Herbicida	Óleo Fúsel	Azania et. al apud Vaccaro et al. (2011)
		Mistura em combustível	Óleo Fúsel	Lopes et al. (2004)
		Acetato de isoamila	Óleo Fúsel	Petrom (2001)
		Diisoamilftalato	Óleo Fúsel	Petrom (2001)
		Síntese de fragrâncias e aromas	Óleo Fúsel	Petrom (2001)
		Solvente de extração	Óleo Fúsel	Petrom (2001)
		Fertilizante	Torta de filtro	Penso et al. apud Fravet (2007)
		Filer no concreto asfáltico	Cinza da queima do bagaço	Leal e Castro (2007), Carolo (2010)
	Geração de novos processos	Etanol de segunda geração	Bagaço	Marabezi (2009), Vaccaro et al. (2011), Hamelinck et al. (2005), Rosa et al. (2009), Centro de Tecnologia Canavieira (2011), CTBE (2011), CGEE (2009)
		Segregação do bagaço	Bagaço	Marabezi (2009), Inovação Tecnológica apud VACCARO et al. (2011)
		Estudos de processos industriais	Não	CGEE (2009), Centro de Tecnologia Canavieira (2011)
		Fertirrigação	Vinhaça	Corazza (2006), Luz (2005), Barros (2008), Manhães et al. (2002), Ferreira e Monteiro apud Vaccaro et al. (2011), Silva e Griebeler (2006)
		Pesquisa em uso de diferentes matérias primas	Sorgo sacarino, batata doce, arroz etc	Especialista E3
	Geração de inovações Agrícolas	Estudo da geomorfologia do solo	Não	Magnani (2004), CGEE (2009)
		Recuperação de solo	Torta de filtro	Magnani (2004), Nunes (2005)
		Desenvolvimento de novos sistemas de plantio	Não	CGEE (2009), Centro de Tecnologia Canavieira (2011)

		Melhoria genética da cana de açúcar	Não	CGEE (2009), Centro de Tecnologia Canavieira (2011)
		Controle e manejo de pragas	Não	CGEE (2009), Centro de Tecnologia Canavieira (2011)
		Desenvolvimento de novos sistemas de colheita	Não	CGEE (2009), Centro de Tecnologia Canavieira (2011)
	Estudo do clima regional	Caracterização climática	Não	Magnani (2004)
	Estudos em agricultura de base familiar	Desenvolvimento da agricultura familiar	Não	Magnani (2004), Centro de Tecnologia Canavieira (2011)
	Geração de patentes	Desenvolvimento de produtos inovadores	Não	Wiegel et al. (2005), Centro de Tecnologia Canavieira (2011)
Serviços	Capacitação de pessoal	Treinamentos e cursos específicos	Não	Centro de Tecnologia Canavieira (2011)
	Assistência Técnica	Apoio a agricultores e empresas	Não	Wiegel et al. (2005), Centro de Tecnologia Canavieira (2011)
	Suporte para implementação de políticas públicas	Apoio na adequação a novas normas públicas	Não	Wiegel et al. (2005)
Transferência de tecnologia	Difusão de tecnologia	Geração, adaptação e transferência de tecnologia	Não	Magnani (2004), Wiegel et al.(2005), Blanchard (1999)
	Geração e incubação de empresas	Geração de micro e pequenas empresas	Não	Silva (2008)
Localização	Região Noroeste do Rio Grande do sul	Região com concentração de áreas com aptidão agrícola para cana Alta e Média		Embrapa Solos (2009)
	Próximo a Porto Xavier			
	Próximo a Coopercana	Usina de médio porte cadastrada na ANP		

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.5 PROPOSIÇÃO DO *FRAMEWORK* CONCEITUAL – TENTATIVA 2

Esta seção tem como objetivo a proposição do *framework* da tentativa de design 2, evoluído através dos dados das avaliações expressas na seção 4.3.

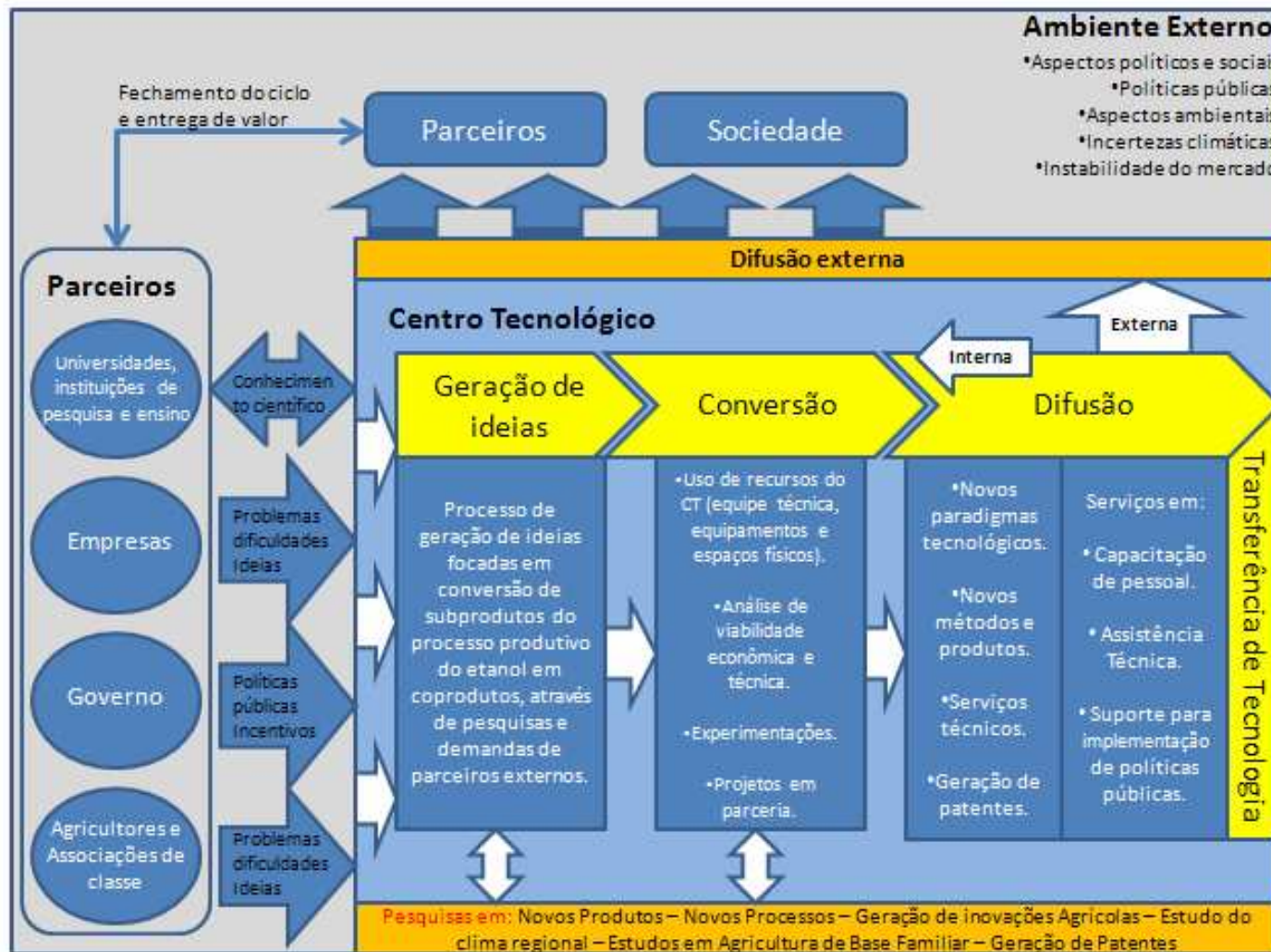
O especialista E1 não fez sugestões ao *framework* apenas comentou a questão social do trabalho, que vem de encontro com a sugestão do especialista E4, onde o parceiro que representa os agricultores associados fosse expandido para agricultores e associações de classe. Essa sugestão também vai ao encontro do lado social da proposição do centro e que faz parte do escopo, sendo assim essa alteração foi considerada pertinente.

O especialista E2 sugeriu que a flecha que representa o fechamento do ciclo e entrega de valor tivesse um destaque maior, visto que é nela que os benefícios da difusão serão obtidos. Sugestão que foi acatada com a modificação da flecha representativa, enfatizada ainda pela observação “fechamento do ciclo e entrega de valor”.

Os especialistas E4 e E5 sugeriram mudanças no parceiro universidades, com a adoção de uma flecha de duplo sentido com o objetivo de demonstrar que o conhecimento científico não apenas vai do parceiro para o centro, mas também do centro para o parceiro. Essa troca gera avanços no processo de geração de ideias que serve de base para a conversão. Além disto, a especialista E5 ainda sugeriu que o parceiro universidades fosse mais abrangente. Sob este foco as alterações foram efetuadas alterando a flecha e adicionando instituições de pesquisa e ensino a antes somente universidade. Alguns dos itens apresentados no quadro de funções da seção anterior já fazem parte do escopo de centros de pesquisas, como a Embrapa Clima Temperado, e parcerias no sentido de trocar informações e conhecimentos podem ser benéficas para ambas as partes.

Estas pequenas alterações fazem com que o CT se torne mais abrangente com relação aos parceiros, o que é benéfico quando se pensa sistemicamente na cadeia. As alterações podem ser observadas na Figura 22.

Figura 22 - Framework conceitual do centro tecnológico – Tentativa 2.



Fonte: Elaborado pelo autor.

No que se refere ao *framework* da governança, as alterações foram mais significativas, visto que a avaliação geral dos especialistas é de que o modelo parecia burocrático e lento.

A especialista E3 devido a sua vivência em meio a centros de pesquisa por ser pesquisadora da Embrapa Clima Temperado fez o maior número de sugestões para alterações no *framework* da governança. Comentou que a governança deveria ser mais simples e com isso mais eficiente, para que isso ocorra será necessário um conselho administrativo que não influencie diretamente nas decisões do dia a dia do centro e sim esteja sob a forma de um conselho consultivo que defina metas e macro estratégias de longo prazo. Sugeriu, assim como o especialista E4, que fossem excluídos os conselhos técnico e financeiro, assim sendo os papéis de análise financeira e técnica ficará a cargo das chefias de P&D e financeira, respectivamente.

O especialista E4 ainda questionou sobre quem formaria os conselhos. Sugeriu ainda a dissociação da chefia de comunicação e parcerias, onde a questão das parcerias ficasse a cargo da chefia de P&D, que atuaria de junto a pesquisas e aos parceiros.

O especialista E2, bem como a especialista E6, sugeriram o uso de algum modelo do IBGC (Instituto Brasileiro de Governança Corporativa) para facilitar o funcionamento da governança do centro tecnológico.

A especialista E1 e a especialista E5 não fizeram sugestões referentes a governança.

As mudanças sugeridas pelos especialistas foram acatadas integralmente neste *framework*, como pode ser observado na Figura 23. Assim sendo a chefia da comunicação e parcerias deixou de existir passando a ser chamada de chefia de marketing (MKT) responsável pela imagem do Centro e captação de recursos. A chefia de pesquisa e desenvolvimento (P&D) foi mantida e agora abrange também o relacionamento com parceiros, de forma aproximar os parceiros das pesquisas que estão sendo realizadas. A chefia de administração fica com a parte administrativa e financeira. A chefia geral faz o gerenciamento do CT como um todo e deve participar das reuniões do conselho.

A flecha de duplo sentido representa o fluxo de informações entre o CT e o conselho administrativo. O conselho administrativo deve seguir o “Modelo de regimento interno de conselho de administração” (IBGC, 2008). Assim sendo como missão o conselho administrativo deve proteger e valorizar o patrimônio do centro tecnológico e maximizar o retorno do investimento dos parceiros através de pesquisas na cadeia produtiva do etanol.

O IBGC (2008) sugere que o conselho deva estabelecer a orientação geral dos negócios da companhia e decidir questões estratégicas, através do uso de diretrizes, são elas: (i) promover e observar o objeto social da organização, (ii) zelar pelos interesses dos parceiros, sem perder de

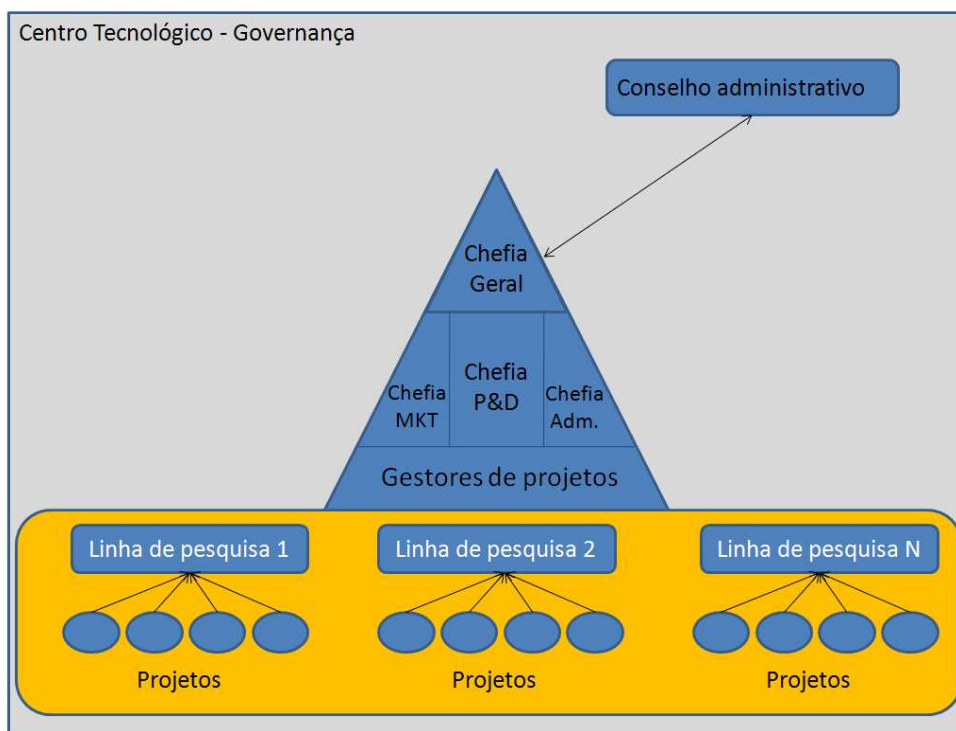
vista os interesses do próprio CT, (iii) zelar pela perenidade da companhia, dentro de uma perspectiva de longo prazo, (iv) adotar uma estrutura de gestão ágil, composta por profissionais qualificados e de reputação ilibada, (v) formular diretrizes de gestão, (vi) cuidar para que as estratégias sejam de fato colocada em prática pelas chefias sem interferir em assuntos operacionais, e (vii) prever e administrar situações de conflito de interesses ou divergência de opiniões, de maneira que o interesse da organização sempre se sobre saia.

Ainda segundo o IBGC (2008), o conselho administrativo deve ser formado por representantes das quatro chefias e representantes de parceiros externos (sejam eles públicos, privados, associações ou de ensino/pesquisa).

Sugere-se que representantes dos parceiros possam atuar junto aos gestores de projetos em projetos de seu interesse ou solicitação.

No Fluxo decisório a demanda fluirá dos setores de base e parceiros externos, o CT avaliará as demandas por todas as chefias de base, se aprovadas serão encaminhadas a chefia geral. Se estiverem de acordo com as linhas de pesquisa e a estratégia previamente elaborada as demandas serão aprovadas pela chefia geral e colocadas em prática. A nova versão do *framework* de governança é representada pela Figura 23.

Figura 23: Framework da governança do centro tecnológico – Tentativa 2.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a construção dos artefatos apresentados da tentativa de design 2, os mesmos passaram novamente pela avaliação dos especialistas.

4.6 AVALIAÇÃO DOS ESPECIALISTAS – TENTATIVA 2

Seguindo os passos do método de trabalho esta seção representa o passo oito, ou seja, a finalização da tentativa de design 2 e nova avaliação por parte dos mesmos especialistas. Os resultados desta avaliação serão os subsídios para a conclusão do presente trabalho. Para esta avaliação assim como na tentativa 1 o material foi enviado via *e-mail*, e os *feedbacks* foram também via meio eletrônico, devido ao conhecimento prévio da versão 1.

A especialista E1 não fez sugestões a esta nova versão, sendo uma validação total do material proposto.

O especialista E2 validou de forma integral os produtos da versão 2. Apenas sugeriu que acrescentar pesquisas em novas variações de cana de açúcar e pesquisas para produção de etanol partindo de sorgo sacarino. Esta sugestão foi contra argumentada de forma que ela faz parte das pesquisas em diferentes matérias primas, como parte integrante da geração de novos processos no Quadro de funções do centro tecnológico – Tentativa 2, Quadro 10.

A especialista E3 e o E5, assim como a E1, não fizeram sugestões a nova versão e afirmaram que suas sugestões foram contempladas a contento e assim sendo validaram totalmente os produtos da versão 2.

A especialista E5 validou totalmente a versão 2. Foi discutida a questão da localização que conforme apresentado ficou mantida a da versão 1, e a mesma concordou com os argumentos apresentados, e não fez outras sugestões.

A especialista E6 também validou de forma integral os produtos apresentados na versão 2. Fez apenas um comentário para que na etapa da conversão fosse também conhecimento de outros centros de pesquisas parceiros, algo como um desenvolvimento tecnológico em redes. No *framework* apresenta-se na etapa de conversão um tópico chamado projetos em parceria em que este fator é contemplado, abrindo possibilidades de parcerias durante o desenvolvimento do conhecimento.

Conforme relatado não foram necessárias alterações no modelo versão 2, sendo o mesmo aprovado por unanimidade. Então conclui-se este capítulo reafirmando a entrega dos objetivos específicos, *framework* do CT versão 2 (final), *framework* de governança versão 2 (final) e o quadro de funções do CT versão 2 (final); atingindo assim o objetivo geral propondo o modelo para um modelo de centro tecnológico para estudos em relação à

agregação de valor a subprodutos e coprodutos que compõem a cadeia do etanol no estado do Rio Grande do Sul.

4.7 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS DADOS OBTIDOS E OS ARTEFATOS RESULTANTES DA PESQUISA

Nas regiões produtoras de cana de açúcar no Estado, o cenário se apresenta com modelos de produção de pequena escala, apoiados pela atividade da agricultura familiar em regime de diversificação com outras culturas. Na região de Porto Xavier, por exemplo, as lavouras de cana de açúcar são de pequeno porte, inferiores a três hectares, considerando que em média as propriedades são de 8 a 12 hectares.

Atualmente, no RS existem em operação cerca de dezoito microdestilarias de etanol e mais de sessenta em perspectiva de instalação. Esses empreendimentos, a maioria deles implantados por cooperativas e por prefeituras, apresentam dificuldades para atuarem competitivamente no mercado convencional de etanol (VACCARO ET AL., 2011).

Assim sendo o produto obtido neste trabalho objetivou uma alternativa para a mudança deste contexto. Espera-se com isso a melhoria da qualidade de vida dos produtores envolvidos com o projeto, decorrente de novos produtos, formas de plantio e diversificação da geração de renda.

A Figura 24 representa o CT em seu contexto de funcionamento, atuando junto aos pequenos produtores de forma a aumentar a competitividade e a geração de renda aos produtores associados. Essa melhoria da renda e da competitividade se dará pela transferência de tecnologia aos pequenos produtores, através das assistências técnicas, assistências rurais e repasses tecnológicos conforme o *framework* tentativa 2.

Será de suma importância a associação com outros centros de pesquisa para troca de conhecimentos, como por exemplo a Embrapa Clima Temperado, bem como obter relações estreitas com universidades. Sempre atuando sob o foco de desenvolvimento de projetos para uso dos pequenos produtores e melhoria da produção de etanol por cooperativas. Como fonte de financiamento sugere-se principalmente projetos em parcerias com o Ministério do Desenvolvimento Agrário, que subsidia projetos com benefícios sociais.

5 CONCLUSÃO

A presente pesquisa teve como objetivo a proposição de um modelo conceitual de centro tecnológico para estudos/pesquisas em relação a agregação de valor a subprodutos e desenvolvimentos de coprodutos na cadeia de produção do etanol no contexto do Rio Grande do Sul, com o intuito de responder a questão de pesquisa proposta, bem como os objetivos. Sendo assim, desenvolveu um marco referencial abrangente sobre o tema e que serviu de base para a construção do quadro de funções do CT, e dos *frameworks* a que o trabalho de propôs.

Um marco referencial foi desenvolvido de forma que gerasse subsídios para o desenvolvimento dos demais objetivos específicos e assim através dos produtos responderem a questão de pesquisa. A primeira proposição foi o quadro de funções, o que demandou a busca de conhecimentos no processo produtivo do etanol e seus subprodutos. Após conhecidos os subprodutos iniciou-se uma busca de referências que embasassem as afirmações quanto a possibilidades de sua transformação em coprodutos e insumos para outros processos, como a geração de energia.

O *framework* referente ao centro em si foi baseado nos conceitos de Cadeia de Valor da Inovação de Hansen e Birkinshaw (2007) para o funcionamento interno e de dados obtidos durante a construção de referencial sobre os principais centros de pesquisas sob esta temática existentes no Brasil, o Centro de Tecnologia Canavieira, a Embrapa Clima temperado e o Laboratório Nacional de Ciência e tecnologia do Bioetanol. Para escolha dos parceiros levou-se em consideração o contexto do RS e aos dados dos centros pesquisados.

O *framework* referente à governança foi desenvolvido com base na estrutura dos centros pesquisados. Com os três produtos desenvolvidos ocorreram às avaliações, que são parte de sua importância ao longo deste processo. Como já visto as avaliações foram usadas para validar e ao mesmo tempo melhorar os produtos da pesquisa.

Ao final da segunda rodada de design os avaliadores validaram de forma total os produtos apresentados, não demonstrando a necessidade de uma nova rodada de design. Essa validação e a entrega dos produtos demonstram que os objetivos iniciais foram satisfatoriamente atingidos. Assim respondendo a questão de pesquisa.

Este estudo mostra sua importância visto que o contexto de pequena escala de produção e agricultura familiar é bem difundido no estado, com isso, objetiva-se o fortalecimento desse tipo de cultura, e como já visto sua necessidade de aumento de competitividade. Mas para implantação real deste CT é necessário mais estudos e pesquisas como será relatado na seção 5.2 de futuros trabalhos, e de vontade política caso o centro

venha a ser público, ou ainda que uma universidade ou empresa tenha a visão dos benefícios em longo prazo de um projeto como este.

5.1 LIMITAÇÕES

Vale ressaltar a limitação imposta pela especificidade do contexto onde a pesquisa foi realizada, uma produção de etanol com enfoque em pequenos produtores e agricultura familiar envolvida no processo, gerando dificuldade na busca por referências e aprofundamento teórico sobre o tema. Como aspecto positivo destaca-se o apelo socioeconômico do tema da dissertação.

Para validação dos produtos da pesquisa ocorreram as avaliações e entrevistas com especialistas. Um maior número de especialistas para avaliar o trabalho seria um ganho interessante, contatos com representantes de alguns centros foram realizados, mas não houve interesse em participar da pesquisa. Assim sendo pode-se afirmar que com um maior número de avaliadores e contando com representantes de outros centros, além da Embrapa Clima Temperado, os feedbacks poderiam resultar em diferentes alterações nos produtos.

O processo de construção prescritivo depende fortemente dos autores envolvidos e da criatividade do autor, sendo assim, a sua subjetividade pode ser considerado um fator de limitação.

5.2 SUGESTÃO PARA FUTUROS TRABALHOS

Ao longo do processo de construção da pesquisa novas possibilidades foram se abrindo para a realização de novas pesquisas, são elas:

- a) Um estudo na estruturação física para o centro tecnológico.
- b) Propor métodos para gestão de pequenas cooperativas e empresas, considerando o contexto apresentado.
- c) Fazer um estudo sobre a disponibilidade e aceitação do centro sob a luz dos parceiros propostos.
- d) Pesquisas na diversificação de matéria prima para a produção do etanol, visto que grande parte do estado não é favorável a cana de açúcar.
- e) Criação de fluxogramas e modelos operacionais para cada função e linha de pesquisa proposta para o centro.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS - ANP. *Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis*. 2010. Disponível em <<http://www.anp.gov.br/?pg=37680&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1292334651978>>. Acesso em: 16 dez. 2010.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES - ANFAVEA. *Tabelas de produção 2010*. 2010. Disponível em <<http://www.anfavea.com.br/tabelas.html>>. Acesso em: 03 jan. 2011.
- BARROS, P. B. *Estudo dos efeitos da aplicação da vinhaça na qualidade de solos em cultivos de cana-de-açúcar (saccharum Officinarum L.), e o uso de indicadores no sistema de produção*. 06 abr. 2008. Artigo postado no site Web Artigos, no link Meio ambiente. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/articles/5211/1/estudo-dos-efeitos-da-aplicacao-davinhaca-na-qualidade-de-solos-em-cultivos-de-cana-de-acucar-saccharum-officinaruml-e-o-uso-de-indicadores-no-sistema-de-producao/pagina1.html>>. Acesso em: 06 maio 2011.
- BATALHA, M. O.; SILVA, A. L. *Gestão de cadeias produtivas: novos aportes teóricos e empíricos*. São Carlos: UFSCAR, 1999. Working-paper.
- BEEHARRY, R. Strategies for augmenting sugarcane biomass availability for power production in Mauritius. *Biomass and Bioenergy*, Oxford, v. 20, n. 6, p. 421-429, 2001.
- BLANCHARD, O. *Macroeconomia: teoria e política econômica*. Rio de Janeiro: Campus, 1999.
- CABALLERO, J. M. G, LORA, E. E. S., NOGUEIRA, L. A. H., *Diversificación de Proceso y Productos em la Industria Cañera: Modelo Económico para Optimización*, Taller Internacional Caña de Azúcar, FAO, Santo Domingo: 1999.
- CAMARGO, C. *Conservação de energia na indústria do açúcar e do álcool*. São Paulo: IPT, 1990.
- CÁNEPA, D. L. *Alternativas de constituição da cadeia produtiva de biodiesel na perspectiva dos centros de P&D*. Dissertação de mestrado apresentada a Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, 2004.
- CAROLO, A. *O Bagaço Vira Asfalto*. *Jornal Cana, Pesquisa & Desenvolvimento*, Setembro/2010. Disponível em: <http://www.canaweb.com.br/pdf/201//pesqdes.pdf>. Acesso em: 04 de maio de 2011.
- CASTALDELLI, V.N.; CASTRO, J.N.T.; FAZZAN, J.V.; AKASAK, J.L.; MANZOLI, W. J.; BERNABEU, J.J.P. *Concreto com Adição de Cinza do Bagaço de Cana de açúcar*. In: XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2010.
- CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. *Bioetanol combustível: uma oportunidade para o Brasil*. Brasília, 2009.

CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA. *Relatório de realizações 2005-2010*. Centro de Tecnologia Canavieira, 2011. Disponível em: <<http://www.ctcanavieira.com.br/>>. Acesso em: 21 dez. 2011.

CHALMERS, A. F. *O que é a Ciência, afinal?* São Paulo: Brasiliense, 1995.

CHOHFI, F. M. *Balanço, análise de emissão e seqüestro de CO2 na geração de eletricidade excedente do setor sucro-alcooleiro*. 2004. 81 f. Dissertação (Mestrado) -- Pós-Graduação em Engenharia da Energia, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG, 2004.

CORAZZA, R. I. *Impactos Ambientais da Vinhaça: Controvérsias Científicas e Lock-In na Fertirrigação?* XLIV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural – SOBER. Fortaleza, 2006.

DEZA, X. V. *Economía de La innovación Del cambio tecnológico*. Madrid: Siglo XXI, 1995.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. CLIMA TEMPERADO. *IV Plano Diretor Embrapa Clima Temperado, 2008-2011-2023*. Pelotas: EMBRAPA/Clima Temperado, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. CLIMA TEMPERADO. *Site da Embrapa Clima Temperado*. Disponível em: <<http://www.cpact.embrapa.br>>. Acesso em: 20 dez. 2011, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. SOLOS. *Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar do Estado do Rio Grande do Sul*. Disponível em: <http://www.cnps.embrapa.br/zoneamento_cana_de_acucar/RS_ZAE_Cana.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2012, 2009.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO/CENTRO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Ampliação da oferta de energia através da biomassa (bagaço de cana de açúcar)*. São Paulo: FIESP/CIESP, 90p, 2001.

FRAVET P. R. F. *Doses e formas de aplicação de torta de filtro na produção de cana soca*. Dissertação de mestrado apresentada a Universidade Federal do Uberlândia – UFU, 2007.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas, 1999.

GORDINHO, M. C.; *Do álcool ao Etanol: Trajetória única*. Editora Terceiro Nome. São Paulo, 2010.

GREEN, R. H.; SANTOS, R. R. *Economía de red y reestructuración del sector agroalimentario*. Administrative Science Quarterly. V. 43, p. 781-814. 1998.

HAMELINCK, C. N.; HOOIJDONK, G. V.; FAAIJ A. P. *Etanol from lignocellulosic biomass: techno-economic performance in short, middle and long term*. Biomass and Bioenergy. 28. 2005. Page 384-410.

HANSEN, M. T.; BIRKINSHAW, J. The innovation value chain. *Harvard Business Review*, v.85, n.6, p.121-130, July 2007.

HEVNER, A. R.; MARCH S. T.; PARK. J.; RAM, S. *Design Science in Information Systems Research*. Management Information Systems (MIS) Quarterly, Mar. 2004.

HUGOT, E.. *Handbook of Sugar Cane Engineering*. 2nd Ed. Elsevier Amsterdam/London/New York. Disponível em: <<http://www.ctcanavieira.com.br>>. Acesso em: 04 maio 2010, 1972.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GOVERNANÇA CORPORATIVA. *Modelo de regimento interno de conselho de administração*. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/pdf/ModeloRegimentoInternoCA.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2012. IBGC, 2008.

JENDIROBA, E. Aproveitamento de resíduos da indústria sucroalcooleira. In: *Gestão de resíduos na agricultura e na agroindústria*. Botucatu: FEPAF, 2006.

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 apresentada a Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos, 2008.

LABORATÓRIO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO BIOETANOL. *Site do Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol*. Disponível em: <<http://www.bioetanol.org.br/>>. Acesso em: 20 dez 2011, 2011.

LACERDA, Daniel Pacheco. *A Gestão Estratégica em uma Universidade Privada Confessional: Compreendendo se e como as intenções tornam-se em 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.

LEAL, Cláudio Luiz Dias; CASTRO, Protasio Ferreira e. *Aproveitamento da Cinza do Bagaço de Cana de açúcar como Fíler em Concreto Asfáltico*. Vértices, v. 9, n. 1/3. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/vertices/article/viewFile/47/35>>. Acesso em: 28 fev. 2010.

LIMA, S.A.; SALES, A.; JULIANA P. MORETTI, J.P.; ALMEIDA, F.C.R.; SANTOS, W.N. *Estudo da condutividade térmica de concretos confeccionados com a cinza do bagaço da cana de açúcar*. In: anais do XIII Encontro Nacional de Tecnologias do Ambiente Construído. Canela, RS, 2010.

LOPES, D. O.; LONGHI, C.; HIRAYAMA, T.; ROSSI, L. F. S.; COSTA NETO, P. R. *Estudo de misturas envolvendo biodiesel, óleo fúsel, óleo diesel e álcool anidro*. Levantamento de propriedades e aplicação em motores de combustão interna. In: XV Congresso Brasileiro de Engenharia Química (COBEQ) / II Congresso Brasileiro de Termodinâmica aplicada (CBTERMO), 2004. Disponível em: <<http://www.ppgem.ct.utfpr.edu.br/lacit/publicacoes/congressos/ESTUDO~2.PDF>>. Acesso em 04 maio 2011.

LUZ, P. H. C. *Novas tecnologias no uso da vinhaça e alguns aspectos legais*. II Simpósio de Tecnologia de Produção de cana-de-açúcar. São Paulo, 2005.

MACIEIRO, G.; LOPES, H. *Etanol e biodiesel como recursos energéticos alternativos: perspectivas da América Latina e da Ásia*. Rev. bras. polít. int. Brasília, v. 51, n. 2, dez.

2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-73292008000200005&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 16 dez. 2010.

MAGNANI, M. *Identificação de fatores críticos de sucesso para formulação de estratégias que minimizem a perda de competência organizacional de um centro de P&D agropecuário*. Tese de doutorado apresentada a Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2004.

MANHÃES, M. S., SOUZA, D. BERTO, P. N. A. *Monitoramento de áreas canavieiras fertirrigadas no Norte Fluminense*. Campos dos Goytacazes. Rio de Janeiro, 2002.

MANSON, N. J. *Is operations research really research?* Operations Research Society of South Africa. v. 22, n. 2, pp. 155–180. 2006.

MARABEZI, Karen. *Estudo Sistemático das Reações Envolvidas na Determinação dos Teores de Lignina e Holocelulose em Amostras de Bagaço e Palha de Cana de Açúcar*. Dissertação de Mestrado em Ciências Físico-Químicas, Universidade de São Paulo - USP, Instituto de Química de São Carlos, 2009.

MARAFANTE, L. J. *Tecnologia da fabricação do álcool e do açúcar*. São Paulo: Ícone editora. 1993.

MIGUEL, P. A. C. (org.), et al. *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

CORREA NETO, V.C.; RAMON, D. *Análises de opções tecnológicas para projetos de cogeração no setor Sucro-Alcooleiro*. National Renewable Energy Laboratory, Brasília, 2002. Disponível em: <http://www.ie.ufrj.br/infosucro/biblioteca/bim_CorreaNeto_OpcoesCogeracao.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2010.

NUNES JÚNIOR, D. *O insumo torta de filtro*. IDEA News, 2005.

PATIL, A. G.; KOOLWAL, S. W.; BUTALA, H. D. *Fusel Oil: Composition, removal and potential utilization*. International Sugar Journal. Inglaterra, v. 104, n. 1238, p. 51 - 58. 2002.

PEREZ, Eduardo R.; CARDOSO, Daniel R.; FRANCO, Douglas W. *Análise dos álcoois, ésteres e compostos carbonílicos em amostras de óleo fúsel*. Química Nova, v. 24, n. 1, p. 10 - 12. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0100-40422001000100003&script=sci_arttext>. Acesso em 06 maio 2011.

PETROM (Petroquímica Mogi das Cruzes). *Produtos: Álcool Isoamílico*, 2001. Disponível em: <<http://www.petrom.com.br/>>. Acesso em 06 maio 2011.

PRADO, T. G. F. *Externalidades do ciclo produtivo da cana-de-açúcar com ênfase na produção de energia elétrica*. Dissertação de Mestrado POLI/FEA/IEE/IF, USP, 2007.

ROSA, Sergio Eduardo Silveira da; GARCIA, Jorge Luiz Faria. *O etanol de segunda geração: limites e oportunidades*. Revista do BNDES. Nº 32. Dezembro 2009.

SALOMON, Karina Riberio. *Avaliação Técnico-Econômica e Ambiental da Utilização do Biogás Proveniente da Biodigestão da Vinhaça em Tecnologias para Geração de*

Eletricidade. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Itajubá Instituto de Engenharia Mecânica. MG, 2007.

SILVA, C.E.C. *Avaliação dos Condicionantes Ambientais na Perspectiva de Expansão da Produção de Etanol no Brasil*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, COPPE - Programa de Planejamento Energético, Rio de Janeiro, RJ, 2010.

SILVA, F. A.; DIAS, J. M.; FOLLE, S. M. *Contribuições do programa de incubação de empresas da Embrapa ao aperfeiçoamento e à gestão da política de inovação da instituição*. Projeto IsoEmbrapa de boas práticas de gestão da Embrapa. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/boaspraticas/download/Contrib_Programa_Incubacao_Empresas.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2012, 2008.

SILVA, MELLISSA A. S.; GRIEBELER, Nori P.; Borges, Lino C. *Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.11, n.1, p.108–114. Campina Grande, PB, 2006.

SIMON, H. A. *The Sciences of the Artificial*, MIT Press, 3 ed., Cambridge, MA, 1996.

SOUZA G. N.; FORMAGINI, S.; CUSTÓDIO, F. O.; SILVEIRA, M. M. *Desenvolvimento de argamassas com substituição parcial do cimento Portland por cinzas residuais do bagaço de cana-de-açúcar*. 49o Congresso Brasileiro do Concreto. Anais. São Paulo : IBRACON, 2007.

STEWART, T. A. *Capital intelectual: a nova vantagem competitiva das empresas*. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

SVEIBY, K. E. *A nova riqueza das organizações*. 3. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

SZMRECSÁNYI, T. (2002). *Efeitos e Desafios das Novas Tecnologias na Agroindústria Canavieira*. In: Agroindústria Canavieira no Brasil. São Paulo.

TAKEDA H.; VEERKAMP P.; TOMIYAMA T.; YOSHIKAWA H. *Modeling design processes*. Artificial Intelligence Magazine, 11(4), pp. 37-48, 1990.

TEIXEIRA, Fábio Andrade; PIRES, Aureliano Vieira; NASCIMENTO, Paulo Valter Nunes. *Bagaço de cana-de-açúcar na alimentação de bovinos*. REDVET, Revista eletrônica de Veterinária. 2007. Volume VIII, N° 6.

TEIXEIRA, Lincoln C.; ROSENSTIEL, Ralph O. H. *Processo inovado para conversão de biomassa lignocelulósica em álcool, biogás e fertilizante natural*. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 4. Campinas. Proceedings online. Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022002000200043&script=ci_arttext>, Acesso em 01 fev. 2012, 2002.

VACCARO, G. L. R.; MORAES, C. A. M.; KIELING, A. G.; SILVEIRA, C. F. B.; DEMARTINI, F. J.; CABRERA, R.; FLECK, T. M.; FERNANDES, I. J.; SETTE, T.; LIMA, A. C. *Relatório técnico do 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*. Estudo sobre produção de etanol em indústria de pequena escala a partir de sistema integrado de produção, em regime associativo, para agricultura familiar. Relatório produtos 1,2,3 e 4. FIERGS. Fev. 2011. 252 p.

VAN AKEN, J. E. Management Research Based on the Paradigm of the Design Sciences: The Quest for Tested and Grounded Technological Rules. *Journal of Management Studies*, v. 41, n. 2, p. 219–246, 2004.

WIEGEL, W; MIRANDA, P. C. G; TADDEI, L. E; ALVES, C. H. F. *Diagnósticos das dificuldades e carências das infra-estruturas em centros tecnológicos e em associações empresariais dos setores de plásticos e eletroeletrônicos no Brasil*. Projeto rede de centros tecnológicos e apoio às pequenas e médias empresas no Brasil. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2005.

ZILBOVICIUS, M. *Modelos para a produção, produção de modelos: gênese, lógica e difusão do modelo japonês de organização da produção*. São Paulo: FAPESP, 1999.

APÊNDICE A - Carta convite aos especialistas

Boa tarde XXX,

Sou mestrando no curso de Engenharia de Produção e Sistemas na Unisinos e gostaria de convidá-lo a ser avaliador dos produtos desta pesquisa, que se intitula:

AGREGAÇÃO DE VALOR A SUBPRODUTOS DA PRODUÇÃO DE ETANOL:
UMA PROPOSTA DE MODELO DE CENTRO TECNOLÓGICO PARA O RIO GRANDE DO SUL

Dissertação de mestrado do curso de Engenharia de produção e sistemas da Unisinos.

Orientador: Guilherme Luís Roehe Vaccaro.

Onde estou desenvolvendo um modelo contendo o *framework* do centro tecnológico, um *framework* para a governança e um quadro de funções, este compreende as pesquisas a serem desenvolvidas pelo centro, serviços, transferência de tecnologia, entre outros dados.

Gostaria que você, por estar em um elo chave da cadeia de etanol do RS, seja um dos avaliadores do modelo, acredito que não vai te tomar mais que 30 no máximo 40 minutos para avaliar o material (enviarei por e-mail) e levantar suas considerações, posteriormente conversaríamos sobre elas em uma breve conversa/entrevista.

Essa avaliação ocorrerá duas vezes, a inicial para coleta de dados. Após conversar com todos os avaliadores farei as melhorias necessárias e a segunda avaliação seria do modelo já ajustado.

Sua participação será fundamental para o projeto e certamente não lhe tomará muito tempo.

Obrigado,

Att,

Felipe Jorge Demartini