



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS

ANÁLISE DIAGNÓSTICA DA CADEIA PRODUTIVA DE
BIOELETRICIDADE A PARTIR DA BIOMASSA DA CANA-DE-
AÇÚCAR

RAFAEL LAVRADOR SANT ANNA

BRASÍLIA/DF
FEVEREIRO/2013



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

**ANÁLISE DIAGNÓSTICA DA CADEIA PRODUTIVA DE
BIOELETRICIDADE A PARTIR DA BIOMASSA DA CANA-DE-
AÇÚCAR**

RAFAEL LAVRADOR SANT ANNA

ORIENTADORA: SUZANA MARIA VALLE LIMA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONEGÓCIOS
PUBLICAÇÃO: 79/2013**

**BRASÍLIA/DF
FEVEREIRO/2013**

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

SANT ANNA, R.L. **Análise diagnóstica da cadeia produtiva de bioeletricidade a partir da biomassa da cana-de-açúcar**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2013, 143 p. Dissertação de Mestrado.

Documento formal, autorizando reprodução desta dissertação de mestrado/tese de doutorado para empréstimo ou comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passado pelo autor à Universidade de Brasília e acha-se arquivado na Secretaria do Programa. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Sant Anna, Rafael Lavrador

S232a Análise diagnóstica da cadeia produtiva de bioeletricidade a partir da biomassa da cana-de-açúcar / Rafael Lavrador Sant Anna. -- Brasília, 2013. xiv,143f.:il.;30cm.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Agronegócios 2013.

Inclui bibliografia

Orientação: Suzana Maria Valle Lima

1. bioeletricidade; 2. Cadeias produtivas; 3. Comercialização; 4. Setor sucoenergético; 5. Leilões de energia. I. Lima, Suzana Maria Valle. Título.

CDU 620.91

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

**ANÁLISE DIAGNÓSTICA DA CADEIA PRODUTIVA DE BIOELETRICIDADE A
PARTIR DA BIOMASSA DA CANA-DE-AÇÚCAR**

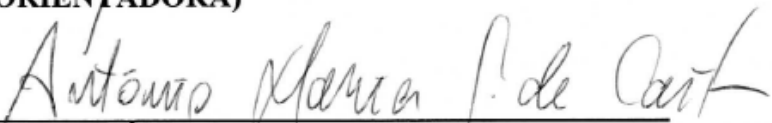
RAFAEL LAVRADOR SANT ANNA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS,
COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU
DE MESTRE EM AGRONEGÓCIOS**


APROVADA POR:



**DRA. SUZANA MARIA VALLE LIMA, DRA (UNB)
ORIENTADORA)**



**DR. ANTÔNIO MARIA GOMES DE CASTRO, DR (UNB)
(MEMBRO INTERNO)**



**DR. LUIS FERNANDO VIEIRA, DR (INOVA)
(MEMBRO EXTERNO)**

BRASÍLIA, DF/ 27 FEVEREIRO DE 2013.

Agradecimentos

Primeiramente, contrariando o mundo científico, gostaria de agradecer a Deus por todas as coisas boas que tem proporcionado à minha vida e as oportunidades para me desenvolver. Também, gostaria de agradecer a Nossa Senhora Aparecida e a Virgem de Guadalupe por iluminar meu caminho.

Agradeço a meus pais, Nelson e Vera, por proporcionar todas as condições necessárias para que concluísse o curso do mestrado, sem medir esforços para que isto acontecesse. Sou eternamente grato a vocês.

Além de meus pais, agradeço a minha irmã, Letícia, minha sobrinha Luísa, e meu cunhado, Eric, pelas constantes acolhidas em São Paulo e todo o apoio para que a logística de minha pesquisa ficasse mais fácil.

Também agradeço toda minha família em Santa Adélia, meus avós: Olívio Lavrador e Aparecida Ramos Lavrador; meus tios: Rute e Wagner; meus primos: Vitor e Guilherme.

Em especial, agradeço minha namorada, que foi fundamental em todas as etapas do mestrado, desde o começo até o fim. Sem ela, jamais teria entrado no mestrado e me desenvolvido da maneira como consegui. Sou eternamente grato a você, Tainá Bacellar Zaneti. Juntos somos mais fortes! Também agradeço a toda a família Zaneti, que me apoiou em todas as etapas do mestrado.

Agradeço a minha orientadora, Dra. Suzana Maria Valle Lima, que não mediu esforços para que a dissertação fosse realizada da melhor forma possível, proporcionando todo o apoio necessário. Gostaria ainda de agradecer ao Dr. Antônio Maria Gomes de Castro e ao Dr. Luis Fernando Vieira, pela presença em minha banca e pela oportunidade de estágio em 2012. O estágio foi fundamental para o meu desenvolvimento profissional e da dissertação.

Não posso esquecer meus amigos da Vila dos Abacaxis em Brasília: Carlos Zardini, Clóvis, Vitor, Fábio, Jerome, Guilherme, Sérgio, Franco e Leda. Também agradeço meus amigos de Santa Adélia: Renato Pretti, Aryan Lavrador e Mário Crepaldi Júnior.

Finalizando, agradeço aos especialistas entrevistados, que foram fundamentais para o conteúdo e desenvolvimento do trabalho.

À Capes pela concessão de bolsa

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar a cadeia produtiva de bioeletricidade a partir da biomassa de cana-de-açúcar no Brasil (e especialmente no Estado de São Paulo), diagnosticando as principais limitações e oportunidades na comercialização de bioeletricidade. A metodologia utilizada para atingir tal objetivo foi a Metodologia de Prospecção de Demandas Tecnológicas, que compreende duas grandes etapas: a análise diagnóstica e a análise prognóstica. Este trabalho realizou a análise diagnóstica da cadeia produtiva de bioeletricidade no Brasil. Uma parte da pesquisa utilizou dados secundários sobre a geração termelétrica com a queima do bagaço da cana-de-açúcar. Os dados primários foram obtidos através de entrevistas com especialistas dos principais grupos sucroenergéticos do Estado de São Paulo, onde foi utilizada a metodologia RRA (Rapid Rural Appraisal). Foram consultados sete especialistas, dos quais cinco trabalhavam em grupos que comercializam bioeletricidade, e outros dois não comercializavam, o que proporcionou uma visão sistêmica do objeto de estudo. O estudo identificou várias limitações na cadeia produtiva, sendo que grande parte delas estão ligadas ao ambiente institucional e organizacional da cadeia. As principais limitações identificadas estão relacionadas à falta de linhas de transmissões, desigualdade de condição competitiva frente a outras matrizes energéticas, e defasagem na forma como são realizados os leilões de energia. A partir dos resultados da pesquisa conclui-se que há espaço para o crescimento da bioeletricidade no Brasil, dada a busca de novas fontes de energia, porém se necessita uma maior aproximação do Governo com o setor sucroenergético para que as limitações identificadas sejam reduzidas, ou mesmo eliminadas.

Palavras-chave: bioeletricidade, cadeias produtivas, comercialização, setor sucroenergético, leilões de energia.

ABSTRACT

This study aims to analyze the production chain of bioelectricity from sugar cane biomass in Brazil (and specially in the State of São Paulo), identifying the main limitations and opportunities in the generation and commercialization of bioelectricity. The methodology used to achieve this goal was the Prospective Methodology for Demands Evaluation in Supply Chains, which comprises two major steps: diagnostic analysis and prospective analysis. This research is centered on the diagnostic analysis of bioelectricity production chain in Brazil. Part of the research used secondary data related to bioelectricity generated from sugar cane biomass burning. Primary data were obtained through interviews with seven leading experts of sugarcane energy industry groups of São Paulo, using Rapid Rural Appraisal. Five experts work for bioelectricity selling groups, and two others with groups that produce bioelectricity, but do not sell it. The study identified several imitations in the production chain, many of them related to the productive chain environment (institutional and organizational). The main limitations refer to the lack of transmission lines, inequality of competitive condition against other energy matrices and a gap in how energy auctions are conducted. From the results of the research it is concluded that there is space for growth of bioelectricity in Brazil, especially when the strong need of new energy sources are taken into account. However, closer ties between sugarcane industry and Government are also needed in such a way as to reduce/eliminate limitations identified in this study.

Keywords: bioelectricity, supplying chains, marketing, sugarcane industry, energy auctions

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Problema de Pesquisa e Justificativa	2
1.2 Objetivo geral	7
1.3 Objetivos específicos	7
2. MARCO CONCEITUAL E METODOLÓGICO	8
2.1 O conceito de enfoque sistêmico aplicado na agricultura	8
2.2 O conceito de cadeia produtiva no agronegócio	11
2.3 Análise diagnóstica de uma cadeia produtiva	13
2.3.1 Construção de modelo segmentado da cadeia produtiva	13
2.3.2 Análise de desempenho de cadeias produtivas	16
2.3.3 Eficiência de um sistema	16
2.3.4 Qualidade de processos e produtos de cadeias produtivas	17
2.3.5 Competitividade de cadeias produtivas	18
2.3.6 Sustentabilidade da cadeia produtiva e dos sistemas produtivos	19
2.3.7. Demandas Tecnológicas e Não tecnológicas	21
3. REVISÃO DE LITERATURA	23
3.1 Bioeletricidade	23
3.2 Cadeia Produtiva de bioeletricidade	53
3.3 Ambiente organizacional e institucional da cadeia: o setor elétrico, seus agentes e suas normas	26
3.3.1 Agentes do setor elétrico	27
3.3.2 Ambiente de Contratação Regulada (ACR)	27
3.3.3 Ambiente de Contratação Livre (ACL)	28
3.3.4 Agentes de Geração	30
3.3.5 Agentes de Comercialização	31
3.4 Rede de transmissão e distribuição	31
3.5 Instrumentos de incentivo à geração de energia excedente	32
3.5.1 PROINFA	32
3.5.2 Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)	35
3.6 Contratação de energia elétrica	38
3.6.1 Reserva de capacidade	38
3.6.2 Leilões de energia	39
3.6.3 Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)	42
4. METODOLOGIA DA PESQUISA	44
4.1 Tipo de pesquisa	44

4.2 Contexto da pesquisa	46
4.3 Participantes da Pesquisa.....	47
4.4 Procedimentos de coleta e análise dos dados	47
4.4.1 Coleta e análise de dados secundários	47
4.4.2 A Pesquisa: coleta de dados primários sobre bioeletricidade	48
4.4.3 Análise de dados primários coletados pela pesquisa	51
5. RESULTADOS	53
5.1 O Negócio de Eletricidade no Brasil: Principais fontes de energia.....	56
5.2 O negócio da bioeletricidade no Brasil.....	60
5.2.1 A produção e a destinação do bagaço da cana-de-açúcar.....	60
5.3 Capacidade de geração de energia elétrica no Brasil, a partir de bioeletricidade	68
5.4 A cadeia produtiva de bioeletricidade no Estado de São Paulo	77
5.4.1 Caracterização da cadeia de bioeletricidade em São Paulo	77
5.4.2 Insumos utilizados pelos sistemas produtivos agroindustriais	81
5.4.3. Consumo de bioeletricidade, nos grupos pesquisados.....	83
5.4.4 Processo Produtivo da Bioeletricidade	84
5.4.5 Análise de desempenho	85
5.5 Comercialização	94
5.6 Ambiente organizacional e institucional e seus impactos sobre a cadeia.....	101
5.6.1 Políticas públicas	101
5.7 Investimentos.....	103
5.7.1 Principais barreiras à entrada de novos atores (sistemas agroindustriais), no mercado de bioeletricidade	106
6. CONCLUSÕES.....	113
6. REFERÊNCIAS.....	116
ANEXO I - SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO	123
Agentes do setor	125
ANEXO II - ROTEIRO DE ENTREVISTA	132
ANEXO III - ALGUNS CONCEITOS SOBRE ENERGIA ELÉTRICA	143

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Linhas de financiamento de caldeiras	40
Quadro 2 - Custos na produção de bioeletricidade	86
Quadro 3 - Período de comercialização da bioeletricidade pelos grupos	92
Quadro 4 - Principais custos na comercialização de bioeletricidade	93
Quadro 5 - Ambiente de comercialização da bioeletricidade pelos grupos pesquisados	94
Quadro 6 - Planos de investimentos dos grupos pesquisados	102
Quadro 7 - Variáveis limitantes à entrada de novos atores e ao desempenho da cadeia de bioeletricidade no Brasil	111
Quadro 8 - Variáveis impulsionadoras à entrada de novos atores e ao desempenho da cadeia de bioeletricidade no Brasil	112
Quadro 9 - Mudanças ocorridas no Setor Elétrico Brasileiro	125

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Capacidade instalada dos empreendimentos de energia elétrica em operação no Brasil (2001 - 2009)	57
Tabela 2 - Matriz brasileira de geração de energia elétrica (Empreendimentos em operação em outubro de 2010)	58
Tabela 3 - Carga de energia distribuída no Brasil (2005 - 2010)	59
Tabela 4 - Dimensão média das usinas (comercializam e não comercializam bioeletricidade)	60
Tabela 5 - Total de cana moída, produção e utilização do bagaço nos diferentes estados em usinas que comercializam e não comercializam bioeletricidade	63
Tabela 6 - Destinação do bagaço combustível por estado em usinas que comercializam bioeletricidade e todas as usinas consultadas pela CONAB	65
Tabela 7 - Número de usinas por estado que vendem energia ou que produzem somente para autoconsumo	67
Tabela 8 - Destinação da energia gerada por hora no período da safra, por Estado e Região - Safra 2009	69
Tabela 9 - Geração, autoconsumo e venda média de energia gerada por usina no período da safra, por Estado e Região - Safra 2009	71
Tabela 10 - Indicadores de desempenho de geração de bioeletricidade das usinas por Estado e Região - Usinas que comercializam e não comercializam bioeletricidade	73
Tabela 11 - Estimativa da receita faturada com a venda de bioeletricidade por Estado e Região	76
Tabela 12 - Características dos Grupos sucroenergéticos pesquisados	78
Tabela 13 - Produção de cana, açúcar, etanol e bioeletricidade nos grupos pesquisados	79

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução da Produção de Cana-de-açúcar (mil toneladas) no Brasil	4
Figura 2: Modelo Geral do Agronegócio	10
Figura 3: Modelo geral de uma cadeia produtiva	14
Figura 4: Exemplo de diagrama de fluxo segmentado de cadeia produtiva	15
Figura 5: O processo de produção de bioeletricidade	25
Figura 6: Resumo dos leilões regulados de energia elétrica	41
Figura 7 - Cadeia produtiva de bioeletricidade	55
Figura 8 - Dimensão média das usinas (que comercializam e não comercializam bioeletricidade)	62
Figura 9 - Percentagem de cana moída por usinas que comercializam bioeletricidade e usinas que não comercializam	68
Figura 10 - Destinação da energia gerada por hora no período da safra no Brasil - Safra 2009	70
Figura 11- Comparação entre as regiões Centro-Sul e Norte-Nordeste em relação à geração e destinação (auto-consumo e venda) da energia gerada por usina	72
Figura 12 - Indicadores de desempenho de geração de bioeletricidade no Estado de São Paulo	75
Figura 13 - Comercialização média de bioeletricidade por usina na safra 2011/12 (MWH)	80
Figura 14 - Percentual da bioeletricidade que é consumida pelos grupos pesquisados (%)	83
Figura 15 - Modelo institucional do setor elétrico	127

LISTA DE ABREVIACÕES

ACL	Ambiente de Contratação Livre
ACR	Ambiente de Contratação Regulada
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econmico e Social
CAI	Complexo Agroindustrial
CCEAR	Contratos de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CER	Certificados de Emissões Reduzidas
CMSE	Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
CSPG	Concessionários de Serviço Público de Geração
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MME	Ministério de Minas e Energia
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PCH	Pequenas Centrais Hidrelétricas
PIE	Produtor Independente de Energia Elétrica
PLD	Preço de Liquidação de Diferenças
PROÁLCOOL	Programa Nacional do lcool
RRA	Rapid Rural Appraisal
SAG	Sistema Agroalimentar
SIN	Sistema Interligado Nacional
TJLP	Taxa de Juros de Longo Prazo
TUSD	Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição
TUST	Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i>

UNICA **União da indústria de cana-de-açúcar**

VR **Valor de Referência**

*"Queira (queira), basta ser sincero e desejar profundo.
Você será capaz de sacudir o mundo.
Vai, tente outra vez.
Tente, (tente) e não diga que a vitória está perdida
Se é de batalhas que se vive a vida, tente outra vez" (Raul Seixas)*

1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta uma matriz energética com predominância das hidroelétricas que proporciona ao país um potencial energético elevado, em virtude da quantidade de rios existentes e do potencial energético que esses rios apresentam. Porém, o aumento de investimentos em novas fontes de energia se faz necessário, renováveis e com menor impacto ambiental, como é o caso da bioeletricidade gerada a partir do bagaço da cana-de-açúcar.

“A bioeletricidade se enquadra nessa premissa na medida em que é uma energia gerada a partir da biomassa residual do processo de geração de etanol e de açúcar. Por utilizar um resíduo como insumo energético, a bioeletricidade é, por definição, uma fonte de energia renovável, eficiente e sustentável.” (SOUZA; MACEDO, 2010, p. 144).

Dentre as inúmeras vantagens da bioeletricidade sucroalcooleira, destaca-se a sua complementaridade à energia hidroelétrica, pois a safra sucroalcooleira coincide com o período de baixa nos principais reservatórios hidroelétricos do Brasil, que é o período entre abril e novembro. (CASTRO; DANTAS; LEITE; BRANDÃO, 2008).

A bioeletricidade é produzida através do processo de cogeração, que proporciona altos índices de eficiência na geração de energia. Ela é produzida em grande quantidade no principal centro consumidor de energia do Brasil, o Estado de São Paulo e seu entorno, o que proporciona eficiência econômica e elétrica ao reduzir custos e perdas com a transmissão. (SOUZA; MACEDO, 2010).

O setor sucoenergético é tradicionalmente autossuficiente em termos energéticos: 98% de suas demandas energéticas provém da queima do bagaço da cana-de-açúcar. O

processo de cogeração fornece as energias térmica, mecânica e elétrica demandadas no processo de produção de etanol e de açúcar. (CORRÊA; RAMON, 2002).

Em suma, a bioeletricidade é uma fonte energética que tem muito a contribuir para a segurança energética brasileira, pois proporciona maior diversificação da matriz energética, é sustentável e neutra em produção de carbono.

1.1 Problema de pesquisa e justificativa

A agricultura brasileira desde o período colonial tem a produção de cana-de-açúcar como uma de suas principais atividades. Esta importância continua até os dias atuais, pois o passar do tempo e o surgimento de novas tecnologias permitiram o melhor aproveitamento dessa matéria-prima.

A cana-de-açúcar apresenta relevante importância na matriz energética brasileira desde a década de 1970, devido ao investimento do Governo para incentivar e viabilizar a produção de etanol como combustível para automóveis, por meio do Programa Nacional do Alcool - PROÁLCOOL. Este programa orientou-se para a substituição em larga escala dos combustíveis veiculares derivados de petróleo por combustíveis derivados do álcool. Esse programa foi financiado pelo governo do Brasil a partir de 1975, devido à crise do petróleo de 1973, continuando posteriormente, em resposta à nova crise do petróleo de 1979. (CASTRO; DANTAS; LEITE; BRANDÃO, 2008).

Nos anos 90 o setor sucroalcooleiro passou por período muito difícil, devido à incerteza do apoio governamental e à falta de competitividade do setor no mercado internacional. Neste período as usinas dedicavam sua moagem quase que integralmente para a produção de açúcar. Entretanto, nos anos 2000, o desenvolvimento da tecnologia *flexfuel*, a adição de etanol à gasolina em proporção crescentes e obrigatórias, e o forte investimento do

Governo em políticas de incentivo ao setor, permitiram que o setor sucroalcooleiro voltasse a uma posição de destaque no agronegócio nacional, principalmente pelo seu potencial energético. Entretanto, a energia e o potencial contidos na cana-de-açúcar são muito promissores e ainda pouco explorados.

Uma das explorações a ser desenvolvida pela agroindústria canavieira é a comercialização de bioeletricidade gerada pelo processamento do bagaço da cana-de-açúcar. Praticamente em quase todas as usinas e destilarias de cana-de-açúcar o processo de geração de energia elétrica é utilizado, porém a comercialização de excedentes desta bioeletricidade ainda é explorada por poucas usinas. Analisando a situação, pode-se afirmar que neste ponto encontra-se uma oportunidade das agroindústrias canavieiras desenvolverem uma estratégia de produção para aumentar seu portfólio e garantir maiores retornos.

Os canaviais brasileiros existentes poderiam gerar energia equivalente a cerca de 14.000 MW. É uma capacidade semelhante à da usina hidrelétrica de Itaipu à disposição dos agentes privados, esperando para ser desenvolvida. (TAVARES, 2011).

"Embora o brasileiro não possa comprar bioeletricidade no posto da esquina, seus benefícios já podem ser percebidos e devem ser valorizados por todos. Com a bioeletricidade, nosso país desenvolveu uma solução energética inovadora, que garante uma nova fonte de energia estratégica e sustentável para o crescimento do Brasil. Desde 2005, início do processo de leilão de energia promovido pelo governo federal, a bioeletricidade já negociou dezenas de projetos, totalizando mais de 2% da energia elétrica consumida nacionalmente em 2010. Boa parte desta energia foi comprada por distribuidoras de energia elétrica e já é fornecida para milhões de pessoas no Brasil. Em 2010, a bioeletricidade disponibilizada para a rede elétrica foi capaz de sustentar o consumo anual equivalente a quase 5 milhões de residências."(BIOELETRICIDADE, 2011, p. 9).

O setor sucroalcooleiro passou por diversas mudanças ao longo do tempo, forçando as empresas a buscarem maior competitividade através de novas tecnologias industriais e agrícolas. Na visão de Belik (1999), na década de 1990 ocorre uma quebra de paradigma na

forma de produção, o velho padrão produtivo dá lugar à inovação empresarial, tanto na forma de organizar as empresas quanto ao seu inter-relacionamento setorial, dadas as estratégias competitivas adotadas através das inovações tecnológicas. Segundo o mesmo autor, as mudanças ocorridas no setor contribuíram para a profissionalização, capacitação gerencial, gestão financeira, adequação às questões ambientais, tecnológicas e responsabilidade social.

O ano de 2003 marca uma nova fase para o setor sucroalcooleiro. Com o lançamento da tecnologia *flexfuel* (que permite a utilização de álcool ou gasolina, ou a mistura dos dois em qualquer proporção), a produção de cana-de-açúcar volta a ser destaque nacional e motivo de grande apoio do Estado para aumentar a capacidade de produção do setor.

A produção de cana-de-açúcar no Brasil aumentou consideravelmente nos últimos anos; a Figura 1 apresenta essa evolução da produção na Região Centro-Sul (principal produtora do Brasil) e da Região Norte-Nordeste, com números um pouco mais modestos, mas que juntas fazem do Brasil uma potência na produção de cana.

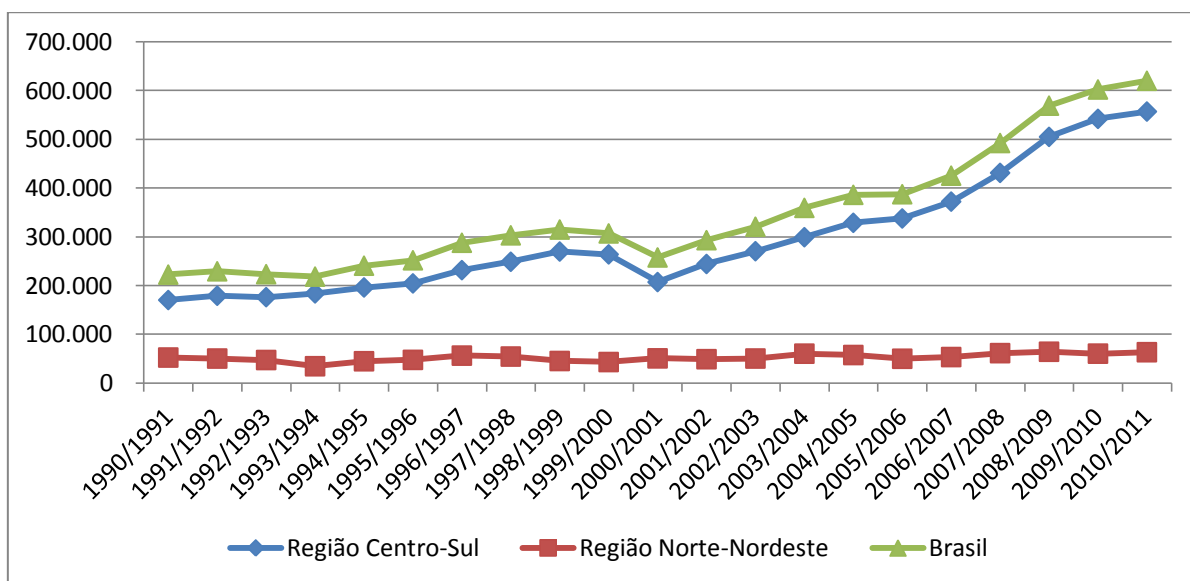


Figura 1 – Evolução da Produção de Cana-de-açúcar (mil toneladas) no Brasil

Fonte: UNICA, 2012.

A produção do Brasil na safra 2010/11 foi de aproximadamente 620.132 mil toneladas, o que corresponde a um aumento de 2,98% em relação à safra anterior, de 2009/10, e se comparada com a safra do início da década de 1990, quando as usinas estavam começando a se modernizar, a se tornarem mais competitivas, a um aumento de 178,8%. Esse incremento mostra a força desse setor e as perspectivas de crescimento que giram a sua volta.

Quanto maior for a produção de etanol e açúcar, maior a produção de bagaço de cana, e maior o potencial de energia elétrica gerada a partir da queima do bagaço. Entre 2005 e 2007, a energia elétrica gerada a partir da biomassa no Brasil cresceu aproximadamente 20%, condição que transformou o Brasil no maior especialista de geração de energia elétrica por meio da biomassa. Segundo alguns autores, entre eles Tavares (2011), equipar usinas de açúcar e álcool para gerar energia elétrica no futuro será um fator preponderante de geração de empregos e renda, aumentando a ocupação da capacidade industrial brasileira.

Além disso, há uma complementaridade entre a energia elétrica gerada a partir de hidrelétricas e a partir do bagaço de cana. O regime de chuvas nas regiões Sul e Sudeste concentra a maior frequência de precipitações de novembro a abril. Nos demais meses, os reservatórios das hidrelétricas ficam reduzidos e diminuem a produção de eletricidade, algumas vezes a níveis preocupantes, obrigando o acionamento de usinas termelétricas movidas a gás natural. Na cultura de cana-de-açúcar, por sua vez, a safra se desenvolve predominantemente entre abril e novembro, isto é, teríamos uma carga adicional de energia gerada a partir do bagaço justamente quando o regime de chuvas nos principais centros consumidores é menor. (TAVARES, 2011).

A decisão de aumentar a capacidade de produção de energia excedente é complexa e envolve vários fatores. Porter (2004) afirma que a “... *expansão de capacidade é uma das*

decisões estratégicas mais significativas enfrentadas pelas empresas, quer seja medida em termos do montante de capital envolvido ou em termos de complexidade do problema de tomada de decisão. É provavelmente o aspecto central da estratégia em negócios do tipo mercadoria de uso generalizado.” (PORTER, 2004, p.339).

Atualmente, apenas 129 das 438 usinas de cana-de-açúcar existentes no Brasil geram energia excedente para a comercialização; isto significa que apenas 29,45% das usinas participam deste novo mercado. (RIBEIRO, 2011). Uma possível explicação para a pouca produção de excedentes de bioeletricidade relaciona-se às instalações antigas das usinas e destilarias ainda em uso, pois quando foram instaladas sua prioridade não era a produção de excedentes, mas somente a autossuficiência energética. Porém, essa explicação é muito simplista; além do mais, sabe-se que a tomada de decisão de aumentar a produção, ou não, é muito mais complexa e envolve diversos fatores estratégicos. (LEME; CUNHA; WALTER, 2009).

Observando a importância da cana-de-açúcar na matriz energética brasileira, a oportunidade do aumento da produção de bioeletricidade e o reduzido número de usinas que comercializam excedentes de bioeletricidade, o estudo propõe-se a responder às seguintes perguntas: quais são as dificuldades e as barreiras que os sistemas agroindustriais da cadeia de cana-de-açúcar têm encontrado para a entrada e para a participação no mercado de bioeletricidade? Que fatores impulsionam ou dificultam a entrada de novas agroindústrias e o desempenho dos sistemas produtivos agroindustriais que já participam da cadeia de bioeletricidade?

1.2 Objetivo geral

O objetivo geral da dissertação é analisar a cadeia produtiva de bioeletricidade a partir da biomassa de cana-de-açúcar, diagnosticando as principais variáveis limitantes e impulsionadoras à produção e comercialização de bioeletricidade.

1.3 Objetivos específicos

- Caracterizar a cadeia produtiva de bioeletricidade a partir da biomassa de cana-de-açúcar e identificar seus principais elos.
- Elaborar modelo de cadeia produtiva de bioeletricidade.
- Analisar o mercado de bioeletricidade, a forma como é realizado, como ocorre a definição do preço, qual a forma de concorrência, entre outros fatores.
- Analisar os custos na geração de bioeletricidade por meio da utilização da biomassa da cana-de-açúcar, considerando: os custos de implantação da tecnologia; os custos de mão de obra e os custos de processamento no setor sucroalcooleiro.
- Analisar o mercado de energia elétrica no Brasil e a forma como são realizados os leilões de energia.
- Identificar limitações e oportunidades existentes para o desenvolvimento do mercado de bioeletricidade, originada na cadeia de bioeletricidade, em seus componentes e em seu ambiente.

2. MARCO CONCEITUAL E METODOLÓGICO

2.1 O conceito de enfoque sistêmico aplicado na agricultura

O enfoque sistêmico aplicado à agricultura consiste em uma aplicação especial da Teoria Geral dos Sistemas (BERTALANFFY, 1951; 1968; 1977) a esta área de atividade humana. Segundo a Teoria dos Sistemas : *"o todo (ou o sistema) é o produto de partes interativas, cujo conhecimento e estudo deve acontecer sempre relacionando o funcionamento dessas partes em relação ao todo."* (CASTRO, LIMA, CRISTO, 2002, p.4).

Outra definição de sistemas encontra-se na visão de BERTALANFFY (1977), que define sistema como: *" um complexo de elementos em interação, interação essa de natureza ordenada (não fortuita). Tratando das categorias formais das entidades denominadas sistemas, a teoria geral dos sistemas é interdisciplinar, isto é, pode ser usada para fenômenos investigados nos diversos ramos tradicionais da pesquisa científica. (BERTALANFFY, 1977, p.1 apud ROCHA, CASTRO, 2012, p.24).*

Para melhor compreender a Teoria Geral dos Sistemas, é necessário apresentar os seus principais pressupostos, que implicam:

"a) existe tendência para a integração das várias ciências naturais e sociais; b) esta integração orienta-se em direção à teoria dos sistemas; c) esta teoria dos sistemas pode ser uma maneira mais abrangente de estudar os campos não físicos do conhecimento científico, especialmente as ciências sociais; d) ao desenvolver princípios unificadores que perpassam os universos particulares das diversas ciências, a teoria dos sistemas aproxima-se dos objetivos da unidade da ciência (BERTALANFFY, 1951)." (CASTRO, LIMA, CRISTO, 2002, p.4).

Um outro conceito importante, dentro do enfoque sistêmico, é o de "limites do sistema". O conceito de limites de sistemas é *" uma abstração aplicada pelos estudiosos para*

separar determinado sistema de seu particular interesse, de todos os demais que compõem o universo" (HAGA, 2008, p. 23).

Os limites de sistema podem ser estabelecidos por produtos focalizados, abrangências geográficas, e por componentes da cadeia a serem analisados. No estudo, os sistemas focalizados são os sistemas integrados de produção de cana e de bioeletricidade, no Estado de São Paulo, e o seu ambiente organizacional e institucional.

Outro conceito importante para o estudo de sistemas é encontrado em Castro (2002):

"O limite de sistemas é apresentado por como um corolário da definição de enfoque sistêmico, isto é, uma abstração aplicada pelos estudiosos para separar um sistema de interesse particular de todos os demais que compõem o universo. Do conceito de limites de sistemas deriva-se o conceito de hierarquia. Onde o conceito de limite está relacionado com os objetivos a alcançar, o conceito de hierarquia decorre do fato de existirem na natureza sistemas dentro de sistemas, numa ordem decrescente, onde determinado sistema passa a ser um subsistema em escala hierárquica mais alta e contém outro subsistema em escala mais baixa." (CASTRO, 2002, p. 3).

Segundo Castro et al. (2002), um sistema pode ser representado de diversas maneiras. Estas representações são denominadas modelos, que podem ser desde modelos físicos e diagramas, até modelos conceituais. O conceito de modelo é comum a toda metodologia científica. A complexidade de conceitos e teorias é simplificada nos modelos que os representam, como forma de facilitar o entendimento do seu funcionamento.

" Um sistema está analisado quando se definem os seus objetivos, razão pela qual ele opera; os seus insumos, elementos entrando no sistema; os seus produtos, elementos saindo do sistema; os seus limites; os seus componentes, elementos internos que transformam insumos em produtos; os fluxos, movimento de elementos entre os seus componentes, definindo as variáveis de estado e as taxas de fluxo, que podem ser utilizadas para se medir o comportamento dinâmico e o desempenho do sistema." (SARAIVA 1986, apud CASTRO, LIMA, CRISTO, 2002, p.11).

Na agricultura, a visão sistêmica foi proposta nos anos 1950, com um dos primeiros conceitos sendo o de agronegócio (ou "agribusiness"), elaborado por Davis & Goldberg

(1957), que o definiram como: "a soma total das operações de produção e distribuição de suprimentos agrícolas; as operações de produção nas unidades agrícolas; além do armazenamento, processamento e distribuição dos produtos agrícolas, e itens produzidos com eles." (DAVIS & GOLDBERG, 1957, apud TIRADO, 2009, p.15).

O agronegócio é discutido e analisado por diversas correntes metodológicas; dentre elas destacam-se a abordagem de Harvard (*Commodity System Approach* – CSA ou Enfoque Sistêmico do Produto), a abordagem da Escola Francesa de Organização Industrial (*Filière*) e no Brasil a abordagem do Sistema Agroalimentar (SAG), do Complexo Agroindustrial (CAI) e Negócio agrícola (Figura 2). (Araújo, Wedekin e Pinazza, 1990, apud CASTRO, LIMA E FREITAS, 1998).

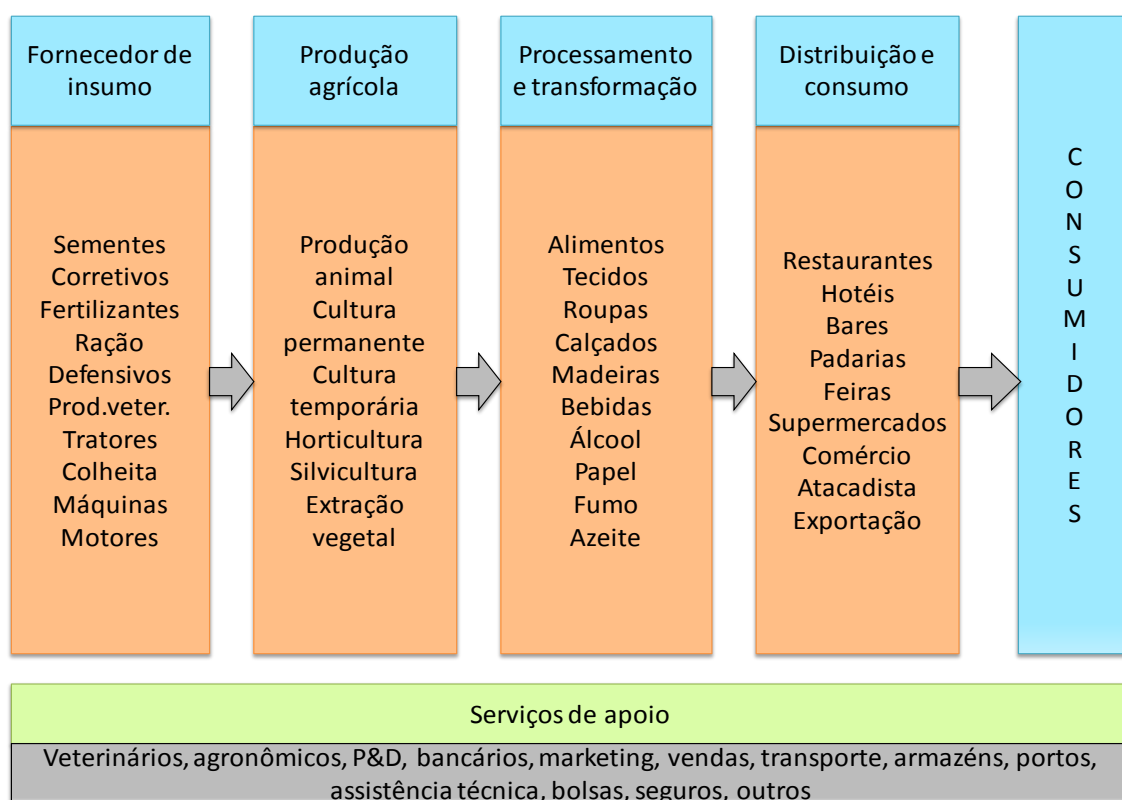


Figura 2: Modelo Geral do Agronegócio, segundo Araújo, Wedekin e Pinazza (1990).

2.2 O conceito de cadeia produtiva no agronegócio

Analisar o agronegócio através do conceito de cadeia produtiva é uma forma de compreender o funcionamento dos diferentes sistemas envolvidos neste sistema. Pode-se dizer que o agronegócio possui uma dimensão muito grande e de certa forma nem sempre adequada à formulação de estratégias setoriais, principalmente quando se trata de promover a gestão tecnológica ou de P&D. Por esta razão, a análise do agronegócio deve ser complementada pelo conceito de cadeia produtiva, como subsistema (ou sistema dentro de um sistema maior) do agronegócio. (CASTRO, LIMA, CRISTO, 2002).

A cadeia produtiva é definida por Castro et al. (1994a), como um conjunto de elos que interagem; estes elos compreendem sistemas produtivos agropecuários e agroflorestais, fornecedores de serviços e insumos, indústrias de processamento e transformação, distribuição e comercialização, além de consumidores finais de produtos e subprodutos da cadeia. O sistema produtivo é o conjunto de componentes interativos que objetiva a produção de alimentos, fibras, energéticos e outras matérias-primas de origem animal e vegetal. É um subsistema da cadeia produtiva, relacionado com as atividades de produção primária "dentro da porteira da fazenda"

A análise do agronegócio como sistema, segundo Castro et al. (1995), pode fornecer importantes subsídios para a formulação de macropolíticas e de estratégias de desenvolvimento setorial. Entretanto, os resultados obtidos com as análises de cadeias produtivas oferecem maiores oportunidades de aplicação, em função de sua maior especificidade e possibilidade de aprofundamento.

Segundo Castro et al. (1995), no gerenciamento dos sistemas produtivos (um subsistema importante das cadeias produtivas), busca-se, em geral alguns objetivos, tais como:

"a) maximizar a produção biológica e/ou econômica; b) minimizar custos; c) maximizar a eficiência do sistema produtivo para determinado cenário socioeconômico; d) atingir determinados padrões de qualidade; e) proporcionar sustentabilidade ao sistema produtivo; f) garantir competitividade ao produto. Dessa forma, pode-se ampliar a definição de sistema produtivo como sendo um conjunto de conhecimentos e tecnologias, aplicado a uma população de vegetais ou animais em determinado meio ambiente, de utilidade para o mercado consumidor, buscando atingir os objetivos descritos nos itens de a a f." (CASTRO et al. 1995 apud CASTRO, 2000, p.3).

Analisar uma cadeia produtiva, segundo Castro et al. (1999) consiste em analisar os fluxos de capitais e materiais, sendo que nessa análise deve-se observar as transações econômicas, a distribuição dos benefícios e as limitações dos diferentes atores que fazem parte do processo produtivo. O fluxo de capital tem início nos consumidores finais e segue até os fornecedores de insumos. Uma característica desses fluxos é de serem regulados pelas relações formais e informais que existem entre os diferentes atores e organizações que fazem parte da cadeia, onde normalmente o desempenho da cadeia é determinado pelo desempenho do elo mais fraco.

Além disso, segundo Castro (2001):

" a análise da cadeia produtiva consiste em identificar fatores críticos ao desempenho da cadeia produtiva, pontos de estrangulamento e oportunidades para o seu desenvolvimento. Essa análise é realizada mediante estudo das interações dos componentes, dos fluxos de matérias e capital, de processos produtivos e de entradas e saídas em cada subsistema." (CASTRO 2001, apud, ROCHA, CASTRO, 2012, p. 37).

2.3 Análise diagnóstica de uma cadeia produtiva

A análise diagnóstica consiste na pesquisa da situação e desempenho passado e atual da cadeia produtiva. Resumidamente, na análise diagnóstica ocorre a realização das seguintes etapas:

- a) Construção do modelo da cadeia produtiva;
- b) Análise do ambiente organizacional;
- c) Análise do ambiente institucional;
- d) Análise das transações entre os segmentos da cadeia produtiva;
- e) Identificação dos fatores críticos. (SIMIONI, HOEFLICH, 2007)

Esta seção tem como objetivo esclarecer as principais ferramentas necessárias para a análise diagnóstica de cadeias produtivas. Serão apresentados nas próximas subseções: construção de modelo segmentado da cadeia produtiva; análise de desempenho de cadeias produtivas; eficiência de um sistema; qualidade de processos e produtos de cadeias produtivas; competitividade de cadeias produtivas; sustentabilidade da cadeia produtiva e dos sistemas produtivos; demandas tecnológicas e não-tecnológicas.

2.3.1 Construção de modelo segmentado da cadeia produtiva

Um dos modelos de cadeia produtiva, segundo Castro et al. (1999) é o diagrama de fluxo, que indica seus principais elementos constituintes e as relações entre eles. Os elementos constituintes ou componentes podem ser representados pelas organizações ou grupos de organizações que participam de forma direta das transações da cadeia produtiva, que podem ser exemplificados pelas organizações de vendas de insumos; as fazendas e seus sistemas produtivos; as agroindústrias; os atacadistas, etc. (CASTRO, LIMA E HOEFLICH, 1999).

Na visão de Castro, Lima & Hoeflich (1999), a modelagem tem grande importância para a realização da análise da cadeia produtiva, pois serve como norteador das interações entre os elos e os segmentos. O modelo é uma representação da realidade, podendo ser alterado a qualquer momento, e quanto mais detalhado for o modelo, melhor a aproximação da realidade da cadeia produtiva.

Na Figura 3 é possível identificar elementos que são característicos de sistemas, como os elos interconectados.

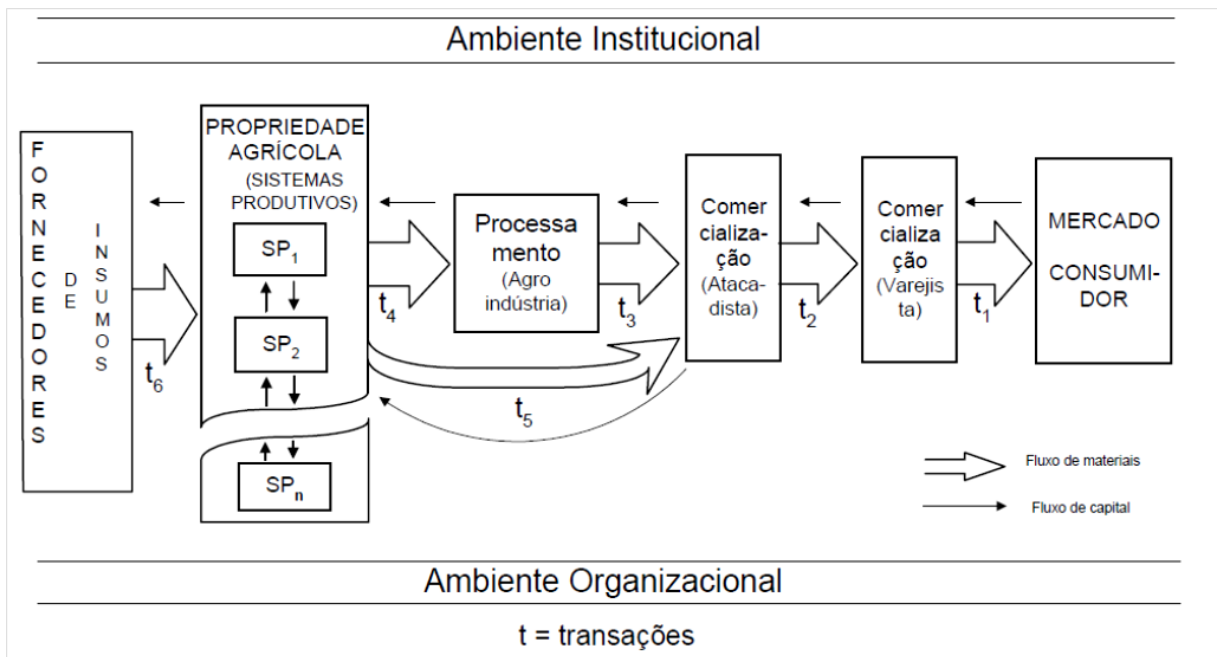


Figura 3: Modelo geral de uma cadeia produtiva

Fonte: CASTRO et al., (1995)

No intuito de analisar uma cadeia produtiva de forma gráfica, o uso do diagrama de fluxos se mostra como principal método para representar os elementos constituintes (segmentos) da cadeia produtiva e suas inter-relações. (CASTRO, LIMA E HOEFLICH, 1999).

A Figura 4 apresenta um modelo sob a forma de fluxo de material, onde retângulos representam elos ou segmentos de elos e setas indicam fluxo de materiais.

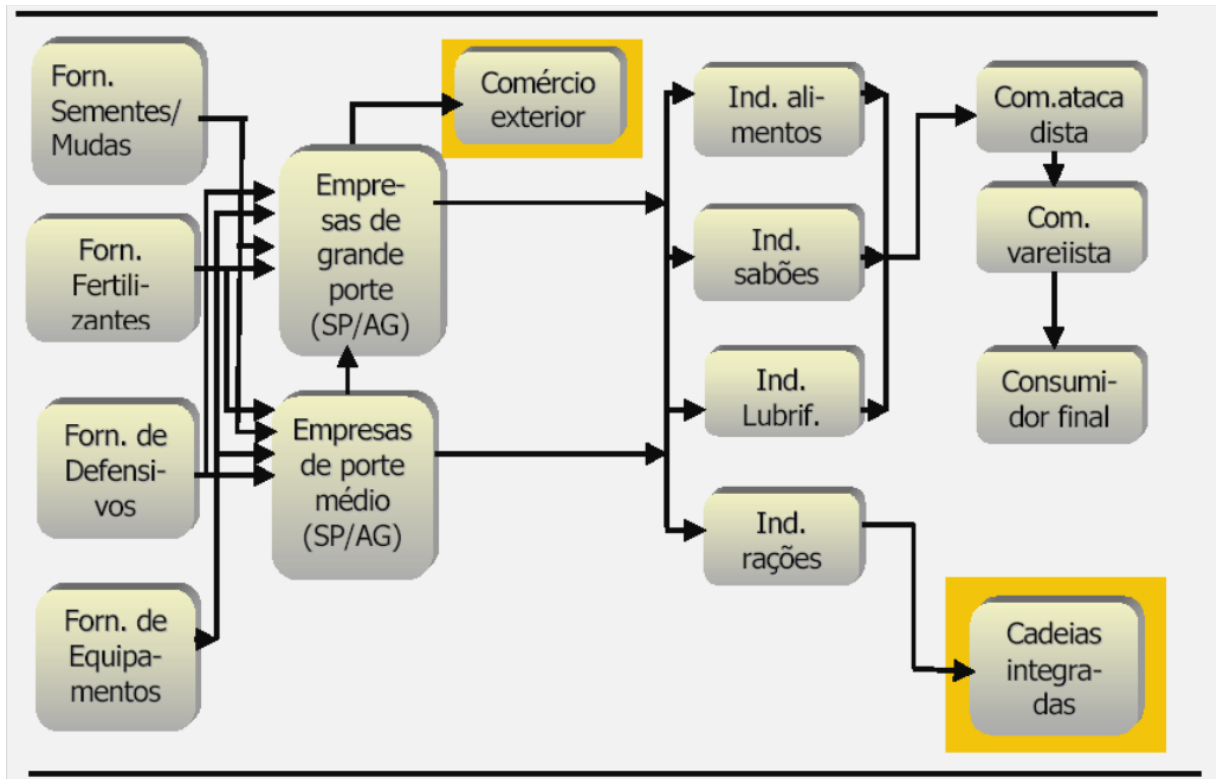


Figura 4: Exemplo de diagrama de fluxo segmentado de cadeia produtiva de dendê

Fonte: Lima et al. (2000)

Apresentados os fluxos, é importante destacar a importância da segmentação de cadeia produtiva. A segmentação é uma forma de representar melhor a realidade da cadeia produtiva e identificar as características e necessidades de diferentes atores dentro de determinada cadeia produtiva.

Segundo Castro et al. (1999), a segmentação dos diferentes elos de uma cadeia produtiva possibilita a identificação de diferentes grupos sociais, o que pode contribuir para que as Organizações de Ciência e Tecnologia (C&T), possam de forma mais precisa atender

as demandas tecnológicas e não-tecnológicas que cada ator, em especial, necessite. Na visão dos autores, essa é a forma mais efetiva de diagnosticar as especificidades das demandas especificadas.

2.3.2 Análise de desempenho de cadeias produtivas

Na visão de Castro, Lima e Hoeflich (1999), as cadeias produtivas tem como objetivo levar ao consumidor final produtos e subprodutos com níveis aceitáveis de desempenho, economicamente e socialmente.

O pesquisador pode definir os critérios de desempenho mais interessantes para a análise diagnóstica da cadeia produtiva a partir da identificação dos objetivos. Segundo Castro et al. (1999), a avaliação do desempenho deve se basear na mensuração do grau de atendimento do objetivo geral da cadeia produtiva, em relação aos processos internos, aos custos de produção ou em comparação com sistemas similares concorrentes no oferecimento dos mesmos produtos aos consumidores. Os critérios mais relevantes para a mensuração de desempenho de cadeias produtivas são aqueles relacionados com a análise da eficiência, da qualidade, da competitividade, da equidade e da sustentabilidade.

2.3.3 Eficiência de um sistema

Uma forma de medir a eficiência de um sistema consiste na mensuração da relação entre insumos (I) que são necessários para a formação do produto, ou "output"(O). Castro et al. (2002) afirmam que:

"Insumos e produtos devem ser mensurados num mesmo elemento de fluxo (capital, energia, materiais, informações), sendo por isso a eficiência uma medida sem dimensão (Spedding, 1975). Para a análise de uma cadeia produtiva (ou de seus respectivos sistemas produtivos), o elemento de fluxo mais apropriado para a mensuração é o de capital, traduzido em uma determinada moeda (Dólares americanos, Reais etc.)" (SPEDDING, 1975, apud CASTRO, et al. 2002, p. 17).

Castro et al. (1999) afirmam que as cadeias produtivas representam um tipo específico de sistema, onde seus *inputs* (entradas), podem ser representadas por: energia (química e mecânica), capital, informação e outros, que são introduzidos no sistema através de trabalho humano e animal, recursos financeiros, materiais, que são os insumos produtivos e conhecimentos. Já os *outputs* (saídas), são semelhantes aos *inputs*, mas sob a forma de subprodutos agropecuários e florestais.

A eficiência, na visão de Castro et al. (1999), tem um princípio econômico e deve ser utilizada uma unidade de medida que possibilite quantificá-la, o que irá permitir comparações entre sistemas e subsistemas diferentes. Na fórmula proposta pelos autores ($Ef = O/I$), a eficiência do sistema é medido calculando a soma de todas as saídas de capital (ou energia) e dividindo por todas as entradas de capital (ou energia), que irá resultar no índice de capacidade do sistema em processar produtos e subprodutos, frente a uma determinada quantidade de insumos. Quanto maior o índice, maior será a capacidade de transformar insumos em produtos, do sistema que está sendo analisado.

2.3.4 Qualidade de processos e produtos de cadeias produtivas

A qualidade pode ser definida, segundo Castro, Lima e Hoeflich (1999), como a “totalidade das propriedades e características de um produto, serviço ou processo, que contribuem para satisfazer as necessidades explícitas ou implícitas dos clientes intermediários e finais de uma cadeia produtiva e de seus componentes”.

"Usualmente, qualidade de produtos e processos é traduzida por um conjunto de normas e padrões a serem atingidos por produtos e serviços, ofertados

pelas cadeias produtivas e sistemas produtivos. O conceito abrange também as entradas, saídas e operações de processos produtivos e gerenciais dos diversos componentes de uma cadeia produtiva. A qualidade deve ser avaliada por indicadores, preferencialmente quantitativos, cujo conjunto irá compor uma norma de qualidade para determinado produto ou processo produtivo."(CASTRO et al., 1999)

Segundo Brisola (2004), as cadeias produtivas podem estabelecer padrões de qualidade para seus produtos finais, estabelecidos por certificações. Neste sentido, o autor considera que as normas técnicas nos processos determinam padrões e suportam a garantia de certificação dos produtos; que os padrões são estabelecidos a partir de princípios de demandas e asseguram aos consumidores que o produto esteja dentro do esperado; e ainda, que os indicadores de qualidade podem ser qualitativos ou quantitativos.

2.3.5 Competitividade de cadeias produtivas

Segundo Farina (1999) apud Mourão Jr. (2005), apesar da importância e da constância nos debates atuais, a competitividade não tem definição precisa e unitária. A literatura é ampla em conceitos diferenciados, pois competitividade compreende tantas facetas de um mesmo problema que dificilmente se pode estabelecer uma definição ao mesmo tempo abrangente e útil.

Na visão de Castro, Lima e Hoeflich (1999), o conceito de competitividade em cadeias produtivas pode ser derivado do conceito de competitividade das empresas de Porter (1985). Por este conceito distinguem-se duas formas de empresas, que diferem de seus concorrentes, apresentando fontes diferentes de vantagem competitiva: a diferenciação de produtos ou os baixos custos dos mesmos, considerando-se os produtos ou subprodutos da cadeia competindo no mercado consumidor de produtos agropecuários.

Levando em consideração essa abordagem, Castro, Lima e Hoeflich (1999) distinguem os produtos diferenciados por algum tipo de característica distinta ou com valor agregado,

daqueles produtos padronizados e com pouco ou nenhum valor agregado – tipo conhecido como *commodities*. No caso dos primeiros, a vantagem competitiva será estabelecida a partir de um desempenho melhor em termos de qualidade de produtos, isto é, no estabelecimento de uma imagem de diferenciação. Nesse caso, características relacionadas com a qualidade e com a marca podem ser importantes na determinação da competitividade da cadeia produtiva.

A competitividade das cadeias de *commodities*, na abordagem de Castro et al. (1999), em relação à não diferenciação do produto final é estabelecida pelos baixos custos, que permitem lucratividade em regime de preços mais baixos. Isso significa maior eficiência ao longo de toda a cadeia produtiva. Deste modo, para este tipo de produto, os fatores de eficiência produtiva são mais preponderantes do que os relacionados com a qualidade.

A análise de competitividade de uma cadeia ou sistema produtiva é sempre comparativa, abrangendo as cadeias produtivas concorrentes e deve englobar tudo o que ocorre antes, dentro e fora da porteira da fazenda e não apenas o que ocorre dentro da fazenda, nos sistemas produtivos.

2.3.6 Sustentabilidade da cadeia produtiva e dos sistemas produtivos

A sustentabilidade ambiental em sistemas produtivos agrícolas segundo Castro, Lima e Freitas Filho (1998) é definida como: “a capacidade de um sistema produtivo agropecuário ou agroflorestal em manter-se produzindo com determinado padrão de eficiência e qualidade no tempo” (CASTRO, LIMA, FREITAS FILHO, 1998, p.59). Para sua mensuração é geralmente necessária a introdução da variável tempo, tornando os modelos de análise dinâmicos.

Ainda segundo a visão de Castro et al.(1999), a sustentabilidade é possível porque conhecimentos e tecnologias que evitam a degeneração do ecossistema onde a produção ocorre podem neutralizar a quebra do equilíbrio natural causada pela ação ou influência do homem.

Fazendo uma analogia com a definição anterior, a sustentabilidade ambiental de sistemas agroindustriais poderia ser definida como a capacidade destes sistemas em reduzir ou eliminar riscos de degeneração ambiental que poderiam ser resultantes de características de seus processos produtivos e de produtos ou subprodutos gerados neste processo.

De acordo com Castro et al. (1999), a mensuração da sustentabilidade ambiental é bastante complexa, por exigir controle de variáveis de natureza química, física e biológica. Além disso, as consequências dos efeitos produzidos por estas variáveis são bastante imprecisos.

O critério adotado no trabalho para analisar o desempenho da cadeia produtiva em estudo foi a eficiência. Conforme descrito em seção anteriores, pode-se definir eficiência como a relação entre a entrada de insumos (*inputs*) e as saídas desses insumos (*outputs*). (CASTRO, LIMA, HOEFLICH, 1999).

A partir da mensuração e análise dos critérios descritos é possível identificar a existência de variáveis que influenciam o desempenho (seja este relacionado com eficiência, qualidade, competitividade ou sustentabilidade). Estas variáveis são chamadas de limitantes (ou de limitações), quando afetam negativamente o sistema em estudo; ou de impulsoras, quando apresentam impacto positivo sobre o seu desempenho. Estas variáveis, no entanto, apresentam diferentes graus de influencia sobre o desempenho, o que cria a necessidade de identificar *fatores críticos* de desempenho. Por definição, um fator crítico é qualquer variável

(ou estrutura ou conjunto de variáveis) de *alto impacto* (positivo ou negativo), sobre desempenho de um sistema. (LIMA et al., 2001).

2.3.7. Demandas Tecnológicas e Não tecnológicas

De acordo com Castro et al. (1995), pode-se classificar as demandas tecnológicas na pesquisa em função dos sistemas que lhe dão origem, distinguindo-se em demandas tecnológicas de cadeias produtivas, do sistema produtivo, do sistema natural (ou ecossistema) e das cadeias de conhecimento. Em relação às cadeias produtivas, as demandas tecnológicas são necessidades de conhecimentos e tecnologias que visam reduzir o impacto de limitações identificadas nos componentes da cadeia produtiva, para a melhoria da qualidade de seus produtos, de sua eficiência produtiva, de sua competitividade, e da sustentabilidade ambiental e da equidade de ganhos entre seus componentes.

Na visão de Castro et al. (1995), as demandas de uma cadeia produtiva podem ser agrupadas de acordo com a existência de soluções disponíveis ou não disponíveis e com a vinculação à natureza do problema (tecnológica ou não tecnológica). Elas podem ser classificadas em três tipos:

- a) **Demandas tipo I (D1)** – são as demandas cuja solução já se encontra disponível nas instituições de pesquisa exigindo apenas atividades complementares de adaptação e de extensão;
- b) **Demandas tipo II (D2)** – são aquelas cuja solução não se encontra disponível, exigindo atividades de geração propriamente ditas;

c) **Demandas tipo III (D3) ou não-tecnológica** – são aquelas cuja solução é dificultada por problemas de conjuntura e/ou estrutura do setor produtivo (preços defasados, deficiência de infraestrutura, políticas inadequadas, etc.) que fogem à ação direta das instituições de pesquisa.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Bioeletricidade

A produção de bioeletricidade na agroindústria canavieira passou por várias etapas até a possibilidade de sua comercialização. Os resíduos (bagaço) resultantes da produção de açúcar e álcool eram tratados como um grande problema pelas usinas, e a forma como descartá-los gerava um grande desafio à alta administração sucroalcooleira. Esse desafio justifica a implantação de uma tecnologia pouco eficiente por parte de algumas usinas.

Na visão de Dantas (2008):

“A decisão de adotar tecnologias de cogeração pouco eficientes tinha como premissa maximizar a queima do bagaço de cana-de-açúcar devido às dificuldades de estocagem e à pouca relevância do mercado para a venda de eventuais excedentes de bagaço in natura. Também não havia interesse comercial em investir em plantas de geração de eletricidade mais eficientes, capazes de exportar um excedente para a rede.” (DANTAS, 2008, apud SOUZA; MACEDO, 2010, p.144.145).

O setor elétrico brasileiro estava estruturado, até o início dos anos 90, em monopólios integrados verticalmente, com a geração de energia sendo realizada de forma centralizada e com regras que não proporcionavam a entrada da agroindústria canavieira nesse novo mercado. Essa situação continuou até a emergência do produtor independente, em meados dos anos 90, quando surgiram as condições necessárias para o maior investimento da agroindústria canavieira no processo de cogeração de energia para comercialização dos excedentes. Souza e Macedo (2010) concluem que:

“Portanto, embora a indústria sucroalcooleira tenha há muito tempo o potencial técnico para vender excedentes de energia, somente em período relativamente recente isso se tornou possível do ponto de vista comercial. Torna-se então, importante dimensionar o quanto a bioeletricidade pode contribuir para a oferta brasileira de energia ao longo das próximas décadas.”

O potencial de geração de bioeletricidade é função da safra de cana-de-açúcar, pois é o montante de cana colhida que determina o volume de biomassa residual disponível para a geração de bioeletricidade. O potencial depende também da tecnologia adotada, que determina a eficiência da conversão da biomassa em energia elétrica.” (SOUZA; MACEDO, 2010, p. 145).

Após o forte crescimento do setor sucroalcooleiro motivado pelo PROALCOOL na década de 80 e a expansão da produção de açúcar nos anos 90, mudanças no ambiente institucional do complexo sucroalcooleiro levaram a novas oportunidades de exploração da matéria-prima e seus subprodutos:

“Estima-se que a produção brasileira de cana-de-açúcar passará dos atuais 550 milhões de toneladas de cana para mais de 1 bilhão de toneladas de cana processadas por safra em um horizonte de dez anos. Além da expansão da colheita de cana, um fator adicional garantirá o aumento da biomassa a ser utilizada como insumo energético para a geração de energia: o fim da queima permitirá a utilização da palha da cana como insumo energético a ser queimado em conjunto com o bagaço.” (SOUZA; MACEDO, 2010, p. 145).

A geração de bioeletricidade envolve vários processos desde a chegada da cana-de-açúcar à usina até a geração da energia elétrica. Inicialmente, a cana-de-açúcar passa pelo processo de moagem, para extração do caldo. Após a extração do caldo, surge o produto que irá possibilitar a geração de bioeletricidade, que é o bagaço, ou biomassa, que será queimada nas caldeiras para, posteriormente, ocorrer a produção de bioeletricidade.

A Figura 5 apresenta as etapas, desde a chegada da cana-de-açúcar à usina, até o processo de geração de bioeletricidade:

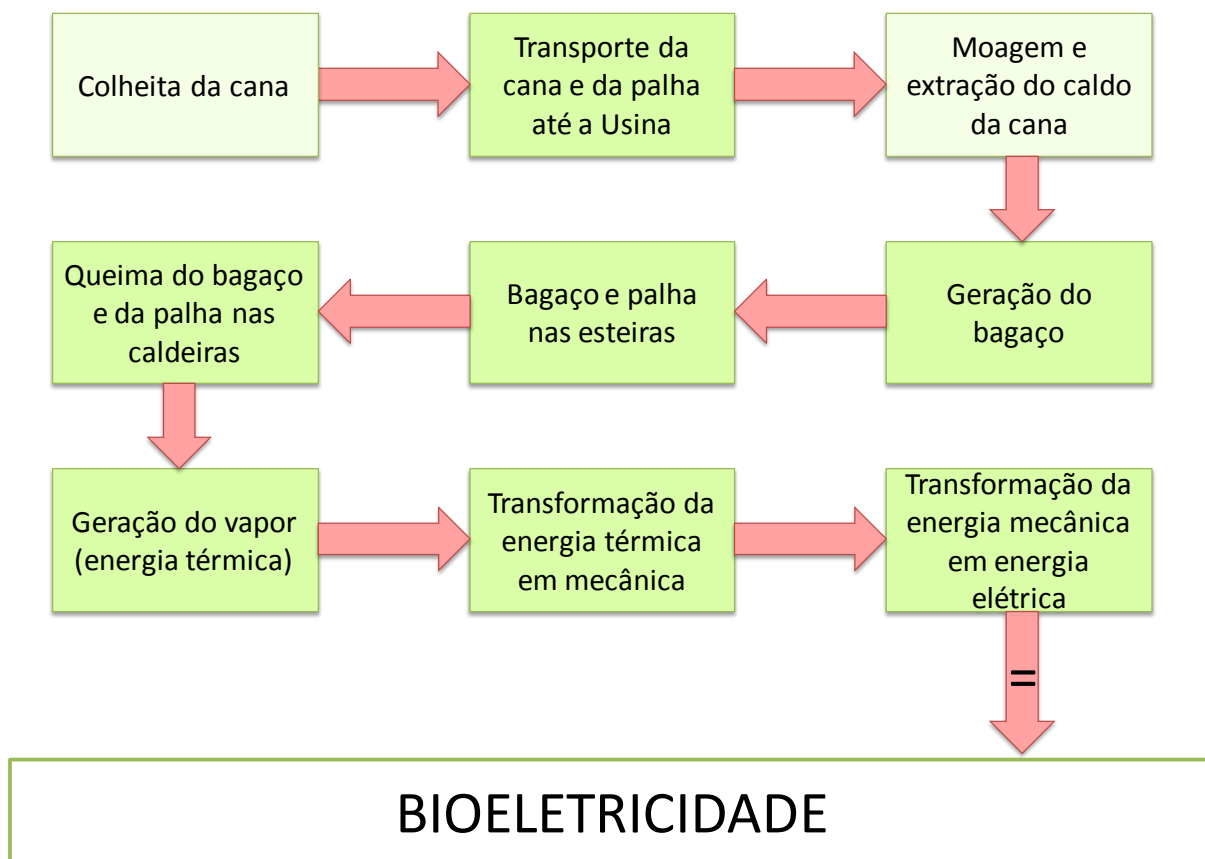


Figura 5: O processo de produção de bioeletricidade

Fonte: BIOELETRICIDADE, 2011, p.8 (adaptado).

Há diversas tecnologias e equipamentos à disposição do setor sucroalcooleiro para o processo de cogeração de energia através da biomassa da cana-de-açúcar. Hoje, dentro do desenvolvimento de equipamentos, destaca-se o aumento da pressão nas caldeiras e condensadores, o que ocasiona um aumento na temperatura do vapor e a melhora na eficiência dos equipamentos envolvidos no processo de produção, como: turbinas, caldeiras e geradores, resultando num aumento do trabalho líquido e da eficiência do ciclo. (COSTA, 2008).

Segundo COSTA (2008):

“De maneira geral, pode-se dizer que a inserção dos novos processos de geração de energia deve também obedecer a fatores tais como o crescimento da taxa de aprendizado para as mais modernas tecnologias convencionais e não-convencionais, ainda com pouca ou nenhuma

aplicação comercial e nos novos programas de incentivo às fontes de energia renovável direcionados ao setor sucroalcooleiro. Desta forma, a obtenção de altos índices de geração de bioeletricidade bruta é possível com a redução de consumo do vapor no processo e a introdução de tecnologias de geração de eletricidade de maior eficiência.” (COSTA, 2008, p. 79-80).

3.2 Ambiente organizacional e institucional da cadeia: o setor elétrico, seus agentes e suas normas

O ambiente organizacional e institucional da cadeia produtiva de bioeletricidade tem um impacto muito grande no desenvolvimento da cadeia, portanto há a necessidade de um maior detalhamento desses ambientes, assim como a descrição de alguns atores. Além disso, o setor elétrico brasileiro passou por profundas transformações nos últimos anos.

No final do ano de 2003, o governo editou as diretrizes para construção de um novo marco regulatório para o setor elétrico, com as Medidas Provisórias n^{os} 144 e 145, que foram posteriormente convertidas nas Leis no 10.847 e no 10.848, em 15 de março de 2004, respectivamente. A regulamentação da comercialização de energia, as alterações nos processos de outorga de concessões e autorizações para geração de energia elétrica foram publicadas no Decreto no 5.163, em 30 de julho de 2004, como explica Costa (2008):

"A nova proposta de configuração do setor elétrico teve como diretrizes: segurança no suprimento de energia elétrica, modicidade tarifária e universalização do atendimento." (COSTA, 2008, p.101).

Novos atores foram inseridos no modelo em vigor a partir de 2004 e outros tiveram suas funções alteradas. As bases do atual modelo consistem no planejamento de longo prazo, por meio da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), na Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), que funciona como um *pool* e sucede o mercado atacadista de

energia, na coexistência dos ambientes de contratação regulada e livre e na premissa de que as distribuidoras deverão prever e contratar energia suficiente para atender a todo seu mercado (CASTRO, 2004).

3.2.1 Agentes do setor elétrico

Os chamados Agentes do Setor Elétrico (isto é, órgãos do Governo, encarregados do planejamento e gestão do Setor) são (DE LIMA, 2011):

1. O Conselho Nacional de Política Energética (CNPR);
2. O Ministério das Minas e Energia (MME);
3. O Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE);
4. A Empresa de Pesquisa Energética (EPE);
5. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL);
6. A Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE); e
7. O Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

As competências e atribuições de cada um destes órgãos, bem como o impacto que podem ter sobre a cadeia produtiva de bioeletricidade são apresentados no Quadro 8 (Anexo D).

3.2.2 Ambiente de Contratação Regulada (ACR)

Entender como funciona o ACR se faz necessário pois é uma das principais formas de contratação de energia realizada no Brasil. É nesse ambiente que está vinculada a energia

elétrica que a maioria da população brasileira consome, e a bioeletricidade também está presente nesse ambiente de contratação.

Na ACR estão concentradas as operações de compra e venda de energia, por meio de licitações, envolvendo as distribuidoras de energia elétrica e os agentes vendedores, titulares de concessão, permissão ou autorização para gerar, importar ou comercializar energia elétrica (COSTA, 2008).

No cenário da ACR, as distribuidoras somente podem comprar energia por meio de licitação, ressalvados os contratos bilaterais já firmados pelas empresas antes da Lei no 10.848, de 2004, a energia proveniente do Programa de Incentivo a Novas Fontes de Energia (PROINFA) e a cota obrigatória da energia de Itaipu para as concessionárias das regiões sul, sudeste e centro-oeste. Assim, as distribuidoras devem comprar a energia necessária para atender a 100% de seu mercado cativo¹, mediante Contratos de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado (CCEAR), os quais são celebrados entre estas e as concessionárias ou autorizadas de geração, com intermediação da CCEE (COSTA, 2008).

3.2.3 Ambiente de Contratação Livre (ACL)

No ambiente de contratação livre de energia se encontra a grande comercialização de bioeletricidade a partir do bagaço de cana-de-açúcar. Neste ambiente, atuam os agentes de geração, de comercialização, de importação, de exportação e os consumidores livres em contratos bilaterais de compra e venda de energia livremente negociados, não sendo permitido à distribuidora a aquisição de energia neste mercado. (COSTA, 2008).

¹ Consumidor comum de energia elétrica. Ex: energia consumida em casas, comércio, etc.

Encontra-se inclusa no ACL a venda direta de energia oriunda de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), fontes à base de biomassa, eólica ou solar aos consumidores com carga maior ou igual a 500 kW. (COSTA, 2008).

Consumidores Livres

Uma forma de definir o que são os consumidores livres é observarmos sua definição na lei:

"A caracterização de consumidor potencialmente livre começou a tomar forma em 1995, com a publicação da Lei no 9.074, de 07 de julho de 1995, onde em seu Artigo 15, ficou definido que os consumidores de energia elétrica cuja carga de consumo fosse igual ou superior a 10 MW e atendidos em uma tensão igual ou superior a 69 kV, poderiam escolher um fornecedor alternativo de energia elétrica para suprir suas necessidades, respeitados os atuais contratos de fornecimento (BRASIL, 2007a).

No parágrafo 2o deste mesmo Artigo da Lei no 9.074, ficou também definido que decorridos 5 anos da publicação desta lei, o limite de 10 MW de carga para caracterizar um consumidor livre seria automaticamente reduzido para 3 MW." (COSTA, 2008, p. 108).

O Artigo 16 desta mesma Lei, porém, definiu que novos consumidores de energia elétrica, que se instalassem após a publicação desta lei, isto é, 07 de julho de 1995, cuja carga de consumo a contratar fosse maior que 3 MW, seriam caracterizados como consumidores livres, independentemente do nível de tensão em que são atendidos.

Sendo assim, os consumidores ligados antes de 08 de julho de 1995, cujo carga de consumo a contratar fosse maior que 3 MW, seriam caracterizados como consumidores livres, se atendidos em tensão igual ou superior a 69 kV. Os consumidores ligados desta data em diante, cuja carga de consumo a contratar fosse maior que 3 MW, seriam caracterizados como consumidores livres, independentemente do nível de tensão em que são atendidos. (COSTA, 2008).

"Há ainda uma outra classificação de consumidor livre, que foi introduzida pelo Artigo 8 o da Lei no 10.762, de 11 de novembro de 2003. Por esta outra classificação, consumidores de energia elétrica ou conjunto de consumidores reunidos por comunhão de interesse de fato ou de direito, cuja carga de consumo seja superior a 500 kW, poderiam comprar energia alternativamente ao suprimento da concessionária local, independentemente da tensão em que são atendidos, das chamadas Fontes Alternativas de Energia Elétrica: PCH, fontes à base de biomassa, eólica ou solar." (COSTA, 2008, p. 109).

3.2.4 Agentes de geração

Os agentes de geração podem exercer três papéis distintos: Concessionários de Serviço Público de Geração (CSPG), Autoprodutor ou Produtor Independente de Energia Elétrica (PIE). (COSTA, 2008). A definição dos agentes de geração é de grande importância para o estudo, pois na cadeia produtiva de bioeletricidade há a presença de dois desses atores, tanto do autoprodutor, quanto do produtor independente.

Autoprodutor: caracteriza-se por pessoa física ou jurídica ou empresas reunidas em consórcio, interessadas em produzir energia elétrica destinada ao seu uso exclusivo, podendo comercializar, em caráter eventual ou temporário, porém limitado aos seus excedentes de energia elétrica.

Produtor Independente: caracteriza-se por pessoa jurídica ou empresas reunidas em consórcio, interessadas em produzir e comercializar energia elétrica, em caráter permanente e ilimitado.

3.2.5 Agentes de comercialização

Na visão de COSTA (2008), os Agentes Comercializadores de energia elétrica são aqueles que compram os respectivos lastros de energia dos geradores que destinaram toda ou parte de suas produções aos contratos bilaterais celebrados no ACL e vendem aos consumidores livres, no próprio ACL, ou aos distribuidores através dos leilões do ACR.

Dessa maneira, é permitida a participação de comercializadoras nos leilões de ajuste das distribuidoras, além da possibilidade de negociar energia com os geradores que não comprovarem lastro suficiente para cumprirem seus contratos, em virtude de atraso no cronograma das obras. (COSTA, 2008).

O Decreto no 5.163, 30 de julho de 2004, obrigou as comercializadoras, juntamente com os demais agentes vendedores, a informarem anualmente a previsão de seus mercados para os cinco anos subsequentes (COSTA, 2008).

3.3 Rede de transmissão e distribuição

Para obter acesso às instalações da Rede Básica, primeiramente deve ser solicitado ao ONS ou à concessionária de transmissão detentora da instalação associada ao ponto de conexão desejado, conforme requisitos técnicos dos “Procedimentos de Rede”, definido pelo ONS e homologado pela ANEEL. (ONS, 2012).

"Os estudos e projetos, de responsabilidade do agente transmissor, necessários ao parecer de acesso, podem ser cobrados do acessante, quando se tratar de produtor de energia, agente importador ou exportador de energia ou outra distribuidora, devendo tais custos, em sua totalidade, ser deduzidos dos encargos integrantes do CCD ou do CUSD, celebrados posteriormente. Em se tratando de consumidores e de cooperativas de eletrificação rural, o

custo desses serviços é de responsabilidade da transmissora." (COSTA, 2008, p.114).

Desta forma, a ligação se processa na modalidade de conexão rasa, onde o acessante é responsável pelas instalações até o ponto de conexão, inclusive, e a acessada é responsável pelas adequações necessárias no sistema elétrico disponibilizado. O acesso às instalações fora da Rede Básica deve ser solicitado à concessionária de distribuição, proprietária das instalações ou que tem contratualmente para si disponibilizadas as instalações da concessionária de transmissão.

É competente à distribuidora acessada, com base no montante de uso do sistema de distribuição requerido ou injetado, ou por meio de estudo específico, estabelecer e informar ao acessante a tensão de conexão de suas instalações. (COSTA, 2008). O acessante pode optar por uma tensão de conexão diferente da inicialmente estabelecida, desde que, havendo viabilidade técnica, assumam os investimentos adicionais necessários à conexão no nível de tensão pretendido.

"Os produtores de energia, agentes importadores ou exportadores de energia e ou outras distribuidoras são responsáveis técnica e financeiramente pela implantação ou adequação do sistema de medição para faturamento ao conectarem suas instalações aos sistemas de distribuição. Estes acessantes, incluindo os consumidores livres, são responsáveis adicionalmente pela instalação, operação e manutenção dos meios de comunicação utilizados no processo de medição." (COSTA, 2008, p.115).

3.4 Instrumentos de incentivo à geração de energia excedente

3.4.1 PROINFA

Segundo o Ministério de Minas e Energia (MME), podemos definir o PROINFA como:

"O PROINFA é um importante instrumento para a diversificação da matriz energética nacional, garantindo maior confiabilidade e segurança ao abastecimento. O Programa, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME), estabelece a contratação de 3.300 MW de energia no Sistema Interligado Nacional (SIN), produzidos por fontes eólicas, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), sendo 1.100 MW de cada fonte." (MME, 2012, p.1)

Criado em 26 de abril de 2002, pela Lei nº 10.438, o PROINFA foi revisado pela Lei nº 10.762, de 11 de novembro de 2003, que assegurou a participação de um maior número de estados no Programa, o incentivo à indústria nacional e a exclusão dos consumidores de baixa renda do pagamento do rateio da compra da nova energia.

Em março de 2004, o presidente Luiz Inácio Lula da Silva assinou o decreto que regulamentou o PROINFA. A ministra de Minas e Energia do período, Dilma Rousseff, assinou a portaria que estabeleceu os valores econômicos para cada fonte de energia beneficiada, tornando públicos os guias de habilitação e autorizando a abertura da chamada pública para a contratação dos projetos pela Eletrobrás. (MME, 2012).

O PROINFA conta com o suporte do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), que criou um programa de apoio a investimentos em fontes alternativas renováveis de energia elétrica. A linha de crédito prevê financiamento de até 70% do investimento, excluindo apenas bens e serviços importados e a aquisição de terrenos. Os investidores terão que garantir 30% do projeto com capital próprio. As condições do financiamento serão com Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP) mais 2% de *spread* básico e até 1,5% de *spread* de risco ao ano, carência de seis meses após a entrada em operação comercial, amortização por dez anos e não pagamento de juros durante a construção do empreendimento. (MME, 2012).

A Eletrobras, no contrato de compra de energia de longo prazo, assegurará ao empreendedor uma receita mínima de 70% da energia contratada durante o período de financiamento e proteção integral quanto aos riscos de exposição do mercado de curto prazo.

Com a implantação do PROINFA, estima-se que serão gerados 150 mil empregos diretos e indiretos durante a construção e a operação dos empreendimentos. Os investimentos previstos do setor privado são da ordem de R\$ 8,6 bilhões. Uma das exigências da Lei nº 10.762 é a obrigatoriedade de um índice mínimo de nacionalização de 60% do custo total de construção dos projetos. O Brasil detém as tecnologias de produção de maquinário para uso em Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) e usinas de biomassa e está avançando na tecnologia eólica, com duas fábricas instaladas, uma no Sudeste e outra no Nordeste. (MME, 2012).

Os critérios de regionalização, previstos na Lei nº 10.762, estabelecem um limite de contratação por Estado de 20% da potência total destinada às fontes eólica e biomassa e 15% para as PCHs, o que possibilita a todos os Estados que tenham vocação e projetos aprovados e licenciados a oportunidade de participarem do programa. A limitação, no entanto, é preliminar, já que, caso não venha a ser contratada a totalidade dos 1.100 MW destinados a cada tecnologia, o potencial não-contratado será distribuído entre os Estados que possuem as licenças ambientais mais antigas. Para participarem do Programa, os empreendimentos terão de ter licença prévia de instalação. (MME, 2012).

Em relação ao abastecimento de energia elétrica do país, o PROINFA é um instrumento de complementaridade energética sazonal à energia hidráulica, responsável por mais de 90% da geração do país. Na região Nordeste, a energia eólica servirá como complemento ao abastecimento hidráulico, já que o período de chuvas é inverso ao de ventos. O mesmo ocorre com a biomassa nas regiões Sul e Sudeste, onde a colheita de safras

propícias à geração de energia elétrica (cana-de-açúcar e arroz, por exemplo) ocorre em período diferente do chuvoso.

No Brasil, 41% da matriz energética é renovável, enquanto a média mundial é de 14% e nos países desenvolvidos, de apenas 6%, segundo dados do Balanço Energético Nacional - edição 2003. A entrada de novas fontes renováveis evitará a emissão de 2,5 milhões de toneladas de gás carbônico/ano, ampliando as possibilidades de negócios de Certificação de Redução de Emissão de Carbono, nos termos do Protocolo de Quioto. O Programa também permitirá maior inserção do pequeno produtor de energia elétrica, diversificando o número de agentes do setor. (MME, 2012).

3.4.2 Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)

O Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) tem dado apoio ao aumento da oferta de energia elétrica por meio da cogeração de energia, com o PROESCO financiando projetos de eficiência energética, com o FINEM e participando do PROINFA, conforme informações contidas em (BNDES, 2012) .

O PROINFA na sua concepção conta com o suporte do BNDES, que criou um programa de apoio a investimentos em fontes renováveis de energia elétrica, com previsão de financiamento de até 70% do custo de implantação, excluindo apenas bens e serviços importados e a aquisição de terrenos.

O aporte próprio do investidor será de 30% com amortização de dez anos e não - pagamento de juros durante a construção do empreendimento. A taxa de juros incide sobre o custo financeiro acrescido da remuneração total do BNDES e da remuneração do agente, no caso do apoio indireto (realizado através de instituição financeira credenciada) . Desta forma,

Apoio Direto (realizado diretamente com o BNDES) : Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP) + 3,5% ao ano. Apoio Indireto: TJLP + 2% a o ano (dispensa da taxa de intermediação financeira) + remuneração do Agente (a ser negociado).

O PROESCO apoia projetos de eficiência energética junto aos usuários finais de energia em intervenções que comprovadamente contribuam para a economia de energia. Destacam-se os projetos que utilizam equipamentos com tecnologia mais eficiente, tais como: caldeiras e sistemas de vapor, sistemas de cogeração e sistemas automáticos de gerenciamento de energia.

Duas modalidades operacionais podem ser associadas aos projetos de eficiência energética. Uma que conta com o apoio de empresa especializada em conservação de energia, cujo risco é compartilhado entre o BNDES e as instituições financeiras credenciadas ou na operação indireta, em que o agente financeiro assume integralmente o risco de crédito. E outra que conta com a iniciativa exclusiva do usuário final de energia, em operações diretas ou indiretas. A participação do Banco pode alcançar até 90% do custo de implantação do projeto, comum prazo máximo de amortização de 72 meses, já incluso o prazo de carência de até 24 meses.

Como critério a obtenção do financiamento, o solicitante deverá apresentar projeto que permita identificar, analisar e acompanhar detalhadamente o conjunto de ações e metas, através do qual pretenda contribuir para a economia de energia. São financiáveis os estudos e projetos, obras e instalações e os sistemas de informação, monitoramento, controle e fiscalização. (COSTA, 2008).

O FINEM financia iniciativas para a realização de projetos de implantação, expansão e modernização de equipamentos de valor superior a R\$ 10 milhões, incluída a aquisição de

máquinas e equipamentos novos, de fabricação nacional, credenciados pelo BNDES, bem como a importação de maquinários novos sem similar nacional e capital de giro associado, realizados diretamente com o BNDES ou através das instituições financeiras credenciadas.

Os financiamentos envolvem duas linhas de caldeiras, a depender da tecnologia adotada. O Banco financia até 90% do valor do custo do equipamento e ser amortizado em um prazo máximo de 14 anos, a uma taxa de juros formada pela remuneração do BNDES mais o custo financeiro. O Quadro 1 ilustra as linhas de financiamento mencionada das (BNDES, 2012).

Linhas de Financiamento	Remuneração do BNDES (% ao ano)	Custo Financeiro	Participação Máxima (%)
Termoelétrica de Biomassa (caldeiras com capacidade igual ou superior a 60 bar)	1,00	TJ/LP	90
Termelétrica, Cogeração e Gás e Termoelétrica de Biomassa (caldeiras com capacidade inferior a 60 bar)	1,00	TJ/LP	80

Quadro 1 - Linhas de financiamento de caldeiras

Fonte: COSTA, 2008, p. 128

3.5 Contratação de energia elétrica

3.5.1 Reserva de capacidade

Entende-se por Reserva de Capacidade o montante de potência contratado no sistema de transmissão ou distribuição, por Autoprodutores e Produtores Independentes de energia, com vistas a suprir as unidades consumidoras diretamente conectadas às suas instalações quando da ocorrência de interrupção ou redução temporária de suas gerações, conforme a Resolução Normativa número 371 da ANEEL, de 29 de dezembro de 1999 (ANEEL, 2012).

A energia elétrica de reserva de capacidade deverá ser adquirida pelo interessado tanto no Ambiente de Contratação Livre, por meio de contratos bilaterais livremente negociados, quanto no Mercado de Curto Prazo. Como o agente Autoprodutor ou Produtor Independente, na contratação de reserva de capacidade, não pode ser considerado consumidor livre, de acordo com o artigo 8º da Lei no 10.848, de 15 de março de 2004, que altera o §5º do artigo 4º da Lei no 9.074, de 7 de julho de 1995, é vedada a aquisição de energia da distribuidora local (COSTA 2008).

A Normativa no 371 da ANEEL, de 18 de agosto de 1999, estabelece um montante de uso limitado a 30 MW, para fins de reserva de capacidade e definição, em contrato, do número de horas de uso previsto para o período de um ano, sendo fixada a frequência máxima de uso anual em 12 vezes (COSTA, 2008).

O acessante à rede elétrica deverá se responsabilizar pela instalação de medição específica nas unidades geradoras, de acordo com os padrões definidos pelas concessionárias ou permissionárias de distribuição de energia elétrica, para fins de contabilização e faturamento da energia consumida. (COSTA, 2008).

3.5.2 Leilões de energia

Até o surgimento da Lei nº 10.848, de 2004, os agentes de distribuição realizavam suas contratações buscando no mercado contratos bilaterais livremente negociados. Essa prática não centralizava as contratações e não obtinha a melhor eficiência.

Com as reformas realizadas na estrutura do setor elétrico no Brasil, foi introduzido um novo instrumento para a busca da eficiência da contratação de energia por parte dos agentes de distribuição – os leilões regulados. Esses leilões são do tipo *Dutch Auctions* (Leilões Holandeses), certame onde o vendedor dá os lances e vence aquele que oferecer o menor lance de venda, e um modelo de comprador único, resultante da agregação da demanda dos agentes de distribuição. Assim, esses leilões operacionalizam a contratação da soma das necessidades individuais de energia de cada agente ao menor preço ofertado, buscando satisfazer o princípio da modicidade das tarifas. (DE LIMA, 2011)

"Essas necessidades individuais são formalizadas pela declaração de compra enviada pelos agentes de distribuição ao Ministério de Minas e Energia – MME, nas quais definem os montantes de energia a serem contratados por meio dos leilões, para recebimento da energia elétrica no centro de gravidade de seus submercados e atendimento à totalidade de suas cargas, conforme dispõe o art. 18 do Decreto nº 5.163, de 2004. É nessa declaração de compras que os agentes de distribuição incluem toda a sua estratégia de contratação, pois do leilão em si participam passivamente. Esses volumes de energia declarados serão contratados e servirão como instrumentos fundamentais para a mitigação dos riscos de sub e sobrecontratação. Se esses agentes realizam estudos de mercado que direcionam para declarações de compra exageradas e a previsão de mercado não se realiza, eles podem ser impactados por perdas financeiras decorrentes da sobrecontratação." (DE LIMA, 2011, p. 21).

Essa nova estrutura de aquisição de energia permite a viabilização de grandes projetos, o rateio dos riscos e dos benefícios dos contratos. Os leilões regulados de energia elétrica são realizados para contratação de energia proveniente de novos empreendimentos (energia nova), com o objetivo de expandir a oferta e para a contratação de energia existente, visando à renovação dos contratos a vencer. Anualmente, estão previstos os leilões:

a) de energia nova – esses leilões servem para financiar a introdução de novos empreendimentos para atender ao crescimento da demanda. São oferecidos contratos de energia com prazos de suprimento que variam de quinze a trinta anos. São eles:

- Leilão A-5, para entrega cinco anos após a realização do leilão de compra de energia elétrica, tempo médio para construção de hidrelétricas. (ANEEL, 2012).
- Leilão A-3, para entrega três anos após a realização do leilão de compra de energia elétrica, tempo médio para construção de termelétricas. (ANEEL, 2012).

b) de energia existente – estes leilões servem para recontratar os montantes contratados a vencer e calibrar o saldo de contratos em relação à demanda do agente de distribuição. São eles:

- Leilão A-1, para entrega um ano após a realização do leilão de compra de energia elétrica. São oferecidos contratos de energia com prazos de suprimento que variam de três a quinze anos. Possui o objetivo de recontratação da energia existente, para equalizar o montante contratado. Esses contratos poderão ser reduzidos, em até 4% do montante inicialmente contratado, por variações de mercado, pela saída de consumidores potencialmente livres, devido à opção de compra de energia proveniente de outro fornecedor e por acréscimos na aquisição de energia elétrica decorrentes de contratos celebrados até 16 de março de 2004. Na prática, antes que seja realizada a redução contratual, os agentes participam de um processo de compensação, apresentado na seção seguinte, onde os interessados pela energia possam recebê-la na forma de cessão de contrato,

fazendo com que o vendedor não seja impactado com redução de receita. (ANEEL, 2012).

- Leilão de Ajuste, os contratos deverão prever o início de entrega da energia elétrica no prazo máximo de quatro meses, a contar da realização do leilão. O montante contratado nesse leilão está limitado atualmente a 1% da carga total contratada de cada agente de distribuição. Seu objetivo é realizar a complementação, pelos agentes de distribuição, do montante de energia elétrica necessário para o atendimento à totalidade de suas cargas. São importantes para a realização de pequenos ajustes. O prazo de suprimento dos contratos se limita a dois anos. (ANEEL, 2012).

c) de energia proveniente de fontes alternativas – estes leilões servem para incentivar a inclusão destas fontes na matriz energética do país. São oferecidos contratos de energia com prazos de suprimento que variam de dez a trinta anos.

A Figura 6 resume as descrições sobre leilões de energia incluídas na presente seção.

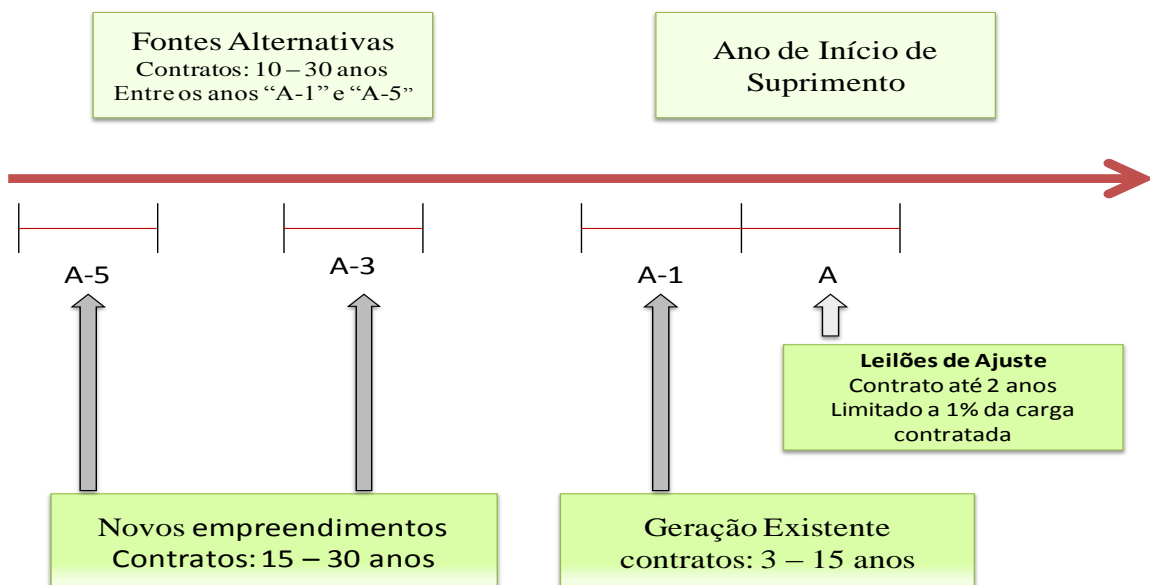


Figura 6 - Resumo dos leilões regulados de energia elétrica

Fonte: DE LIMA, 2011, p. 23.

Os Contratos de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado – CCEAR resultantes desses leilões poderão ter as modalidades por: (a) quantidade de energia elétrica ou (b) disponibilidade de energia elétrica.

Segundo o Decreto nº 5.163, de 2004, nos CCEAR, na modalidade por quantidade de energia elétrica, os custos decorrentes dos riscos hidrológicos serão assumidos pelos *agentes vendedores* e os riscos financeiros eventualmente impostos aos agentes de distribuição que celebraram contratos nessa modalidade, decorrentes de diferenças de preços entre submercados, são rateados, a partir de mecanismo específico, constante das regras de comercialização de energia elétrica. (DE LIMA, 2011).

Já na modalidade por disponibilidade de energia elétrica, de acordo com o referido Decreto, os custos decorrentes dos riscos hidrológicos serão assumidos pelos agentes *compradores*, e eventuais exposições financeiras no mercado de curto prazo da CCEE, positivas ou negativas, serão assumidas pelos agentes de distribuição, garantido o repasse ao consumidor final. (DE LIMA, 2011).

3.5.3 Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)

Apesar de não ser o foco do estudo, é necessário compreender o funcionamento dos chamados Mecanismos de Desenvolvimento Limpo, que podem ser oportunidades para a exploração da bioeletricidade. O Mecanismo e Desenvolvimento Limpo (MDL) originou-se de uma proposta brasileira que sugeriu inicialmente a formação do Fundo de Desenvolvimento Limpo, onde os países de grande emissão de carbono, que não conseguissem reduzir as suas emissões conforme acordado, deveriam dispor de verbas para o fundo. Em Quioto, o nome do fundo foi mudado para mecanismo, e passou a ser chamado de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

Em 2004, o Brasil foi o líder da América Latina em valores negociados no MDL, sendo o responsável por cerca de 20% do total de créditos de carbono negociados no período. Atualmente, o país responde por aproximadamente 38% dos projetos registrados na região e a maior parte dos seus projetos (42%) refere-se à utilização da biomassa para a cogeração de energia elétrica. É válido ressaltar que os projetos que envolvem a captura do gás metano aparecem em segundo lugar nesta estatística (39%), seguidos pelos projetos hidrelétricos (9%) e pelos projetos eólicos (3%). (BATISTA, 2007).

Para participar do mercado de carbono estabelecido pelo Protocolo de Quioto e receber os Certificados de Emissões Reduzidas (CER), conhecidos como créditos de carbono, as usinas termoelétricas de biomassa de cana-de-açúcar precisam cadastrar-se e receber a aprovação da *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC). A aprovação é obtida através do envio de seus projetos para serem analisados e aprovados, fazendo com que as usinas sejam classificadas como Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Desta forma, cada usina precisa criar e apresentar um projeto mostrando seus dados e evidenciando o quanto está contribuindo para evitar ou reduzir a emissão dos Gases de Efeito Estufa (GEE) para a atmosfera. (MENEGUELLO, 2006).

4. METODOLOGIA DA PESQUISA

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos envolvidos na realização da pesquisa, abrangendo os seguintes tópicos: tipo de pesquisa; local de realização; participantes envolvidos; instrumentos utilizados; procedimentos de análise e coleta de dados.

4.1 Tipo de pesquisa

Segundo Vergara (2006) esta pesquisa pode ser classificada, quanto aos fins, como sendo exploratória, pois há pouco conhecimento acumulado e sistematizado na área em que se pretende investigar. Em relação aos meios, ela caracteriza-se como sendo de campo, com aplicação de entrevistas e questionários.

Uma parte da pesquisa utilizou dados secundários obtidos a partir de um trabalho da CONAB sobre a geração termelétrica com a queima do bagaço da cana-de-açúcar, referente à safra de 2009/10. Os dados obtidos na pesquisa da CONAB são um dos poucos existentes em órgãos oficiais do Governo, por isso foi utilizado para realizar uma caracterização do negócio da bioeletricidade no Brasil, que está presente no capítulo 5.

A outra parte da pesquisa realizada neste trabalho, presente no capítulo 6, tomou por base a Metodologia de Prospecção de Demandas Tecnológicas, proposta por Castro, Lima, et al. (1998). De acordo com essa Metodologia, a prospecção de cadeias produtivas compreende duas grandes etapas: a análise diagnóstica e a análise prognóstica. Este trabalho realizou parcialmente a análise diagnóstica da cadeia produtiva de bioeletricidade no Brasil.

Na análise diagnóstica pesquisa-se a situação e desempenho passado e atual da cadeia produtiva. Na definição de Castro, Lima et al. (1998), o desempenho de uma cadeia produtiva

é a capacidade de seus componentes, atuando interativamente, processarem capital, energia (mecânica e química), informação e matéria, transformando-os em produtos e subprodutos de utilidade para determinados grupos de consumidores intermediários ou finais.

De acordo com Lima et al. (2001) a análise diagnóstica compreende as seguintes etapas:

1. **Caracterização geral da cadeia produtiva:** definição da importância relativa da cadeia produtiva no agronegócio, definição de objetivos de desempenho, limites, insumos, componentes, ambiente institucional e organizacional e também a definição dos critérios de desempenho que vai utilizar na análise diagnóstica.
2. **Modelagem da cadeia produtiva:** consiste na construção de um modelo para a cadeia, incluindo sua segmentação e os fluxos entre segmentos.
3. **Análise de fluxos de materiais e capital:** consiste na determinação de quantidades de matéria e de capital que entram ou saem de cada segmento da cadeia, para determinação de sua eficiência e equidade.
4. **Análise de entradas e saídas:** esta é a determinação das características desejáveis de insumos e produtos (intermediários e finais) em uma cadeia, de maneira que se possa determinar a qualidade dos produtos.
5. **Análise de processos internos em segmentos da cadeia produtiva:** consiste na análise de operações internas, em cada segmento, para determinação de limitações e oportunidades para a eficiência, qualidade ou sustentabilidade ambiental (quando se trata de segmentos de sistemas produtivos).
6. **Identificação de limitações e oportunidades, e determinação de fatores críticos:** consiste na identificação das variáveis determinantes de baixo desempenho (limitações e oportunidades), de um elo ou segmento de uma cadeia produtiva, inicialmente e da identificação de variáveis com maior impacto no desempenho.

7. **Qualificação da tendência histórica de cada fator crítico:** consiste na medição do comportamento do fator crítico, por um período de 5 a 10 anos.
8. **Identificação das principais forças impulsoras e restritivas:** é a identificação de determinantes dos fatores críticos identificados.

Nesta pesquisa, foram realizadas as etapas de 1 a 6, acima descritas. A etapa 6 limitou-se à identificação de oportunidades e limitações; não foi possível a determinação de fatores críticos². As etapas 7 e 8, por esta razão, também não puderam ser realizadas.

4.2 Contexto da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida no interior do Estado de São Paulo, que é o maior estado produtor de cana-de-açúcar do Brasil. As regiões do Estado de São Paulo onde a pesquisa se realizou foram as regiões de Ribeirão Preto e São José do Rio Preto, onde se encontram os principais polos sucroenergéticos do Brasil. Todos os componentes da cadeia, assim como seus ambientes, foram descritos e avaliados a partir de informações fornecidas por informantes-chave, que nesse caso foram os especialistas em comercialização de alguns Grupos presentes na região da pesquisa.

² Essa etapa não foi realizada porque exigiria um segundo levantamento, junto aos especialistas, depois de analisados os dados coletados, em relação a todas as outras etapas. Este segundo levantamento não poderia ser realizado dentro dos limites de tempo definidos para a dissertação. .

4.3 Participantes da pesquisa

A pesquisa conduzida neste trabalho abrangeu dois tipos de participantes, que forneceram informações sobre os grupos sucroenergéticos a que estão vinculados: a) especialistas na cadeia produtiva de bioeletricidade e que trabalham em Grupo que comercializa bioeletricidade, e especialistas na cadeia produtiva de bioeletricidade na qual o Grupo não comercializa bioeletricidade, embora a produza para seu autoconsumo.

Os grupos sucroenergéticos selecionados para a pesquisa representam de forma considerável o universo estudado. Juntos, os grupos selecionados representam mais de 11% da produção nacional de cana-de-açúcar, assim como da produção de etanol e açúcar. Em relação à comercialização de bioeletricidade, os grupos são, em conjunto, responsáveis por 10,8% da comercialização nacional, sendo que algumas não comercializam ou comercializam pequenas quantidades. Para preservar a identidade dos especialistas participantes da pesquisa, os sete especialistas foram identificados como: "Grupo 1", "Grupo 2", "Grupo 3", "Grupo 4", "Grupo 5", "Grupo 6", "Grupo 7".

4.4 Procedimentos de coleta e análise dos dados

4.4.1 Coleta e análise de dados secundários

A coleta de dados secundários foi feita por meio da leitura de artigos, dissertações de mestrado, teses de doutorado, monografias e livros. Além disso, foram utilizadas bases de dados de Órgãos ligados ao setor sucroenergético, assim como do Governo, que é o caso da CONAB, que possibilitou uma visão sistêmica do cenário sucroenergético e compreender a realidade da comercialização da bioeletricidade no Brasil.

Com a obtenção dos dados secundários foi possível descrever o negócio de eletricidade no Brasil, bem como o negócio da bioeletricidade em São Paulo, foco do estudo, e no Brasil. Dessa forma, o estudo teve todos os suprimentos necessários para a realização das análises da cadeia produtiva de bioeletricidade.

As análises constituíram-se basicamente em comparações e/ou análises agregadas de dados apresentados pelas fontes pesquisadas, na forma de Tabelas e Gráficos.

4.4.2 A pesquisa: coleta de dados primários sobre bioeletricidade

Na visão de Castro, Lima, et al. (1998), não há um conjunto específico e único de técnicas para executar o processo de coleta, organização e análise dos dados requeridos em um estudo de prospecção de cadeias produtivas. Ao contrário, existe uma variedade importante de técnicas que podem ser adaptadas pelas equipes executoras de acordo com suas capacidades e necessidades, bem como das vantagens e limitações que cada técnica oferece no contexto em que se deseja aplicar.

Neste trabalho, utilizou-se o *Rapid Rural Appraisal* (RRA). Na visão de Dunn, (1994), a RRA pode ser definida como uma metodologia qualitativa de levantamento de dados que usa uma equipe multidisciplinar, formada por especialistas, para discutir problemas associados à pesquisa e ao desenvolvimento da agricultura. A RRA é utilizada como forma de obter uma perspectiva mais ampla da comunidade ou grupo que está sendo analisado. O seu rigor científico é derivado das ciências sociais, especialmente daquelas baseadas em técnicas qualitativas indutivas.

O método de levantamento de dados a partir do RRA tem se mostrado bastante apropriado na análise de sistemas agroalimentares quando os recursos de tempo e/ou

financeiros são escassos, impedindo a realização de avaliações formais, ou quando o interesse está em obter conhecimento amplo, e não aprofundado, sobre o sistema (BANDO, 1998).

"Trata-se de um enfoque pragmático que se situa entre o contínuo dos métodos informais, como conversas não estruturadas e visitas de curta duração, e das pesquisas bem estruturadas como censos, pesquisas de mercado e experimentos. As vantagens deste método estão associadas ao seu baixo custo, à sua velocidade de execução, à sua capacidade de elucidação do sistema e à sua flexibilidade e eficiência operacional." (USAID, 1996 apud TIRADO, 2009, p.47).

O método RRA se mostra apropriado nos casos em que: as informações descritivas e qualitativas são suficientes para a tomada de decisão; é necessária a compreensão das relações de causa e efeito que afetam o comportamento do sistema; é preciso uma interpretação dos dados levantados. (USAID, 1996).

Os dados foram coletados mediante a aplicação de instrumento de pesquisa, por meio de entrevistas com informantes-chave da cadeia produtiva (especialistas, em cada grupo sucroenergético selecionado). Nas entrevistas foram utilizadas perguntas pré-definidas e semi-estruturadas possibilitando ao entrevistado a liberdade de expressar livremente as suas percepções, crenças, opiniões e atitudes. A opção pela formulação de perguntas que possibilitam respostas abertas decorre do fato de elas serem mais apropriadas para tratar questões complexas e também para evitar erros de interpretação, e/ou de direcionamento de respostas (LIMA et al., 2001).

A escolha do método RRA com entrevistas informais pessoais, em vez da aplicação de questionários impessoais tem as seguintes vantagens: maior facilidade para tratar de temas mais complexos; possibilidade de observar o comportamento do entrevistado; maior flexibilidade para obtenção de informações; atenção às necessidades de aprofundamento de temas com perguntas esclarecedoras adicionais; possibilidade de poder explorar temas não

previstos, que emergem na entrevista; e necessidade de direcionar a análise para um grupo específico de maneira integrada e com restrições de tempo. (LIMA, 2001).

Resumindo, as principais características dessa metodologia são:

- É meio termo entre os métodos qualitativos formais de levantamento de direto de informação e as chamadas *surveys* (técnicas com maior estruturação e premissas de representatividade estatística; Baseia-se em equipes interdisciplinares.
- Baseia-se em flexibilidade e criatividade.
- Não possui receitas *predeterminadas*;
- Pode ser aplicada isoladamente ou em complemento a outras técnicas de levantamento de informação;
- Pode oferecer informação qualitativa mais detalhada, complementando informação quantitativa;
- Permite observar o problema a partir de ângulos diferentes.
- Permite a aprendizagem rápida pelos pesquisadores
- Os entrevistados são selecionados propositalmente, não de forma aleatória.

(CASTRO, LIMA, 2011).

Os procedimentos de coleta de dados seguiram as seguintes etapas:

- Contato inicial, por telefone, com dez grupos que contavam com especialistas da cadeia produtiva de bioeletricidade, explicando o objetivo do trabalho e convidando-o a contribuir com a pesquisa.
- Realização de entrevistas com especialistas, em cada grupo que aceitou o convite para participar da pesquisa.

4.4.2.1 Instrumento de Coleta de Dados

Na pesquisa realizada com os especialistas na cadeia produtiva de bioeletricidade, o instrumento utilizado foi a entrevista semi-estruturada. Com base nas etapas prescritas pela metodologia de prospecção de demandas tecnológicas, proposto por Castro, Lima, et al. (1998), foi construído um questionário contendo questões que pudessem subsidiar a realização da análise diagnóstica da cadeia produtiva de bioeletricidade. O instrumento utilizado é apresentado no Anexo "A".

Antes da aplicação do questionário aos especialistas, foi realizado um teste do mesmo por meio de entrevista via telefone com um especialista da região de Catanduva-SP. Após este teste, foram realizados ajustes para torná-lo mais preciso e adequado.

O questionário contava com oito seções: na primeira seção foi realizada uma caracterização do Grupo; na segunda seção os especialistas foram questionados sobre os insumos de produção; na terceira seção tratou-se da produção de energia; a quarta seção foi sobre políticas públicas; a quinta buscava identificar custos no processo de geração de bioeletricidade; a sexta seção tratou da comercialização de bioeletricidade; a sétima seção dos investimentos no setor; e por fim procurou-se saber quais as principais limitações e oportunidade no setor.

4.4.3 Análise de dados primários coletados pela pesquisa

No intuito de obter uma análise mais aprofundada e completa das entrevistas, utilizou-se o procedimento de gravar e posteriormente transcrever as entrevistas. Para tanto, foi utilizada a ferramenta de análise de conteúdo a partir de:

“uma decomposição do discurso e identificação de unidades de análise ou grupos de representações para uma categorização dos fenômenos, a partir da qual se torna possível uma reconstrução de significados que apresentem uma compreensão mais aprofundada da interpretação de realidade do grupo estudado” (SILVA, C. R. et al. 2005, p.70).

Esta abordagem permite perceber interpretar o conteúdo de toda classe de documentos.

De uma forma geral, são explicitadas quatro fases principais para a análise de conteúdo sendo elas: a) Fase de pré-exploração do material; b) Fase de exploração do material e seleção das unidades de análise; c) Fase de tratamento dos dados; e d) interpretação do conteúdo. (BARDIN, 1977)

Após leituras criteriosas das transcrições foi possível ter um domínio do conteúdo nelas presente e puderam-se criar análises que permitiram nortear os rumos do estudo, bem como agrupar as informações transmitidas pelos diferentes atores. (BARDIN, 1977).

5. RESULTADOS

As análises e discussões serão divididas em diferentes subseções, que seguem a lógica utilizada na pesquisa, iniciando pela caracterização do negócio de eletricidade no Brasil, seguido do negócio de bioeletricidade no Brasil e posteriormente pelo negócio de bioeletricidade em São Paulo. Em seguida, analisaram-se os sistemas produtivos de bioeletricidade, seus insumos, processos de geração de energia e seus custos, a comercialização da energia gerada, e finalizando pela análise de influências dos ambientes organizacional e institucional sobre o desempenho da cadeia.

A seção 5.1 apresenta a cadeia produtiva de bioeletricidade, a seção 5.2 apresenta o negócio de eletricidade no Brasil: principais fontes de energia; enquanto que a seção 5.3, apresenta o negócio de bioeletricidade no Brasil, caracterizando o cenário nacional de bioeletricidade. A seção 5.4 mostra a capacidade de geração de energia elétrica no Brasil, a partir de bioeletricidade. A partir da seção 5.5, apresenta-se os resultados obtidos na pesquisa realizada no Estado de São Paulo, assim como as principais discussões relevantes da cadeia produtiva em estudo.

5.1 Cadeia Produtiva de Bioeletricidade

A cadeia produtiva de bioeletricidade deriva da cadeia produtiva de cana-de-açúcar, pois a geração de bioeletricidade ocorre a partir de subprodutos da cana, como é o caso do bagaço e da palha. A Figura 6 apresenta o modelo que permitiu a análise da cadeia produtiva de bioeletricidade.

Os principais atores da cadeia produtiva de bioeletricidade podem ser apresentados por partes, sendo na primeira parte os atores referentes ao fornecimento de insumos. Os fornecedores de insumo para a produção de bioeletricidade são os sistemas produtivos

agrícolas (já que a cana-de-açúcar é a matéria-prima para a produção de bagaço. Este sistema pode ser segmentado em empresas capitalistas integradas e produtores capitalistas independentes, isto é, fornecedores independentes, não integrados às usinas. Esses dois atores, produtores integrados e produtores não integrados, entregam sua produção à agroindústria canavieira, que é responsável pela moagem da cana. No estudo, os produtores independentes não serão analisados, concentrando-se as análises nas empresas capitalistas integradas.

Na agroindústria é onde ocorre a produção de etanol, açúcar e bioeletricidade, além de outros produtos, porém neste estudo apenas a bioeletricidade é detalhada. No modelo da cadeia produtiva a existência dos consumidores finais de alimentos e de álcoois é registrada, além dos consumidores de bioeletricidade, embora apenas estes últimos sejam considerados na análise.

Após todo o processo de produção de bioeletricidade dentro da agroindústria, ela pode ter múltiplas destinações. Primeiramente ela é destinada ao autoconsumo, processo utilizado por praticamente todas as usinas do Brasil. Em usinas que conseguem gerar excedentes, apenas 30% destinam a bioeletricidade gerada para a comercialização.

A comercialização pode ocorrer de diferentes formas: a) diretamente com o consumidor final; b) através de comercializadoras de energia elétrica; e c) através da venda das distribuidoras de energia elétrica. Essas três formas de comercialização são bem distintas e podem apresentar uma segurança maior ou menor para as usinas. Por exemplo, em contratos com distribuidoras de energia, geralmente de longo prazo, há uma maior segurança, porém nos contratos com comercializadoras e diretamente com o consumidor final, que são contratos na maioria das vezes de curto prazo, há riscos de inadimplência e insegurança para o retorno esperado do investimento. A Figura 7 apresenta o modelo de cadeia produtiva de bioeletricidade.

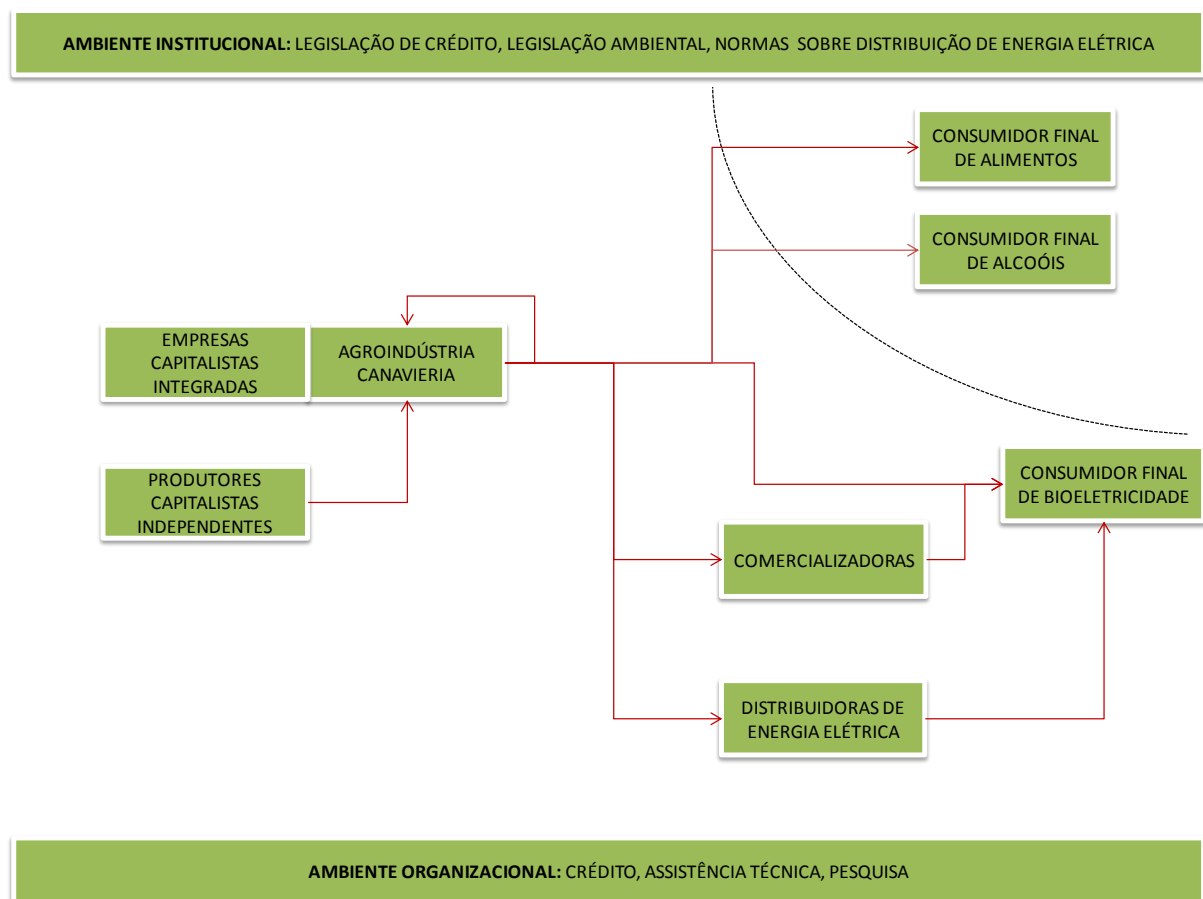


Figura 7 – Modelo da cadeia produtiva de bioeletricidade

Além dos atores exemplificados, verifica-se na cadeia produtiva a presença de outros atores nos ambientes organizacional e institucional da cadeia. O primeiro ambiente é representado por aquelas organizações que apoiam a cadeia, mas não fazem parte diretamente dela. Esse ambiente organizacional é composto principalmente por instituições de pesquisa, de assistência técnica e de crédito. O ambiente institucional da cadeia, por sua vez, é composto pelo conjunto de leis e normas que condicionam seu desempenho, entre os quais se destacam a legislação ambiental, legislação sobre o setor elétrico, entre outras.

5.2 O negócio de eletricidade no Brasil: Principais fontes de energia

O Brasil apresenta um sistema de produção e transmissão de energia elétrica que recebe a denominação de hidrotérmico de grande porte, pois aproximadamente 90% da geração nacional é decorrente de hidrelétricas. A maior parte dessa capacidade instalada se distribui por dez diferentes bacias hidrográficas (Rio Grande, Rio Iguaçu, Rio Jacuí, Rio Paraná, Rio Paranaíba, Rio Paranapanema, Rio São Francisco, Rio Tietê, Rio Tocantins e Rio Uruguai) em diferentes regiões do país.

Uma das principais características do setor é de operar sob a forma de concessão, autorização ou permissão do Estado, representando o serviço público na área de infraestrutura com maior extensão de atendimento, com cerca de 98%, isto é, próxima à universalização. A ANEEL é a agência encarregada da definição da matriz energética nacional e de assegurar o equilíbrio entre oferta e demanda no curto, médio e longo prazo. Os registros da ANEEL sobre a capacidade instalada dos empreendimentos de energia elétrica em operação no Brasil são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Capacidade instalada dos empreendimentos de energia elétrica em operação no Brasil (2001 - 2009)

Tipo de Geradora	Capacidade instalada dos empreendimentos em operação no Brasil								
	Em 31/12/2001	Em 31/12/2003	Em 31/12/2005	Em 31/12/2007	Em 31/12/2008	Em 31/12/2009	Variação 2001 - 2009	Percentual do Total em 2001	Percentual do Total em 2009
	MW	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Usina Hidrelétrica de Energia -UHE*	61554	66460	69631	74937	74901	75484	22,63	82,21%	70,83%
Usina Termelétrica de Energia - UTE	10481	16130	19770	21229	22999	25350	141,87	14,00%	23,79%
Pequena Central Hidrelétrica - PCH**	855	1151	1330	1820	2490	2953	245,38	1,14%	2,77%
Central Geradora Hidrelétrica - CGH***	0	87	99	112	154	173	173	0,00%	0,16%
Usina Termonuclear - UTN	1966	2007	2007	2007	2007	2007	2,09	2,63%	1,88%
Central Geradora Eolielétrica - EOL	21	22	29	247	398	602	2766,67	0,03%	0,56%
Central Geradora Solar Fotovoltaica - SOL									
Total	74877	85857	92866	100352	102949	106569	42,33	100,00%	100,00%

Fonte: adaptado de CONAB, 2011, p. 16

* Considerada somente a parte brasileira na Usina de Itaipu (50% do total)

** Capacidade entre 1 e 30 megawatts

***Capacidade abaixo de 1 megawatt

Os dados apresentados na Tabela 1 revelam a importância das hidrelétricas na matriz energética brasileira, com 70,83% de participação em relação ao total de 2009, porém essa participação já foi maior: em 2001 era de 82,21%; posteriormente, outras fontes de energia tem aumentado sua participação, como é o caso das termoelétricas. As usinas termoelétricas de energia (UTE), representavam apenas 14% do total de energia em 2001, porém em 2009, essa participação já representava 23,79%, indicando que o setor, juntamente com as hidrelétricas, vem se tornando uma das principais fontes de energia elétrica no país.

O crescimento de termoelétricas representa a diversificação da matriz energética brasileira, porém esse crescimento tem "sujado" a matriz, principalmente pelo uso crescente de combustíveis fósseis. Essa realidade pode ser atestada com o estado dessa matriz em outubro de 2010, conforme a Tabela 2:

Tabela 2 - Matriz brasileira de geração de energia elétrica (Empreendimentos em operação em outubro de 2010)

Tipo de empreendimento		Número de Usinas	Capacidade Instalada (em MegaWatts)	Participação
1 - Hidrelétrico		871	80057,6	67,17%
Subtotal		871	80057,6	67,17%
2 - Gás	natural	93	11050,5	9,27%
	de processo	35	1291,3	1,08%
Subtotal		128	12341,8	10,36%
3 - Petróleo	óleo diesel	824	3992,5	3,35%
	óleo residual	29	2523,8	2,12%
Subtotal		853	6516,3	5,47%
4 - Biomassa	bagaço de cana	313	6011,6	5,04%
	licor negro	14	1240,8	1,04%
	madeira	40	327,8	0,28%
	biogás	9	48,5	0,04%
	casca de arroz	7	31,4	0,03%
Subtotal		383	7660,1	6,43%
5 - Nuclear		2	2007	1,68%
Subtotal		2	2007	1,68%
6 - Carvão Mineral		9	1594,1	1,34%
Subtotal		9	1594,1	1,34%
7 - Eólica		46	835,3	0,70%
Subtotal		46	835,3	0,70%
Total dos empreendimentos domésticos		2292	111012,2	93,14%
Importação			8170	6,86%
TOTAL GERAL			119182,2	100,00%

Fonte: CONAB, 2011, p.17.

Observando os dados da Tabela 2, verifica-se que a participação do gás, do petróleo e do carvão mineral, representaram, juntamente, 17,2% do total da capacidade instalada na matriz energética brasileira. Em contramão, as fontes alternativas com baixa emissão de carbono, biomassa, nuclear e eólica têm uma expressão pequena de 8,8%, cabendo à

bioeletricidade a partir do bagaço de cana uma parcela de 5%, que apesar do seu baixo percentual, tem importância relevante na matriz energética brasileira. A grande capacidade instalada para a produção de energia no Brasil está nas hidrelétricas (que representam 67,17% do total de potência instalada no Brasil).

A ONS, como responsável pelo planejamento de programação das operações e do despacho centralizado da geração, divulga regularmente os números da quantidade de energia transmitida pela rede do Sistema Integrado Nacional (SIN). Na tabela 3 é apresentada a quantidade de energia que abastece o país a cada ano.

Tabela 3 - Carga de energia distribuída no Brasil (2005 - 2010)

Tipo de geração	Carga de energia distribuída em todo o ano civil (em gigawatts)						Percentual do total (2010)	Variação (2005 - 2010)
	2005	2006	2007	2008	2009	2010		
	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH		
Hidráulica	370.265,80	382.232,90	406.084,30	397.701,70	415.686,20	422.893,40	88,77%	14,21
Térmico convencional	20.383,90	20.128,00	18.669,50	36.489,30	16.307,50	37.496,90	7,87%	83,95
Termocuclear	9.855,20	13.753,30	12.306,50	14.006,30	12.957,10	14.515,10	3,05%	47,28
Eólica	-	228,40	558,90	556,90	712,10	1.471,60	0,31%	1.471,60
Todos	400.504,90	416.342,60	437.619,20	448.754,20	445.662,90	476.377,00	100,00%	18,94

Fonte: CONAB, 2011.

A Tabela 3 confirma a importância das hidrelétricas para o abastecimento de eletricidade no Brasil. Ao longo de seis anos a participação das hidrelétricas não se alterou, e manteve um crescimento constante da sua capacidade, segundo os dados da Tabela 3. O setor que também apresenta crescimento na produção é o térmico convencional, que depois das hidrelétricas é a principal fonte de energia elétrica no Brasil, com um crescimento na sua capacidade de produção de 83,95% entre os anos de 2005 e 2010.

5.3 O negócio da bioeletricidade no Brasil

5.3.1 A produção e a destinação do bagaço da cana-de-açúcar

A produção de bioeletricidade a partir do bagaço de cana é, obviamente, fortemente determinada pela produção de cana no país. O bagaço é um subproduto da moagem da cana. É possivelmente esta a explicação para a relação observada entre capacidade de moagem de cana, e produção e comercialização de bioeletricidade: segundo dados levantados pela CONAB, existe uma diferença relevante entre o volume de cana moída nas unidades que comercializam energia elétrica e as que não comercializam energia elétrica no Brasil. As unidades que comercializam energia elétrica têm uma capacidade de moagem muito maior que as que não comercializam. Na Tabela 4, evidencia-se essa observação.

Tabela 4 - Dimensão média das usinas (comercializam e não comercializam bioeletricidade)

Estado/Região	Média da cana moída pelas unidades que vendem energia elétrica (t)	Média da cana moída pelas usinas que não vendem energia elétrica (t)	Média da cana moída por todas as unidades visitadas (t)
SP	3.326.753,2	1.515.117,0	2.133.204,0
PR	2.325.477,8	1.355.020,0	1.516.763,0
MG	2.126.581,9	1.016.850,0	1.386.761,0
GO	2.063.041,8	923.806,0	1.113.679,0
Estado/Região	Média da cana moída pelas unidades que vendem energia elétrica (t)	Média da cana moída pelas usinas que não vendem energia elétrica (t)	Média da cana moída por todas as unidades visitadas (t)
MS	1.690.393,6	1.349.623,0	1.456.114,0
MT	3.708.123,6	947.055,0	1.560.626,0
RJ	-	651.997,0	651.997,0
ES	830.613,8	529.835,0	572.804,0
Total da região Centro-Sul	2.912.080,2	1.289.097,0	1.756.558,0
AL	1.397.005,8	818.357,0	1.011.240,0
PE	980.343,1	759.795,0	829.970,0

PB	1.045.057,9	649.587,0	693.528,0
RN	1.889.869,7	541.936,0	878.920,0
BA	907.518,5	395.676,0	523.637,0
SE	252.011,0	244.202,0	246.805,0
MA, PI, CE	958.714,2	241.922,0	307.085,0
AM, TO, PA	476.810,4	134.503,0	220.080,0
Total da Região Norte-Nordeste	1.082.747,3	585.479,0	715.716,0
BRASIL	2.549.509,7	1.134.401,0	1.534.088,0

Fonte: CONAB, 2011, p.26

As maiores médias da cana moída pelas unidades que vendem energia elétrica correspondem às unidades do Estado de São Paulo e Mato Grosso, com médias muito superiores aos outros estados do Brasil. No entanto, quando analisamos as médias considerando as usinas que vendem e as que não vendem energia elétrica, o destaque é para o Estado de São Paulo, com uma média de mais de dois milhões de toneladas por usinas. A região Norte-Nordeste apresenta números muito inferiores a região Centro-Sul, sendo muito menores tanto para usinas que vendem energia elétrica, quanto para as que não vendem energia. A Figura 8 facilita a visualização dessa análise.

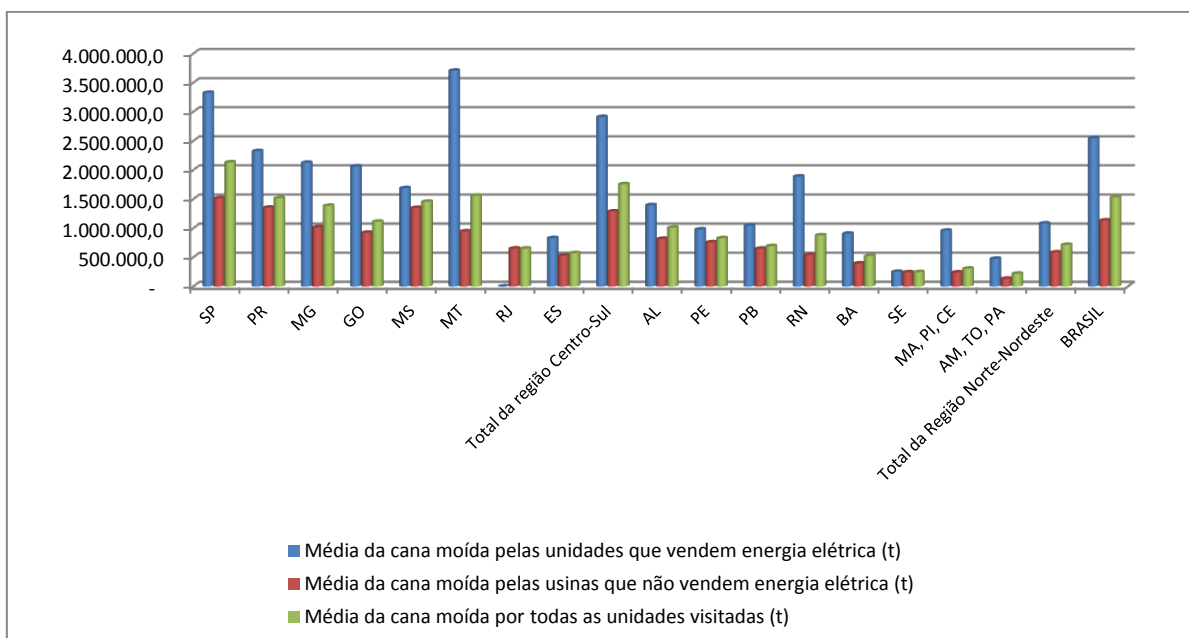


Figura 8 - Dimensão média das usinas (que comercializam e não comercializam bioeletricidade)

Fonte: CONAB (2011, p. 26).

Quando observamos o total de produção de bagaço de cada Estado (tanto para unidades que comercializam energia, como para as que não comercializam) é possível ter uma ideia da quantidade de bagaço que é produzido nas usinas e vislumbrar o potencial existente no setor. O destaque mais uma vez fica com o Estado de São Paulo que é responsável pela maior produção. A Tabela 5 apresenta a produção e utilização do bagaço nos diferentes estados, por empresas que comercializam e que não comercializam bioeletricidade.

Tabela 5 - Total de Cana moída, produção e utilização do bagaço nos diferentes estados em usinas que comercializam e não comercializam bioeletricidade

Estado/Região	Usinas que comercializam bioeletricidade				Usinas que não comercializam bioeletricidade				Diferença dos dois tipos de usina, em proporção de outros usos do bagaço (%)
	Total da cana moída no período da safra (t)	Total do bagaço produzido (t)	Proporção do bagaço usado como combustível na cana moída (%)	Proporção do bagaço para outros usos na cana moída (%)	Total da cana moída no período da safra (t)	Total do bagaço produzido (t)	Proporção do bagaço usado como combustível na cana moída (%)	Proporção do bagaço para outros usos na cana moída (%)	
SP	192.951.684	52.985.185	91,20%	8,80%	169.693.071	46.759.585	85,08	14,92	6,12
PR	11.627.389	3.239.581	98,70%	1,30%	33.875.492	9.068.121	85,60	14,40	13,10
MG	25.518.982	7.016.799	87,20%	12,80%	24.404.396	6.556.861	87,97	12,03	-0,77
GO	12.378.251	3.453.046	98,20%	1,80%	27.714.178	7.952.301	87,34	12,66	10,86
MS	8.451.968	2.296.593	91,30%	8,70%	14.845.850	3.945.156	77,61	22,39	13,69
MT	7.416.247	2.124.803	91,40%	8,60%	6.629.385	1.879.304	96,16	3,84	-4,76
RJ	-	-		-	3.259.987	952.869	85,48	14,52	14,52
ES	830.614	232.611	100%	0%	3.179.012	934.319	0,10	99,90	99,90
Total da Região Centro-Sul	259.175.135	71.348.617	91,50%	8,50%	283.601.371	78.048.516	85,67	14,33	5,83
AL	11.176.047	3.144.322	87%	13%	13.093.712	3.812.268	92,54	7,46	-5,54
PE	6.862.402	2.052.994	96,50%	3,50%	11.396.931	3.322.395	94,86	5,14	1,64
PB	1.045.058	292.616	98,70%	1,30%	5.196.698	1.545.897	84,44	15,56	14,26
RN	1.889.870	557.035	90,10%	9,90%	1.625.808	426.931	81,72	18,28	8,38
BA	907.518	270.264	97,40%	2,60%	1.187.029	307.,248	96,76	3,24	0,64
SE	504.022	137.719	100%	0%	976.809	285. 376	69,40	30,60	30,60
MA, PI, CE	958.714	285.534	83,40%	16,60%	2.419.218	701.544	96,23	3,77	-12,83
AM, TO, PA	476.810	133.507	100%	0%	403.509	104.019	100,00	0,00	0,00
Total da Região Norte-Nordeste	23.820.441	6.873.991	91,40%	8,60%	36.299.714	10.505.678	91,46	8,54	-0,06
BRASIL	282.995.576	78.222.608	91,50%	8,50%	319.901.085	88.554.194	86,36	13,64	5,14

Fonte: CONAB (2011, p. 27 e 28, adaptado)

Somando as quantidades de bagaço provenientes das unidades que comercializam energia e das que não comercializam, chega-se a um total de mais de 166 milhões de toneladas, sendo que mais de 148 milhões foram destinados para uso como combustível. Esses dados evidenciam a quantidade de matéria-prima disponível para produção de bioeletricidade; caso ocorra uma expansão da produção de cana, as quantidades de bagaço serão ainda maiores e possibilitarão maior produção de bioeletricidade.

Em relação à diferença entre os dois tipos de usinas analisadas, verifica-se uma diferença razoável na proporção de bagaço destinado a outros usos. No Paraná observa-se uma diferença de 13,10% (entre as usinas que comercializam bioeletricidade e as que não o fazem), e essa diferença observa-se em outros estados importantes. O Estado que mais chama atenção é o Espírito Santo, porém a discrepância elevada nos dados pode ser explicada por destinarem todo o seu bagaço para gerar combustível. Caso todo o bagaço que não é destinado para a produção de combustível, por todos os estados, fosse destinado para este fim, o mercado de bioeletricidade poderia se expandir fortemente.

Sabe-se que as usinas são autossuficientes na produção de eletricidade devido à geração de energia a partir do bagaço da cana, porém a quantidade de bagaço consumido para essa autossuficiência é relevante para compreender o potencial de crescimento do mercado de bioeletricidade. A Tabela 6 mostra o total de bagaço destinado para autoconsumo das usinas (tanto as que comercializam como as que não comercializam bioeletricidade) e também o total destinado à geração para venda, assim como a participação no total de cada um.

Tabela 6: Destinação do bagaço combustível por estado em usinas que comercializam bioeletricidade e todas as usinas consultadas pela CONAB

Estado/Região	Usinas que comercializam bioeletricidade					Todas as usinas visitadas pela CONAB (Comercializam e não comercializam bioeletricidade)					Diferença das usinas que comercializam para todas as usinas visitadas pela CONAB em relação ao uso do bagaço destinado ao autoconsumo
	Bagaço destinado à geração para autoconsumo (t)	Bagaço destinado à geração para venda (t)	Total do bagaço queimado como combustível (t)	Participação no total		Bagaço destinado à geração para autoconsumo (t)	Bagaço destinado à geração para venda (t)	Total do bagaço queimado como combustível (t)	Participação no total		
				Consumo	Venda				Consumo	Venda	
SP	24.785.573	23.552.499	48.338.072	51,30%	48,70%	64.569.211	23.552.499	88.121.710	73,30%	26,70%	-22,00%
PR	1.464.572	1.732.887	3.197.460	45,80%	54,20%	9.226.939	1.732.887	10.959.826	84,20%	15,80%	-38,40%
MG	3.276.772	2.840.714	6.117.486	53,60%	46,40%	9.044.860	2.840.714	11.885.574	76,10%	23,90%	-22,50%
GO	1.411.271	1.978.974	3.390.246	41,60%	53,40%	8.356.756	1.978.974	10.335.730	80,90%	19,10%	-39,30%
MS	1.005.072	1.091.368	2.096.440	47,90%	52,10%	4.067.082	1.091.368	5.158.451	78,80%	21,20%	-30,90%
MT	1.154.113	787.911	1.942.024	59,40%	40,60%	2.961.219	787.911	3.749.130	79%	21%	-19,60%
RJ	-	-	-	-	-	814.492	-	814.492	100%	0%	0,00%
ES	155,074	77,537	232,611	66,70%	33,30%	1.075.824	77,537	1.153.361	93,30%	6,70%	-26,60%
Total da Região Centro-Sul	33.252.448	32.061.891	65.314.338	50,91%	49,09%	100.116.383	32.061.891	132.178.273	75,74%	24,26%	-24,83%
AL	1.879.799	856,117	2.735.917	68,71%	31,30%	5.407.727	856,117	6.263.844	86,33%	13,70%	-17,62%
PE	1.270.814	710,597	1.981.411	64,14%	35,90%	4.422.365	710,597	5.132.962	86,16%	13,80%	-22,02%
PB	138,537	150,136	288,673	47,99%	52%	1.443.873	150,136	1.594.009	90,58%	9,40%	-42,59%
RN	337,943	0,164	502,102	67,31%	32,70%	686,812	0,164	850,971	80,71%	19,30%	-13,40%
BA	162,904	100,248	263,152	61,90%	38,10%	460,194	100,248	560,442	82,11%	17,90%	-20,21%
SE	60,004	77,714	137,719	43,57%	56,40%	258,064	77,714	335,778	76,86%	23,10%	-33,29%
MA, PI, CE	201,904	36,357	0,238	84,74%	15,30%	876,974	36,357	913,331	96,02%	4%	-11,28%
AM, TO, PA	0,059	74,607	133,507	44,12%	55,90%	162,919	74,607	237,526	68,59%	31,40%	-24,47%
Total da Região Norte-Nordeste	4.110.804	2.169.936	6.280.740	65,45%	34,55%	13.718.928	2.169.936	15.888.863	86,34%	13,66%	-20,89%
BRASIL	37.363.252	34.231.826	71.595.078	52,19%	47,81%	113.835.310	34.231.826	148.067.137	76,88%	23,12%	-24,69%

Fonte: CONAB (2011, p.29-30, adaptado)

Com as informações apresentadas na Tabela 6, pode-se verificar que no Brasil, nas usinas que já estão comercializando bioeletricidade, em média 47,8% do bagaço queimado gera energia excedente que é vendida para terceiros. Quando inclui-se todas as usinas visitadas e agrega-se aquelas que não comercializam, produzindo apenas para autoconsumo, verifica-se uma queda para 23,1%, o que significa que há um imenso potencial inaproveitado de energia no setor sucroenergético.

Outra diferença marcante na Tabela 6 é a diferença apresentada pelos estados da região chamada de expansão canavieira (GO, PR, MS) em relação à destinação do bagaço para autoconsumo das usinas que comercializam e de todas as usinas visitadas. Essa diferença pode ser explicada pela pequena proporção das usinas que comercializam bioeletricidade, o que faz com que o percentual de bagaço destinado ao autoconsumo varie muito nessas regiões. O mesmo raciocínio serve para os estados de Sergipe e Pernambuco na região Norte-Nordeste, que também possuem muito mais usinas que não comercializam bioeletricidade.

Concluindo a análise da Tabela 6, verifica-se que a forte presença das usinas que não comercializam bioeletricidade, faz com que o volume de bagaço destinado à venda de bioeletricidade seja muito baixo no Brasil.

Para ter uma ideia do número de usinas que comercializam energia no Brasil, a Tabela 7 apresenta o número de usinas por macrorregião e por estado. Destaca-se a região Centro-Sul com 309 usinas, com 89 comercializando bioeletricidade, e dentro dessa região o Estado de São Paulo com 58 usinas comercializando bioeletricidade.

Tabela 7 - Número de usinas por estado que vendem energia ou que produzem somente para autoconsumo

Estado/Região	Número total de unidades em atividade que informaram seus dados	Número de unidades informantes que vendem energia	Percentual de usinas que vendem energia	Número de unidades informantes que não vendem energia	Percentual de usinas que não vendem energia
SP	170	58	34,12%	112	65,88%
PR	30	5	16,67%	25	83,33%
MG	36	12	33,33%	24	66,67%
GO	36	6	16,67%	30	83,33%
MS	16	5	31,25%	11	68,75%
MT	9	2	22,22%	7	77,78%
RJ	5	-	0,00%	5	100,00%
ES	7	1	14,29%	6	85,71%
Total da Região Centro-Sul	309	89	28,80%	220	71,20%
AL	24	8	33,33%	16	66,67%
PE	22	7	31,82%	15	68,18%
PB	9	1	11,11%	8	88,89%
RN	4	1	25,00%	3	75,00%
BA	4	1	25,00%	3	75,00%
SE	6	2	33,33%	4	66,67%
MA, PI, CE	11	1	9,09%	10	90,91%
AM, TO, PA	4	1	25,00%	3	75,00%
Total da Região Norte-Nordeste	84	22	26,19%	62	73,81%
BRASIL	393	111	28,24%	282	71,76%

Fonte: CONAB (2011, p.30)

Conforme apresentado na Tabela 7, menos de 30% das usinas comercializam bioeletricidade, o que foi o grande motivador para a problemática do estudo. Ao verificar a quantidade de cana moída pelas usinas que comercializam e as que não comercializam é possível identificar a proporção de cada setor. Na região Centro-Sul 47,7% da cana moída é proveniente das usinas que comercializam energia, enquanto na região Norte-Nordeste apenas 39,60% da cana moída era proveniente dessas unidades. No Brasil, 46,9% da cana moída pertence ao grupo das usinas que comercializam energia, que confrontando com os dados do número de usinas que comercializam (menos de 30%), pode-se inferir que as usinas que comercializam energia são de maior porte. A Figura 9 apresenta essas proporções.

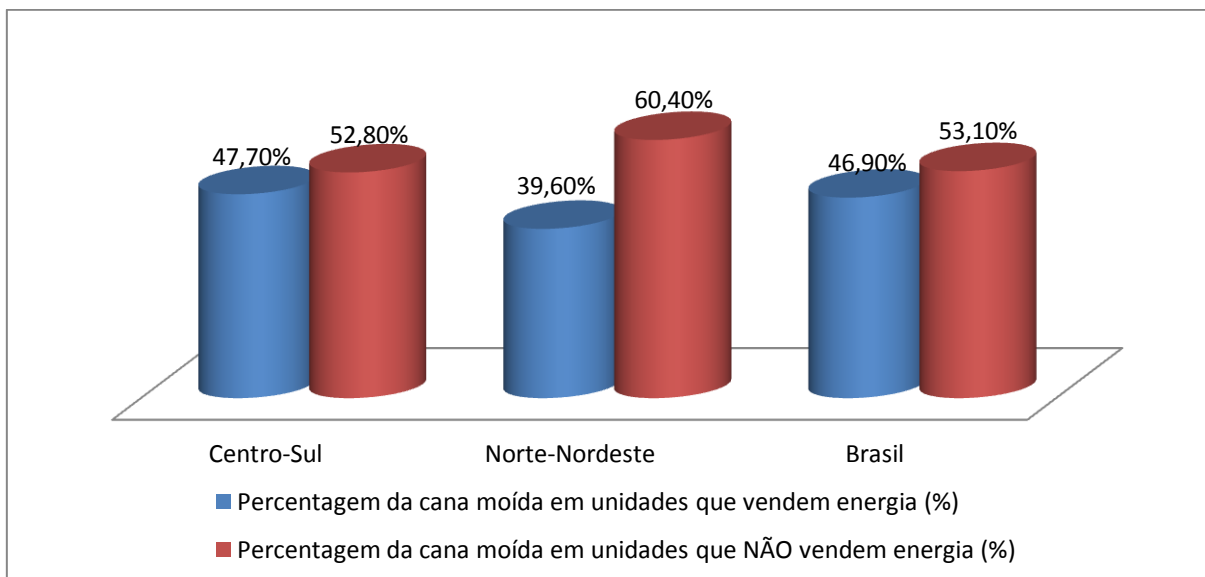


Figura 9 - Percentagem de cana moída por usinas que comercializam bioeletricidade e usinas que não comercializam

Fonte: CONAB (2011).

5.4 Capacidade de geração de energia elétrica no Brasil, a partir de bioeletricidade

Observando a capacidade de geração de bioeletricidade instalada no Brasil verifica-se que há muito que desenvolver no setor. As usinas que mais investem em aumento da potência instalada para geração de bioeletricidade são aqueles que já se encontram no mercado, enquanto as que ainda não comercializam investem muito pouco para aumentar sua produtividade em bioeletricidade.

"O total da potência instalada nas unidades sucroalcooleiras do país, que mede a capacidade instantânea de geração elétrica, soma 5.615,3 megawatts. Desse total, o montante de 3.844,2 megawatts está localizado nas unidades que já se interligaram à rede geral e vendem energia e, 2.071,1 megawatts pertencem às instalações das unidades que ainda não fizeram as transformações necessárias em seus equipamentos e geram apenas para o próprio consumo. Do total gerado no período da safra por todas as unidades visitadas, que soma 20,03 milhões de megawatts, 12,52 milhões foram

destinados ao consumo próprio e 7,31 milhões foram vendidas a terceiros. A energia gerada nas unidades interligadas representa 67,3% do total gerado e o restante, 23,7%, é originado nas unidades que estão fora do mercado de energia. Essa grande participação deve-se ao fato de que os equipamentos das unidades que vendem energia têm capacidade de geração, por tonelada de bagaço queimado, muito maior que as tradicionais" (CONAB, 2011, p. 33).

A produção de bioeletricidade pelas usinas por horas, medida em megawatt hora, durante a safra da cana no Brasil, corresponde à 4213 MWh, sendo que deste total o Estado de São Paulo produz 2542 MWh, 60% do total de bioeletricidade produzido no Brasil. Em relação à venda de bioeletricidade, apenas 1056,2 MWh (41,55%) da energia produzida é comercializada, sendo o restante destinado ao autoconsumo pelas usinas. A Tabela 8 demonstra o comportamento da geração, autoconsumo e venda de bioeletricidade pelos Estados produtores, e a Figura 10, exemplifica a análise dos dados em relação ao Brasil.

Tabela 8 - Destinação da energia gerada no período da safra, por Estado e Região - Safra 2009

Estado/Região	Total da energia gerada por hora por todas as unidades do Estado no período da safra (MWh)	Total do autoconsumo por hora por todas as unidades do Estado no período da safra (MWh)	Total das vendas por hora por todas as unidades do Estado no período da safra (MWh)
SP	2.542,0	1.486,2	1.056,2
PR	272,3	195,5	76,8
MG	310,9	193,1	117,7
GO	344,2	241,9	102,3
MS	166,9	112,6	54,3
MT	79,6	61,7	17,9
RJ	14,7	14,7	-
ES	24,1	22,1	1,9
Total da Região Centro-Sul	3.755,1	2.327,8	1.427,3
AL	178,0	144,6	33,4
PE	145,7	114,0	31,6
PB	46,9	38,8	8,1
RN	21,6	18,1	3,6
BA	15,6	12,3	3,3
SE	14,6	10,9	3,6

Estado/Região	Total da energia gerada por hora por todas as unidades do Estado no período da safra (MWh)	Total do autoconsumo por hora por todas as unidades do Estado no período da safra (MWh)	Total das vendas por hora por todas as unidades do Estado no período da safra (MWh)
AM, TO, PA	9,7	6,6	3,1
Total da Região Norte-Nordeste	457,9	370,2	87,7
BRASIL	4.213	2.698	1.515

Fonte: CONAB (2011, p.39).

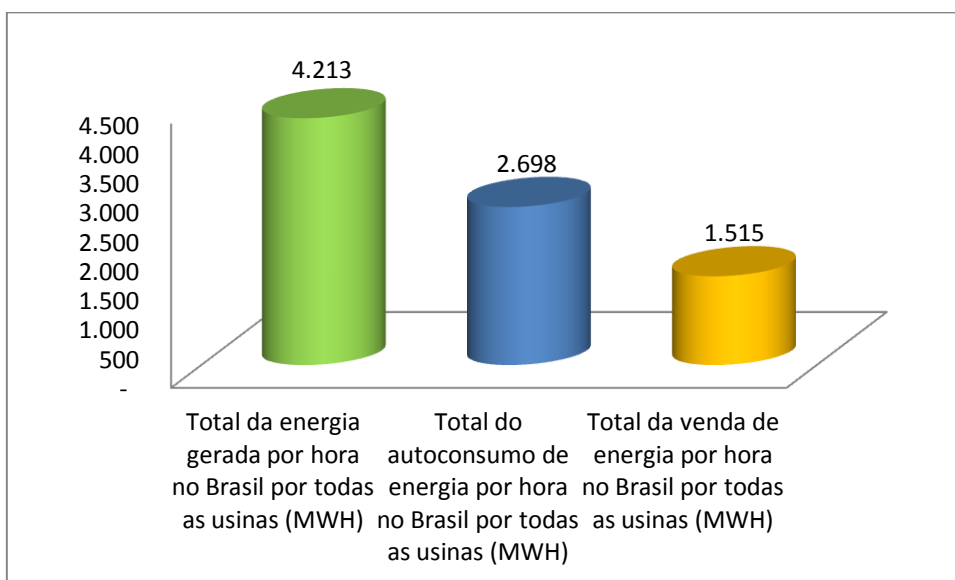


Figura 10 - Destinação da energia gerada no período da safra no Brasil - Safra 2009

Fonte: CONAB (2011).

Considerando todas as usinas do Brasil (que comercializam ou não bioeletricidade), é possível obter uma média de geração, autoconsumo e venda de bioeletricidade. Esta é uma outra forma de comparar as diferentes regiões produtoras brasileiras (Centro-Sul e Norte-Nordeste). Esta comparação permite que a produção total de energia, em cada estado/região seja contrabalançada pelo número de usinas em cada local. Novamente, a região Centro Sul apresenta uma geração média, autoconsumo médio e venda média por usina, muito superior ao da região Norte-Nordeste. No caso da venda de bioeletricidade, esse número é quatro vezes

maior. Na Tabela 9 é possível identificar essas diferenças para os estados brasileiros, assim como o número total do Brasil.

Tabela 9 - Geração, autoconsumo e venda média de energia gerada por usina no período da safra, por Estado e Região - Safra 2009

Estado/Região	Geração média pelas usinas do Estado no período da safra (MWh)	Autoconsumo médio pelas usinas do Estado no período da safra (MWh)	Venda média pelas usinas do Estado no período da safra (MWh)
SP	14,9	8,7	6,2
PR	8,6	6,2	2,4
MG	9	5,7	3,4
GO	9,6	6,7	2,8
MS	10	6,9	3,1
MT	9,9	7,3	2,5
RJ	2,8	2,8	-
ES	3,8	3,4	0,4
Média da Região Centro-Sul	12,2	7,5	4,6
AL	7,6	6,1	1,5
PE	6,9	5,2	1,7
PB	5,1	4,2	0,8
RN	5,9	4,8	1,1
BA	4,1	3,3	0,9
SE	2,4	1,7	0,7
MA, PI, CE	3,7	3,6	0,2
AM, TO, PA	3	1,7	1,2
Média da Região Norte-Nordeste	5,5	4,4	1
BRASIL	10,7	6,9	3,9

Fonte: CONAB, 2011, p. 41

A Figura 11 apresenta a diferença entre as regiões Centro-Sul e Norte-Nordeste em relação à destinação média de bioeletricidade por usina.

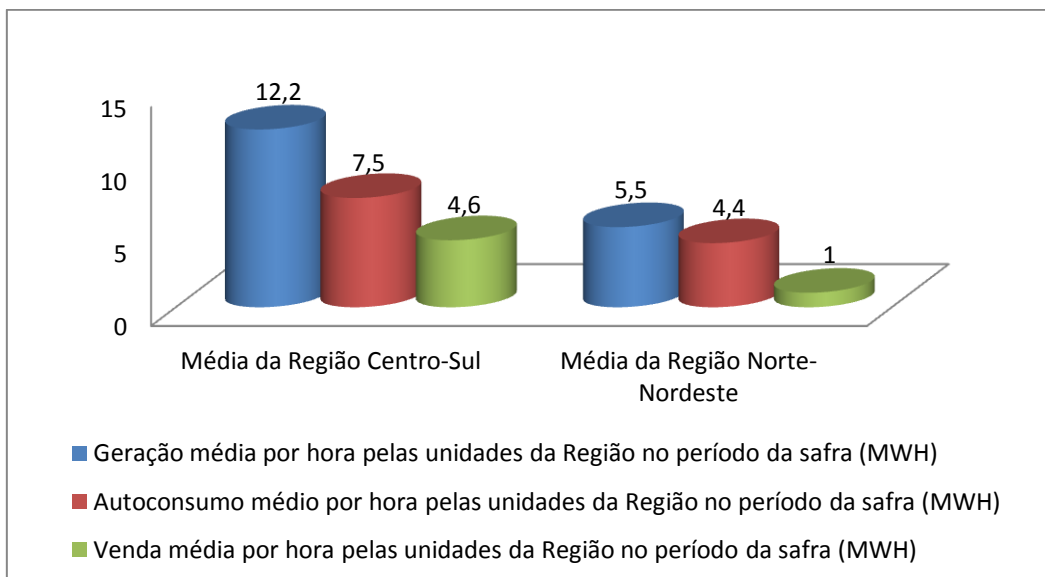


Figura 11 - Comparação entre as regiões Centro-Sul e Norte-Nordeste em relação à geração e destinação (auto-consumo e venda) da energia gerada por usina.

Fonte: CONAB (2011).

A Tabela 10 compara o comportamento das usinas que comercializam e as que não comercializam energia, em relação à energia gerada por tonelada de bagaço queimado, a energia autoconsumida por tonelada de bagaço queimado por todas as usinas e a energia vendida por tonelada de bagaço.

Tabela 10 - Indicadores de desempenho (eficiência) de geração de bioeletricidade das usinas por Estado e Região - Usinas que comercializam e não comercializam bioeletricidade

Estado/Região	Usinas que comercializam bioeletricidade			Usinas que não comercializam bioeletricidade		Diferença entre a média de energia gerada por tonelada de bagaço nas usinas que comercializam bioeletricidade para as que não comercializam (%)
	Média da energia gerada por tonelada de bagaço queimado nas usinas (KWh)	Média da energia autoconsumida por tonelada de bagaço queimado nas usinas (KWh)	Média da energia vendida por tonelada de bagaço queimado nas usinas (KWh)	Média da energia gerada por tonelada de bagaço queimado nas usinas (KWh)	Média da energia autoconsumida por tonelada de bagaço queimado nas usinas (KWh)	
SP	193	83,9	107,5	83,4	83,3	131,41%
PR	204,8	85,9	118,9	89,4	88,3	129,08%
MG	176,1	82,7	92,5	80,6	78,5	118,49%
GO	221,9	93,5	128,2	89,3	89,3	148,49%
MS	195,4	90,5	103,6	95,7	95,7	104,18%
MT	120	71,4	48,5	74,9	74,9	60,21%
RJ	-	-	-	65,7	65,7	-
ES	124,8	83,2	41,6	74,3	74,3	67,97%
Média da Região Centro-Sul	191,8	84,1	106,3	84,5	84,1	126,98%
AL	150,4	95,1	51,3	87,3	83,2	72,28%
PE	157,6	86,7	69,8	94,8	82,7	66,24%
PB	213,2	102,3	110,9	112,3	102,9	89,85%
RN	105	70,6	34,3	109,8	107,9	-4,37%
BA	136,2	84,3	51,9	99	99	37,58%
SE	171,9	74,1	97,8	119,5	119,5	43,85%
MA, PI, CE	107,1	90,8	16,3	87,5	87,5	22,40%
AM, TO, PA	177,8	78,4	99,4	77,5	77,5	129,42%
Média da Região Norte-Nordeste	150,8	89,4	59,3	94,9	88,1	58,90%
BRASIL	188,2	84,6	102,2	85,8	84,6	119,35%

Fonte: CONAB (2011, p.48-49).

Os dados apresentados na Tabela 10 evidenciam que há um potencial muito grande a ser explorado, principalmente nas usinas que não comercializam, que apresentaram uma produção 119,35% menor se levarmos em conta a média de energia gerada por tonelada de bagaço em relação as usinas que comercializam bioeletricidade no Brasil.

Analisando os dados apresentados na Tabela 10, evidencia-se a eficiência das usinas que comercializam bioeletricidade na geração de energia elétrica. A eficiência produtiva é

muito superior, sendo que na região Centro-Sul, as unidades que comercializam bioeletricidade apresentam eficiência 126,98% maior na média de energia gerada por tonelada de bagaço queimado, do que nas unidades que não comercializam.

Os principais estados produtores (SP, GO, PR, MS, MG) foram quem se destacaram nessa análise, todos com uma diferença de mais de 100% entre as usinas que comercializam e não comercializam bioeletricidade. O destaque fica com o Estado de Goiás que obteve uma diferença de 148,49% entre as usinas que comercializam e não comercializam.

Na região Norte-Nordeste observa-se uma diferença um pouco menor entre os dois segmentos produtivos, porém chama atenção a situação do Estado do Rio Grande do Norte, onde as usinas que não comercializam bioeletricidade tem uma média de energia gerada por tonelada de bagaço 4,37% maior do que nas usinas que comercializam.

Como a pesquisa concentrou-se no Estado de São Paulo, o estudo procurou identificar os indicadores de desempenho em relação a energia gerada por tonelada de bagaço queimado pelas usinas, a energia gerada por tonelada de cana moída, e a energia autoconsumida por tonelada de bagaço queimado, considerando a produção de todas as usinas do Estado. A Figura 12 apresenta os dados obtidos.

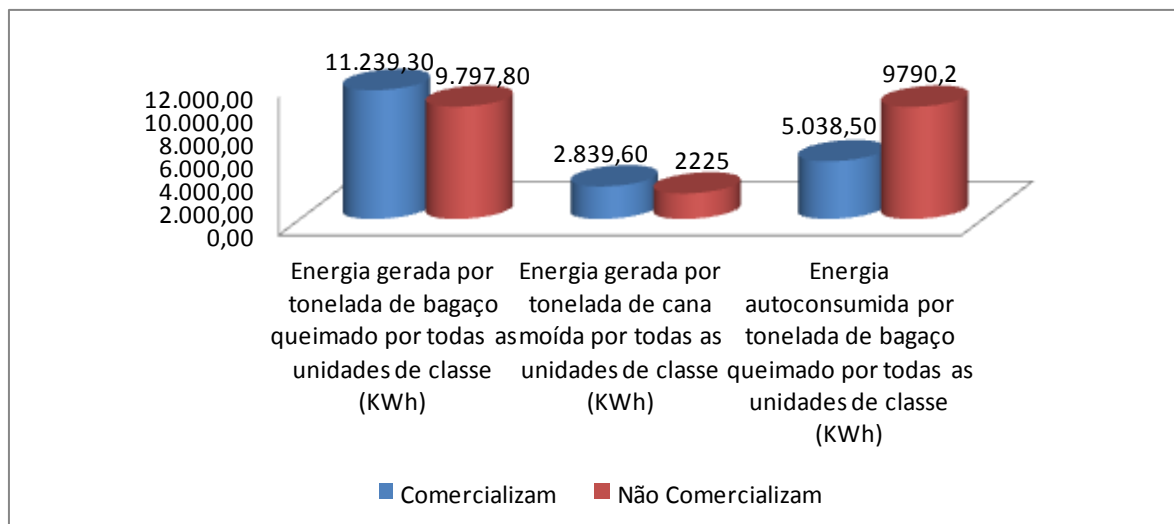


Figura 12 - Indicadores de desempenho de geração de bioeletricidade no Estado de São Paulo

Fonte: CONAB (2011, p. 46-47).

O Estado de São Paulo gerou 11239 KWh por tonelada de bagaço queimado nas usinas que comercializam, já as que não comercializam no Estado, conseguiram gerar 9797,8 KWh por tonelada de bagaço queimado, e essa diferença também se observa quando confronta-se os dados da energia gerada por tonelada de cana moída, 2839,6 KWh nas unidades que comercializam, contra 2225 KWh nas unidades que não comercializam.

Os dados apresentados até agora apresentam a eficiência produtiva de cada estado e regiões, assim como o detalhamento do Estado de São Paulo, porém, uma análise monetária também é interessante para dar uma ideia do potencial financeiro que está inserido no setor de bioeletricidade. A Tabela 11 faz essa estimativa de receita com a venda de bioeletricidade por Estado e Região, considerando diferentes aspectos.

Tabela 11 - Estimativa da receita faturada com a venda de bioeletricidade por Estado e Região

Estado/Região	Valor da venda da energia R\$140,00 por MWh (R\$1000,00)	Receita gerada por tonelada de bagaço queimado para venda (R\$ por tonelada)	Receita equivalente gerada por tonelada de cana (R\$ por tonelada)	Receita equivalente gerada por hectares de cana cortada (R\$ por hectare)
SP	727.540,76	30,89	8,48	744,89
PR	53.230,87	30,72	8,45	717,17
MG	79.249,67	27,9	6,69	567,03
GO	67.380,88	34,05	8,16	693,46
MS	30.406,48	27,86	6,17	541,53
MT	13.198,56	16,75	4,39	354,06
RJ	-	-	-	-
ES	1.354,72	17,47	5,03	296,18
Total da Região Centro-Sul	972.361,95	30,33	7,39	635,39
AL	19.667,07	22,97	5,93	324,32
PE	19.369,06	27,26	7,66	424,5
PB	4.480,89	29,85	7,62	416,92
RN	2.412,00	14,69	3,56	184,22
BA	1.911,76	19,07	5,1	402,09
SE	1.885,82	24,27	5,5	326,62
MA, PI, CE	545,35	15	4,06	247,67
AM, TO, PA	1.856,98	24,89	6,72	383,76
Total da Região Norte-Nordeste	52.128,93	24,02	6,35	356,01
BRASIL	1.024.490,89	29,93	7,35	599,66

Fonte: CONAB (2011, p. 52)

Na análise de venda de energia o estudo da CONAB considera um valor médio de R\$140,00 por MWh, dessa forma verifica-se o potencial financeiro desse setor, que na safra 2009 movimentou mais de R\$1,024 bilhão. Desse total destaca-se o Estado de São Paulo com mais de R\$727 milhões, um valor muito superior ao de todas as outras regiões do país, que pode ser explicado por São Paulo ser o maior produtor de cana-de-açúcar.

No quesito receita por tonelada de bagaço queimado, São Paulo também apresenta os maiores rendimentos, R\$30,98 por tonelada, que geram uma receita equivalente por tonelada de cana de R\$8,48 e uma receita equivalente de R\$744,89/ha. Os estados que apresentam rendimentos mais próximos aos do Estado de São Paulo por tonelada de cana queimada e tonelada de cana produzida são Paraná e Goiás. Na região Norte-Nordeste, os estados de Pernambuco e Paraíba são os que conseguem os melhores resultados monetários, porém, com valores inferiores aos dos principais estados produtores da região Centro-Sul.

5.5 A cadeia produtiva de bioeletricidade no Estado de São Paulo

As análises e discussões serão divididas em diferentes subseções, que seguem a lógica utilizada na pesquisa, iniciando pela caracterização da cadeia de bioeletricidade em São Paulo, e em seguida analisando os sistemas produtivos de bioeletricidade, seus insumos, processos de geração de energia e seus custos, a comercialização da energia gerada, as influências dos ambientes organizacional e institucional da cadeia, e finalizando com as ameaças e oportunidades para a cadeia produtiva.

5.5.1 Caracterização da cadeia de bioeletricidade em São Paulo

Nesta pesquisa, as informações sobre a cadeia foram obtidas por meio de entrevistas com especialistas. Foram entrevistados sete especialistas de grupos/usinas que operam no Estado de São Paulo. Os grupos/usinas a que estes especialistas se vinculam são, em sua maioria, (seis dos sete grupos pesquisados) empresas nacionais; apenas um dos grupos é multinacional. Destes sete grupos, apenas cinco comercializam bioeletricidade.

Como será visto adiante, estes grupos são fortes representantes da bioeletricidade nacional, e ainda, da bioeletricidade em São Paulo. Os dados apresentados nesta seção serão utilizados, por esta razão, para a caracterização geral da cadeia no Estado.

Na Tabela 12 são apresentados os sete grupos, indicados por nomes fictícios, e as características de cada um deles.

Tabela 12 - Características dos Grupos sucroenergéticos pesquisados

Características	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7
Natureza do capital.	Empresa privada nacional	Empresa privada nacional	Empresa privada multinacional	Empresa privada nacional	Empresa privada nacional	Empresa privada nacional	Empresa privada nacional
Produção de cana na safra 2011/12 (1000 t)	2.900	3.000	40.000	12.000.	7.000	Não informou	Não informou
Origem da cana utilizada:							
Produção Própria (%)	90	60	70	60	100	Não informou	Não informou
Fornecedores (%)	10	40	30	40	-	Não informou	Não informou
Quantidade de Usinas que o Grupo possui	1	2	13	3	3	1	1

Nas análises seguintes desta seção serão utilizados apenas os dados dos cinco primeiros grupos, que são os que comercializam bioeletricidade. Com a finalidade de avaliar a capacidade produtiva dos grupos pesquisados, comparou-se a produção brasileira de cana-de-açúcar, de etanol, de açúcar e de bioeletricidade, com capacidade similar, dos grupos pesquisados, na safra 2011/2012. Estes dados são apresentados no Tabela 13.

Tabela 13 - Produção de cana, açúcar, etanol e bioeletricidade nos grupos pesquisados

Produto	Unidade de medida	Produção brasileira	Produção média dos grupos pesquisados	Proporção (%) da produção brasileira gerada pelos grupos
Cana-de-açúcar	(t)	559.215	64.900	11,61
Açúcar	(t)	22.682.000	2.696.959	11,89
Etanol	(l)	35.925.000	3.987.491	11,10
Bioeletricidade	(MWh)	20.031.422,9	2.390.000	11,93

Os dados apresentados na Tabela 13 permitem entender a participação dos grupos pesquisados nos mercados dos principais produtos do setor sucroenergético, (cana, etanol e açúcar), que ficou entre 11% e 12 para cada um destes produtos. Seguindo essa mesma linha, os cinco grupos são responsáveis por aproximadamente 11,93% da produção nacional de bioeletricidade, um forte indicador de sua relevância neste mercado.

A produtividade de bioeletricidade dos grupos pesquisados pode ser medida por MWh/usina. Os grupos pesquisados têm uma média de 100.000 MWh/usina, enquanto a média nacional das usinas que comercializam bioeletricidade é de 121.370 MWh/usina. (CONAB, 2011). Essa diferença pode ser explicada pelo fato dos grupos pesquisados possuírem usinas que não comercializam, o que influencia na média de sua produção geral por usina; porém, se compararmos os resultados dos grupos pesquisados com a média nacional de todas as usinas (comercializam e não comercializam), o número é de 50.971MWh/usina, ou seja, as usinas pesquisadas têm o dobro dessa capacidade. (CONAB, 2011).

Quando se compara a comercialização dos grupos pesquisados com a média nacional, observa-se que, enquanto a média nacional de comercialização de bioeletricidade por usina foi de aproximadamente 65 mil MWh, nas usinas pesquisadas esse valor foi de 144 mil MWh³. Este resultado é possivelmente devido ao complexo agroindustrial da cana-de-açúcar, existente em São Paulo, bastante superior ao brasileiro, tanto em produção de bioeletricidade como em número de usinas.

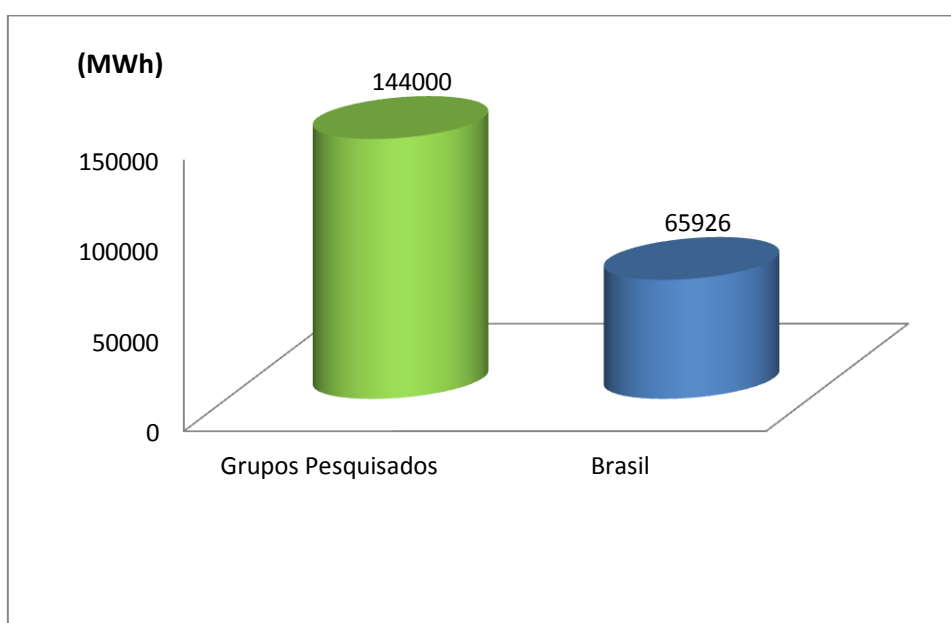


Figura 13 - Comercialização média de bioeletricidade por usina na safra 2011/12 (MWh)

A pesquisa também obteve dados em relação ao tempo em que os grupos comercializam a bioeletricidade, fator que pode indicar a experiência do grupo nesse mercado. Entre os cinco grupos, 60% têm experiência de no mínimo dez anos no mercado; 40% possuem experiência inferior a dez anos. A presença de grupos com menor experiência,

³ Para chegar a esse valor foi realizado o cálculo considerando apenas as usinas que comercializam bioeletricidade dos Grupos pesquisados. Devido a esse fato, a média de MWh na comercialização é maior que o de produção, pois na produção considerou-se as usinas que não comercializam (estas apresentam produtividade menor)

nesta pesquisa, foi importante porque mostrou as dificuldades enfrentadas por quem entrou recentemente no mercado.

5.5.2 Insumos utilizados pelos sistemas produtivos agroindustriais

Seja qual for a matéria-prima utilizada para a produção de bioeletricidade (bagaço ou palha da cana), esta matéria-prima é sempre resultante do processamento da cana-de-açúcar, que pode então ser considerado o principal insumo utilizado na geração de energia.

Como já descrito (ver Tabela 12), todos os grupos pesquisados contam com produção própria de cana-de-açúcar (pois integram a produção agrícola e a agroindustrial), embora também possam contratar a compra da cana, com produtores independentes. Assim, na Tabela 12, verifica-se que os grupos apresentam proporções de no mínimo 60% de cana de produção própria, havendo dois dos cinco grupos que utilizam total ou quase totalmente a própria produção, para gerar os produtos do processamento (álcool, açúcar, bioeletricidade).

Compreender qual a principal matéria-prima utilizada pelos sistemas produtivos agroindustriais permite dimensionar onde há possibilidades de expansão ou melhor aproveitamento dos insumos utilizados durante o processo produtivo. O estudo pesquisou qual a principal fonte de insumos para a geração de bioeletricidade, que poderia ser: bagaço, palha ou alguma outra matéria-prima. Os resultados obtidos indicam que a principal matéria-prima utilizada pelos grupos é o bagaço da cana, sendo que apenas um grupo estava utilizando palha para aumentar seu potencial de geração.

O bagaço é a principal fonte de matéria-prima para a geração de bioeletricidade por ser o resíduo pós-moagem, não implicando custos de transporte dessa matéria-prima até a usina. O único custo presente nessa etapa é com as esteiras e operações que o manuseio do bagaço

dentro da usina exige. Ao contrário, a palha da cana necessita que seja feita a sua colheita no campo, e além disso, existe o custo com transporte dessa matéria-prima até a usina.

A geração de energia com a palha da cana poderia proporcionar um potencial de geração muito maior às usinas, porém o custo para retirar essa palha do campo até a usina não tem compensado o investimento. A retirada dessa palhada do campo deveria ser realizada com maquinários, que ainda são muito pouco desenvolvidos, e que poderiam aumentar um problema tecnológico enfrentado pelo setor sucroenergético no campo, a compactação do solo, pois com mais máquinas trafegando nas áreas de plantio, a compactação tende a aumentar consideravelmente.

"O custo para trazer a palha para a usina é alto, não compensa. Algumas usinas utilizam os palets de palha, porém no nosso grupo achamos que não compensa utilizar esse processo ainda."(ESPECIALISTA GRUPO 4).

O estudo ainda pesquisou qual a quantidade de sobra dos insumos após a produção de bioeletricidade e o que era realizado com essa sobra. Para a palha, por ser pouco utilizada e muito difícil de medir em termos de sua quantidade no campo, não foram oferecidas estimativas de sobras. Em relação ao bagaço, verificou-se sobras em dois dos grupos pesquisados; um dos grupos direciona toda a sobra para vendas, e o outro grupo vende parte e armazena o restante. Esta comercialização em geral é feita para as empresas de processamento de laranja. Os outros grupos trabalham com o uso total do bagaço e trabalham no limite de suas capacidades.

A pesquisa também procurou identificar se havia algum tipo de cana que proporcionasse maiores volumes de bagaço para com isso aumentar o volume de produção de bioeletricidade. Nenhum dos especialistas soube responder; um dos especialistas apenas

mencionou que há canas com um percentual maior de fibras, mas quanto maior o teor de fibras da cana, menor o teor de sacarose, o que não seria interessante para a usina, pois o foco é o açúcar e o etanol.

5.5.3. Consumo de bioeletricidade, nos grupos pesquisados

A produção de bioeletricidade, como já se mencionou, pode ser destinada ao autoconsumo e/ou à comercialização. Esta seção investiga estes indicadores, para os cinco grupos pesquisados.

Na Figura 14 são apresentados a proporção do total de bioeletricidade gerada, que é destinada ao auto-consumo, em cada grupo e no Brasil como um todo.

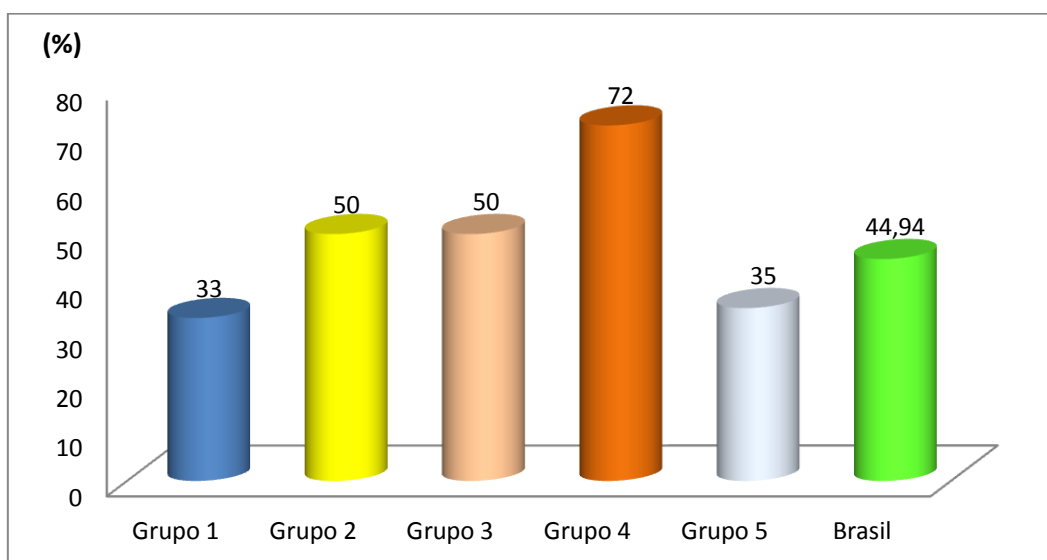


Figura 14 - Percentual da bioeletricidade que é consumida pelos grupos pesquisados (%), em relação à média nacional. Fontes: Dados da pesquisa; CONAB (2008).

Observa-se que o percentual dos grupos 1, 2, 3 e 5 apresentam valores próximos à média nacional, que é de 44,94%, sendo o único grupo discrepante o Grupo 4, com um

autoconsumo na casa de 72%. Esse autoconsumo elevado identificado no Grupo 4 pode indicar que a tecnologia adotada para a geração de bioeletricidade não é eficiente se comparada com as demais, ou que seu *mix* de produtos é diferentes das demais.

O estudo procurou identificar o autoconsumo das usinas através de percentagem de consumo, além disso também perguntou o quanto de economia as usinas tinham por não ter de comprar energia do Sistema Integrado Nacional (SIN). A maioria dos especialistas afirmaram não ter ideia do quanto seria, porém um dos entrevistados chegou a fazer uma comparação muito interessante sobre o autoconsumo do seu grupo:

" A energia que nós consumimos dava para abastecer duas cidades de Ribeirão Preto por dia, com isso, dá para ter uma noção do tamanho da economia." (ESPECIALISTA GRUPO 4)

5.5.4 Processo produtivo da bioeletricidade

O ciclo produtivo da bioeletricidade envolve várias etapas, começando desde a colheita da cana no campo até a sua chegada à usina. Nesse transporte da cana até a usina estão presentes custos de transporte, que podem influenciar de alguma forma no desempenho da cadeia.

Depois da chegada da cana na usina ocorre a moagem da cana, o que vai proporcionar a matéria-prima para a geração de bioeletricidade, o bagaço. Após essa etapa, os bagaços vão para esteiras, destinando-se às caldeiras ou montes de bagaço. Nessa etapa também são gerados mais custos, tanto os de instalação das esteiras, como o de máquinas trabalhando nos montes, assim como o custo da caldeira instalada.

Na caldeira, ocorre a geração do vapor, que irá movimentar as turbinas e produzir a energia mecânica e logo em seguida em energia elétrica. Nessa etapa registram-se custos de

instalação dos equipamentos necessários para o transporte do vapor e da instalação dos geradores.

Após essa breve descrição do processo produtivo, realizou-se uma análise de desempenho da cadeia produtiva de bioeletricidade, sendo essa baseada na análise de custos. Na seção seguinte são apresentados os resultados relacionados aos custos de produção da bioeletricidade.

5.5.5 Análise de desempenho: eficiência dos sistemas produtivos de bioeletricidade

A análise de desempenho define critérios e utiliza formas de quantificação destes critérios, buscando pontos de estrangulamento ao bom funcionamento da cadeia ou de seus componentes. O desempenho pode ser medido em termos de diferentes critérios de avaliação. O estudo utilizou a eficiência como critério de investigação, sendo que a avaliação foi realizada através de uma análise de custos, que será apresentada na próxima seção.

5.5.5.1 Análise de Custos na produção de bioeletricidade.

A análise dos custos é uma ferramenta importante para diagnosticar possíveis gargalos da cadeia produtiva. O estudo procurou desvendar o montante e o impacto de cada custo envolvido na geração de bioeletricidade. No entanto, entre os grupos entrevistados, apenas o Grupo 4 respondeu de forma completa às questões sobre custos, por estar implantando um projeto de expansão da capacidade de produção em várias etapas até o ano de 2020, o que permitiu ao especialista maior conhecimento e precisão nas respostas.

O fato de que apenas um especialista apresentou informações sobre custos limita a possibilidade de generalização de seus achados, para a totalidade dos atores (neste caso, as agroindústrias integradas de cana e bioeletricidade). Corresponde, portanto, a uma limitação

do próprio estudo. Porém, os dados obtidos representam uma primeira indicação de como está o desempenho destes sistemas, em termos de eficiência, e dos fatores que influenciam negativamente seu desempenho. São resultados parciais que embora frágeis (por não serem confirmados por entrevistas de outros especialistas) possibilitam uma primeira análise que pode ser útil para pesquisas posteriores, que tentem aprofundar as indicações aqui relatadas, com um grupo maior de especialistas.

O Quadro 2 apresenta as respostas do especialista do Grupo 4:

Quadro 2 - Custos na produção de bioeletricidade

Itens de custo	I. É considerado?	II. Qual a estimativa deste custo (R\$)?	III. Como o item descrito na 1ª coluna impacta os custos de produção da bioeletricidade? N (não impacta); A (aumenta custos); R (reduz custos)	IV. Se o item tem impacto sobre o custo da bioeletricidade, qual o tamanho do impacto? (1= pequeno ou nulo; 2 = elevado; 3 = muito elevado)	V. Como o item descrito na 1ª coluna impacta a produtividade da bioeletricidade? N (não impacta); A (aumenta a produtividade); R (reduz a produtividade)	VI. Se o item tem impacto sobre a produtividade da bioeletricidade, qual o tamanho do impacto? (1= pequeno ou nulo; 2 = elevado; 3 = muito elevado)	VII. Justificativa (da avaliação s/ o impacto)
Instalação							
Caldeiras	SIM	60.000.000	Aumenta custos	Muito elevado	Aumenta a produtividade	Muito elevado	-
Geradores	SIM	10.000.000	Aumenta custos	Elevado	Aumenta a produtividade	Muito elevado	-
Rede elétrica	SIM	3.000.000	Aumenta custos	Elevado	Aumenta a produtividade	Elevado	-
Esteiras	SIM	11.000.000	Aumenta custos	Muito elevado	Aumenta a produtividade	Muito elevado	-
Automação do sistema	SIM	2.000.000	Aumenta custos	Elevado	Aumenta a produtividade	Elevado	-
Subestação de energia	SIM	2.500.000	Aumenta custos	Elevado	Aumenta a produtividade	Elevado	-
Estação de tratamento de água	SIM	5.000.000	Aumenta custos	Muito elevado	Não impacta	Nulo	-
Insumos							
Bagaço	NÃO						
Armazenamento da biomassa nos montes	SIM	1.500.000	Aumenta custos	Pequeno	Não impacta	Nulo	-

Itens de custo	I. É considerado?	II. Qual a estimativa deste custo (R\$)?	III. Como o item descrito na 1ª coluna impacta os custos de produção da bioeletricidade? N (não impacta); A (aumenta custos); R (reduz custos)	IV. Se o item tem impacto sobre o custo da bioeletricidade, qual o tamanho do impacto? (1= pequeno ou nulo; 2 = elevado; 3 = muito elevado)	V. Como o item descrito na 1ª coluna impacta a produtividade da bioeletricidade? N (não impacta); A (aumenta a produtividade); R (reduz a produtividade)	VI. Se o item tem impacto sobre a produtividade da bioeletricidade, qual o tamanho do impacto? (1= pequeno ou nulo; 2 = elevado; 3 = muito elevado)	VII. Justificativa (da avaliação s/ o impacto)
Palha	NÃO						
Operacionais							
Manutenção das esteiras	SIM	500.000	Aumenta custos	Elevado	Aumenta produtividade	Elevado	-
Limpeza da caldeira e das esteiras	NÃO						-
Manutenção da caldeira	SIM	4.000.000	Aumenta custos	Elevado	Aumenta produtividade	Elevado	-
Manutenção do(s) gerador (s)	SIM	2.000.000	Aumenta custos	Elevado	Aumenta produtividade	Elevado	-
Administrativos							
Treinamento de funcionários	SIM	2.500 por funcionário	Aumenta custos	Elevado	Aumenta produtividade	Elevado	-
Salários	NÃO	-	-	-	-	-	-
Depreciação							
Caldeira	NÃO	-	-	-	-	-	-
Linha de transmissão	NÃO	-	-	-	-	-	-
Geradores	NÃO	-	-	-	-	-	-
Esteiras	NÃO	-	-	-	-	-	-
Máquinas	NÃO	-	-	-	-	-	-
Canavial	NÃO	-	-	-	-	-	-
Impostos							
Impostos sobre a venda de energia	NÃO	-	-	-	-	-	-

Como indica o Quadro 2, os custos da produção de bioeletricidade são elevados, na opinião do especialista entrevistado. Os maiores custos indicados pelo especialista estão relacionados à instalação da usina. Procurou-se então utilizar dados secundários que

permitissem comparar os custos de instalação com medidas de capacidade ou de produtividade, o que permitiria uma medida relativa da relevância destes custos. Segundo o entrevistado, na instalação de uma usina *greenfield*⁴ com capacidade de 30 MW gastou-se R\$ 93,5 milhões, ou seja, mais de R\$ 3 milhões por MW instalado. Comparando esse dado com o custo médio de instalação de uma usina *retrofit* (R\$1 bilhão) com capacidade de moagem de aproximadamente 5 milhões de toneladas por safra (CORREIIOUBERLÂNDIA, 2011), observa-se que o custo de instalação para produção de bioeletricidade corresponde a quase 9% do custo total.

Custos de instalação

Entre os custos necessários para a instalação do setor produtivo de bioeletricidade é necessário observar que sempre os itens instalados representarão um custo considerável, pois quando se realiza investimentos, esses têm um tempo para que o seu retorno esperado se concretize. Portanto, quando se instalam novos itens para comercializar bioeletricidade, esses custos impactarão a produção de bioeletricidade até que todo o investimento realizado seja pago pela rentabilidade do investimento. Os custos de instalação correspondem aos chamados “*sunk costs*”:

“ ..[sunk costs são] custos fixos incorridos e irrecuperáveis... Essa é a essência dos custos irrecuperáveis. Uma vez que a empresa tenha se comprometido com eles, não pode voltar atrás em sua decisão. Dessa maneira, ainda que se constitua em um custo para a empresa, a despesa realizada ou por realizar não se constitui em um custo econômico strictu sensu por não poder ter uso alternativo.” (Pohlmann et al., 2004, p.27).

No entanto, os custos “afundados” ou “perdidos” (*sunk costs*), constituem barreiras à entrada de novos empreendedores em um negócio, como deixaram claro Baumol e Willig

⁴ Nesse ponto se faz necessário citar a diferença entre as terminologias utilizadas pelos especialistas para descrever uma nova usina, com tecnologia de bioeletricidade instalada desde o projeto inicial, que é o caso da *greenfield*, para as usinas que sofrem adaptações nas plantas para conseguir comercializar ou aumentar seu potencial produtivo, que é o caso da *retrofit*.

(1981). Por esta razão, foram investigados com maior detalhe, ao lado dos custos econômicos de processamento, nesta pesquisa.

Quando se analisa o impacto dos itens referentes à instalação da agroindústria sobre os custos de bioeletricidade, o especialista indicou como custo mais elevado o da caldeira, e que este custo teria um impacto muito elevado sobre o custo da bioeletricidade, seguido pelo de esteiras e da estação de tratamento de água, que também apresentam um impacto muito elevado, na avaliação do especialistas. Os geradores, a rede elétrica, a automação do sistema e a subestação de energia também influenciam o aumento do custo total de instalação, segundo o especialista.

Em relação aos impactos dos itens de instalação sobre a produtividade, praticamente todos proporcionam um aumento da produtividade de bioeletricidade, com exceção da subestação de energia e da estação de tratamento de água, segundo o especialista entrevistado. As caldeiras, geradores e as esteiras têm impacto muito elevado sobre a produtividade, seguidos da rede elétrica, automação do sistema e a subestação de energia, com um impacto elevado sobre a produtividade da bioeletricidade. A estação de tratamento de água não tem impacto sobre a produtividade.

O estudo também procurou entender se no processo de construção de novas usinas a bioeletricidade era levada em consideração no momento da criação do projeto, e quais os benefícios que isso poderia trazer. Esta análise foi feita a partir das respostas de todos os especialistas consultados.

A visão dos especialistas é de que há muitos benefícios quando a bioeletricidade já está incorporada no projeto original de criação de uma nova usina. Os custos necessários para o investimento em bioeletricidade são menores num projeto *greenfield*, do que num projeto *retrofit*. As opiniões dos especialistas foram as seguintes:

"Com certeza a bioeletricidade faz parte do portfólio quando se instala uma nova usina. O principal benefício é de que a planta tende a ter uma eficiência energética maior, ela é menos "gastona", minimiza os gastos com energia, o que proporciona mais energia para a comercialização." (ESPECIALISTA GRUPO 1).

"A margem para a construção de uma usina nova (greenfield), adequada para bioeletricidade, proporciona uma margem de lucro muito maior do que numa usina que você tem que adequá-la (retrofit)." (ESPECIALISTA GRUPO 3).

"Os projetos greenfield são importantes para a comercialização. Reduz custos e facilita o planejamento no caso das redes de transmissão." (ESPECIALISTA GRUPO 5).

A visão dos especialistas é consistente com os dados de média de energia gerada presentes na Tabela 17, que mostram que os estados de expansão da cana (Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná), isto é, onde estão sendo instaladas novas usinas (*greenfield*) que tem a bioeletricidade inserida em seu projeto desde o início, apresentam média da energia gerada e de energia vendida por usina muito superior à região tradicional (São Paulo), que possui várias usinas que passaram pelo processo de adaptação (*retrofit*).

Custos de insumos

No que se refere a insumos, o único item considerado (bagaço da cana) teve impacto reduzido sobre os custos de bioeletricidade, e em relação à produtividade, este impacto foi avaliado como nulo. Isto porque o bagaço será produzido, de qualquer forma, para a produção dos principais produtos do complexo da cana (açúcar e álcool)

Custos de operações

Os custos operacionais apresentam um impacto considerável sobre os custos totais na produção de bioeletricidade. A manutenção da caldeira e do gerador apresentam os maiores

custos desse item. O custo de manutenção da caldeira, manutenção do gerador e manutenção das esteiras apresentam um impacto elevado sobre os custos de produção (aumentando estes custos), porém, proporcionam um aumento elevado da produtividade.

Na visão de um dos especialistas entrevistados uma forma de reduzir os custos é através da manutenção preventiva:

"A manutenção preventiva pode ajudar a reduzir custos, juntamente com o ambiente de trabalho mais limpo e seguro para os funcionários pode ajudar a evitar falhas e consequentemente reduzir custos." (ESPECIALISTA GRUPO 4).

Outro problema identificado referente à manutenção foi o alto custo da mão de obra da manutenção:

"Um custo que poderia ser reduzido é a mão de obra de terceiros em relação à manutenção, pois há poucas empresas que fazem esse serviço, encarecendo esse serviço. Além disso, os produtos são importados, o que dificulta caso precisa fazer a troca de alguma peça." (ESPECIALISTA GRUPO 2).

Custos administrativos e depreciações

O último custo considerado pelo especialista foi o administrativo, que apesar de ter um impacto elevado sobre o custo de produção, proporcionam um elevado impacto sobre a produtividade. Esse elevado impacto no custo pode ser explicado pelo alto custo de manter pessoas especializadas no setor, porém esses especialistas podem proporcionar melhores rendimentos dos equipamentos e melhores negócios para o setor.

Em relação à depreciação e impostos, o especialista julgou os itens como não considerado no custo de produção e que não afetam a produtividade, sendo assim, o estudo não aprofundou mais nesses quesitos.

Embora apenas um dos especialistas tenha respondido de forma satisfatória a questão sobre custos de geração de bioeletricidade, esta informação forneceu elementos que indicam:

- a) Os custos de produção da cana e do bagaço não tem sido levados em consideração pelos especialistas, quando analisam o negócio da bioeletricidade; na realidade, estes custos também representam custos perdidos, para a agroindústria, pois já foram realizados, independente da decisão sobre participação ou não no mercado de bioeletricidade;
- b) Há custos elevados de instalação (*sunk costs*) que provavelmente se constituem em barreiras para a entrada de novas usinas no negócio; estes custos são maiores para usinas *retrofit* do que para usinas *greenfield*;
- c) No processo produtivo, os custos de manutenção de caldeiras, do gerador e das esteiras apresentam-se como relevantes, e com impacto elevado sobre custos e produtividade. São, portanto, os principais itens de custos que poderiam possivelmente ser aperfeiçoados, seja por inovação tecnológica, seja por gestão.

Perdas no processo produtivo

Outro aspecto importante durante o processo produtivo da bioeletricidade são as perdas que podem ocorrer durante o processo produtivo. A pesquisa perguntou aos especialistas se existe perda, onde ela ocorre, o percentual que essas perdas trazem para o grupo e as principais causas.

A maioria dos especialistas (três, entre os cinco entrevistados) indicou que ocorrem perdas no processo produtivo originadas em todos os setores, e sendo agravadas conforme mais antiga for a instalação. Já em relação ao percentual médio dessa perda em relação ao total da produção, os especialistas não souberam responder, alegando ser muito difícil quantificar essa perda. Aqui encontra-se mais uma limitação do estudo, pois devido à falta de

dados dos especialistas, não foi possível aprofundar a análise, apenas diagnosticá-la pelas opiniões deles.

As principais causas da perda são, na visão dos especialistas, a falta de manutenção (em geral) e a preocupação maior com outros produtos do processamento (açúcar, álcool), em comparação com a bioeletricidade. Pelo fato da usina não ter a bioeletricidade como produto principal, há certo despreparo e falta de interesse em apurar mais precisamente onde ocorrem as perdas. Outro fator que agrava essa perda é a falta de mão de obra qualificada para trabalhar nesse setor nas usinas.

"Há perdas em todos os setores de produção, desde a caldeira até o final da produção. Na minha opinião o principal problema dessas perdas é a falta de manutenção, que é muito difícil de realizar." (ESPECIALISTA GRUPO 2).

"O foco das usinas as vezes não é a bioeletricidade, o que faz com que não ocorram os investimentos necessários para reduzir essas perdas." (ESPECIALISTA GRUPO 3).

Pelo menos um dos especialistas indicou perdas fora do processo de geração de energia:

"Existe um processo de perda fora do processo produtivo. Após o término da produção há perda, no nosso caso há 3 perdas: perdas na linha de transmissão (usina até subestação, que fica a 60 Km da usina); perda na subestação; e a perda da rede básica, onde todas as perdas da rede básica são rateadas entre os grupos." (ESPECIALISTA GRUPO 1).

O especialista do Grupo 1 mencionou o rateio das perdas da rede básica entre todos os grupos comercializadores de eletricidade. Esse rateio é baseado em normas da CCEE, onde através do rateio das perdas, garante-se que a geração efetiva total do sistema coincida com a carga efetiva total do sistema. A medição das perdas é realizada através de um ponto virtual, denominado Centro de Gravidade, onde são consideradas todas as vendas e compras de energia na CCEE, possibilitando a comparação entre as medições realizadas em diferentes pontos reais do sistema elétrico.

5.6 Comercialização

O estudo pesquisou diversos aspectos da comercialização da bioeletricidade, pelos grupos entrevistados. O primeiro destes aspectos corresponde ao período no qual os grupos comercializam a bioeletricidade (somente durante a safra, o ano todo, até a capacidade contratada, ou alguma outra forma). O Quadro 3 apresenta a disposição das respostas.

Quadro 3 - Período de comercialização da bioeletricidade pelos grupos

Período de comercialização da bioeletricidade	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Safra	X		X	X	X
Ano todo		X			
Até a capacidade contratada					
Outros					

Verifica-se no Quadro 3 que a grande maioria dos grupos comercializam bioeletricidade somente durante a safra, o Grupo 2 é o único que comercializa durante o ano todo. Nenhum dos especialistas apontou as alternativas de “até a capacidade contratada” ou apontaram outro período de comercialização.

Esses dados possibilitam vislumbrar o grande potencial de aumento de produção de bioeletricidade caso os grupos passem a comercializar durante o ano todo, potencial ainda pouco explorado pelos grupos, provocados pela falta de insumos e/ou falta de novos contratos para o período.

Apesar disto, alguns especialistas desses grupos mencionaram que quando sobra bagaço eles comercializam na entressafra também.

"Nós comercializamos somente na safra, porém quando sobra bagaço nós também comercializamos na entressafra conforme a demanda das comercializadoras." (ESPECIALISTA GRUPO 1).

Apesar de apenas um dos especialistas responder o quadro completo dos custos de produção, todos responderam onde se encontram os principais custos na comercialização de bioeletricidade (Quadro 4)

Quadro 4 - Principais custos na comercialização de bioeletricidade

Principais custos na comercialização de bioeletricidade	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Transmissão					
Operacionais	X		X	X	
Outros					

Como se observa-se no Quadro 4, os principais custos para a comercialização de bioeletricidade são os operacionais (relativos a operações de comercialização), sendo portanto aqueles que representam uma limitação para a eficiência da cadeia produtiva.

Além da periodicidade da comercialização o estudo verificou em qual ambiente de mercado a bioeletricidade estava sendo comercializada, ou seja, que tipo de contratos esses grupos detêm. O Quadro 5 apresenta as respostas obtidas dos especialistas entrevistados.

Quadro 5 - Ambiente de comercialização da bioeletricidade pelos grupos pesquisados

Ambiente de comercialização da bioeletricidade	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
ACL	X	X	X	X	
PROINFA		X		X	
Distribuidoras		X	X	X	X
Leilões	X	X	X	X	X
Outros					

No Quadro 5 observa-se que a os grupos estão inseridos em diferentes tipos de ambientes de comercialização, tanto em ambientes regulados pelo Governo, quanto em ambientes de livre concorrência. Essa diversidade de contratos realizados pelos grupos pode indicar a constante busca por melhores preços no mercado, como também a segurança por contratos de longo prazo firmados com o Governo e algumas distribuidoras.

Para entender o funcionamento da comercialização da bioeletricidade foi perguntado aos especialistas como é a concorrência entre as empresas no ambiente de contratação livre de energia. O consenso entre os entrevistados é de que as usinas não competem entre si, visto que a bioeletricidade é basicamente uma *commodity*, a concorrência fica muito mais em relação às comercializadoras, que compram a energia das usinas.

"O ACL é formado por geradores-comercializadoras-consumidores. O consumidor pode ser livre ou cativo, onde o cativo fica depende da distribuidora, e o livre pode contratar energia de uma comercializadora. O consumidor em sua residência não pode contratar energia em uma comercializadora, pois não tem a demanda suficiente.

"Como a energia é praticamente uma commodity, você não concorre com outras usinas no preço, você sempre trabalha com o preço dado do mercado, depende da oferta e da demanda. Então, não tenho uma concorrência, a minha

concorrência é na verdade no momento da negociação com a comercializadora, que querem pagar menos e eu quero vender mais caro." (ESPECIALISTA GRUPO 1).

"A briga entre os concorrentes é muito alta. Todo dia recebo um monte de ligação de comercializadoras querendo comprar o excedente." (ESPECIALISTA GRUPO 5).

As comercializadoras, atores muito importantes dentro da cadeia produtiva de bioeletricidade, tem causado muitos problemas às usinas, principalmente em relação a calotes:

"A concorrência é muito grande. A energia é pior do que a concorrência de uma commodity qualquer, pois nesse mercado não existe o custo de logística, então tem gente no Nordeste comprando energia que é produzida aqui no Sudeste, e ele paga a mesma coisa de qualquer um que quer comprar e está aqui do lado da usina. Um detalhe desse mercado é o risco de calote, que é muito comum por muitas comercializadoras." (ESPECIALISTA GRUPO 3).

"O mercado tem bastantes empresas, o que favorece a concorrência. Hoje existe um problema nesse mercado, pois tem muitas comercializadoras que dão calote nas usinas, conheço várias usinas que tomaram calotes." (ESPECIALISTA GRUPO 2).

Esse problema de calote praticado por um ator muito importante da cadeia traz muita insegurança para o mercado de bioeletricidade, o que pode prejudicar no desenvolvimento e crescimento dessa tecnologia. Caberia maior rigor na fiscalização e nas punições às comercializadoras, isto é, falta uma postura mais firme da ANEEL, que é o órgão regulador do setor.

Apesar desse problema com as comercializadoras, os especialistas acreditam que a concorrência existente nesse mercado faz com que as usinas que dele participam procurem novas tecnologias para obter maiores ganhos em futuras negociações. Já em relação aos leilões de energia, todos os especialistas reclamaram da forma como é realizado atualmente, onde a energia de biomassa compete com a eólica, e também da burocratização do sistema.

"A forma como é realizada a venda em leilões não é adequada pois coloca energias diferentes para concorrer no mesmo leilão. O preço da bioeletricidade nos últimos leilões é mais baixo do que eu comercializar o bagaço para usinas de laranja.

A bioeletricidade da biomassa é muito mais constante do que a eólica, pois não é sempre que se tem vento, você não tem controle algum sobre esse tipo de produção, ao contrário da biomassa. Além disso, nós temos o custo de oportunidade do bagaço, que poderíamos estar vendendo, o que não acontece na eólica, não tem como você "guardar o vento" (ESPECIALISTA GRUPO 3).

"A ANEEL burocratiza muito todo o processo, o que faz com que as usinas não tenham muitas opções." (ESPECIALISTA GRUPO 4)

"Hoje quando você entra num leilão as penalidades são muito altas, caso ocorra algum problema durante a safra, quebra de equipamento, baixa quantidade de bagaço, e você não consegue entregar a quantidade contratada, a multa é muito elevada, desestimuladora." (ESPECIALISTA GRUPO 5)

Em relação ao preço médio pelo qual os grupos conseguem comercializar o MWh, obteve-se preços muito próximos em alguns grupos, o Grupo 1 apresenta um valor bem acima dos demais grupos, quase 35% maior. O valor de comercialização é de cerca de R\$ 130 /MWh (para três grupos), de R\$ 150 /MWh (para um do grupos) e de R\$ 175 /MWh, para o Grupo 1.

A discrepância do preço médio do Grupo 1 em relação aos demais pode ser explicada pelo Grupo 1 estar inserido no mercado há apenas 2 anos, ou seja, possui um contrato novo, com preços mais condizentes com o mercado atual, além de que esse grupo trabalha principalmente no mercado de risco (ACL), enquanto a maioria dos grupos estão no mercado há mais tempo e possuem contratos de longo prazo, com um valor mais baixo. Entretanto, esse preço acima dos demais obtido pelo Grupo 1 não traz garantias de longo prazo ao grupo, pois ele está inserido apenas no mercado de ACL e de leilões.

O estudo questionou os especialistas sobre o percentual que a receita obtida com a comercialização representava em relação ao total de receitas auferidas pelo grupo. Dessa forma, pode-se inferir o quanto a bioeletricidade pode ser importante ou não para saúde financeira do grupo, e o quanto o grupo valoriza essa receita.

Os Grupos 2 e 3 apresentam um valor bem elevado de participação das receitas de comercialização de bioeletricidade nas suas receitas totais (ambos com 20%), o que pode indicar que os grupos valorizam e possam a vir a investir mais nesse setor. Nos demais grupos, os valores obtidos são pequenos (10%, para o Grupo 1, 5%, para o Grupo 4, e 3%, para o Grupo 5), porém não podem ser desprezados, pois se tratam de contratos de milhões de reais, que no nível de mercado que esses grupos competem podem fazer muita diferença para se tornarem cada vez mais competitivos.

O estudo também abordou os especialistas com referência às maiores dificuldades encontradas pelo Grupo para comercializar a bioeletricidade, e obteve como principal fator o baixo preço dos últimos leilões e no mercado de ACL nos últimos anos.

"O preço é o principal fator, além das dificuldades regulatórias que se alteram o tempo todo." (ESPECIALISTA GRUPO 1).

"Os principais fatores são a queda do preço e problemas de crédito no mercado, esse crédito refere-se a comercializadoras, que estão quebrando constantemente. O preço no leilão está muito baixo, porém se você vende pra comercializadoras, a chance de calote é muito alto, há um trade off aqui." (ESPECIALISTA GRUPO 3).

Além do preço, outros fatores foram levantados pelos especialistas, esses mais ligados a termos de contrato e falta de informação dentro do Grupo:

"As principais dificuldades do nosso grupo é a nossa falta de conhecimento. O mercado hoje não é muito claro, as leis também não. Precisamos de mais informação, mais cursos para capacitar nossos funcionários, e com isso criar uma equipe especializada nessa área." (ESPECIALISTA GRUPO 2)

"Os termos de contrato fazem com que você tenha uma produtividade muito alta, chegando a certos pontos em que temos que priorizar a bioeletricidade do que açúcar e etanol para não receber as penalidades do contrato. Além disso, os mercados de açúcar e etanol são mais seguros que o de bioeletricidade." (ESPECIALISTA GRUPO 4).

Um produto que a produção de bioeletricidade proporciona aos grupos é o crédito de carbono. O estudo pesquisou quais grupos estavam inseridos nesse mercado e caso não estivessem, se havia interesse de participar desse mercado. As respostas foram

surpreendentes, pois há uma pequena participação dos grupos neste mercado (apenas dois deles participam).

Verifica-se que a comercialização de créditos de carbono é muito baixa pelos grupos, sendo que quando realizam não é de forma direta. A comercialização dos créditos de carbono é feita através de empresas que prestam consultorias para esses grupos, ficando para o grupo apenas parte dos lucros obtidos com essa venda.

"Quem realiza a comercialização pra gente é quem realiza a comercialização, tanto a certificação como a comercialização é realizada pela consultoria. Todo projeto é realizado por eles." (ESPECIALISTA GRUPO 5).

A renda obtida em um dos contratos de crédito de carbono realizado pelo Grupo 5 foi de aproximadamente R\$1,8 milhão, um valor baixo, perto das receitas obtidas com os outros produtos. Provavelmente por isso há um grande desinteresse pelos grupos em investir nesse mercado, que além de não ser muito rentável, tem leis que mudam constantemente.

"No momento não temos interesse em participar do mercado de crédito de carbono porque a legislação tem mudado constantemente, e por enquanto não está no nosso planejamento." (ESPECIALISTA GRUPO 5)

"Pretendemos comercializar, porém o acesso é muito complicado, e as normas não são muito claras." (ESPECIALISTA GRUPO 2).

Resumindo as informações obtidas nesta seção, verificou-se que a comercialização ocorre principalmente durante a safra, e que essa comercialização é realizada por leilões, venda para distribuidoras e no ACL. Apenas dois grupos comercializam energia pelo PROINFA.

Verificou-se uma grande preocupação com as comercializadoras, que vêm aplicando calotes frequentes nas usinas. Também pode ser observada a preocupação dos especialistas com a forma como estão sendo realizados os leilões, além da burocratização por parte do Governo. Além disso, nota-se a constante presença nas opiniões dos especialistas da questão do preço do MWh e a falta de interesse dos Grupos em participar do mercado de crédito de carbono.

5.7 Ambiente organizacional e institucional e seus impactos sobre a cadeia

5.7.1 Políticas públicas

Nesta seção é discutida a participação dos grupos pesquisados nos programas desenvolvidos pelo Governo para fontes alternativas de energia. Em capítulos anteriores foi apresentado o PROINFA, principal programa do Governo para o desenvolvimento a novas fontes de energia, e também linhas de financiamento do BNDES, como o FINEM e o PROESCO.

Primeiramente, o que ficou evidente foi a falta de conhecimento dos especialistas sobre as linhas de financiamentos específicas para o desenvolvimento de fontes alternativas de energia, o que pode indicar uma falta de comunicação entre o setor público e o privado.

O único conhecimento que os especialistas detinham sobre as questões apresentadas era relacionado ao PROINFA, principalmente no caso dos grupos que aderiram ao programa. Porém, as dúvidas eram constantes e vários questionamentos a respeito do Programa foram realizados.

"Não fazia ideia de que o PROINFA ainda existia, pra mim ele já tinha acabado." (ESPECIALISTA GRUPO 1).

"Na verdade, hoje não tenho nem ideia de como está o PROINFA, porém acredito que não tem mais acesso para o setor sucroenergético." (ESPECIALISTA GRUPO 3).

Apesar da dúvida e incerteza dos especialistas em relação ao PROINFA, o programa ainda existe e está em pleno funcionamento, tanto no cumprimento dos contratos antigos, como na adesão de novos participantes.

Entre os grupos pesquisados, todos conheciam o PROINFA, porém apenas o Grupo 2 e o Grupo 3 tinham aderido ao programa, e justamente os especialistas desses grupos foram os que se dispuseram a responder os questionamentos propostos pelo questionário elaborado.

Na visão de um dos especialistas, os reajustes anuais que o PROINFA realiza tornam o programa muito vantajoso:

"Uma usina que está no PROINFA há muito tempo, tem um preço muito bom em relação às demais usinas. Hoje, os leilões de energia são uma grande saída, pois os reajustes são muito bons, o que proporciona excelentes preços hoje." (ESPECIALISTA GRUPO 2).

Os reajustes realizados no PROINFA são um grande trunfo do programa, pois a maior reclamação dos especialistas é em relação ao preço, e o programa consegue oferecer esse ponto e a garantia de um contrato de longo prazo. Isto tudo poderia ser um grande negócio pelas usinas, porém a assimetria de informação existente é muito elevada.

Em relação ao FINEM, nenhum dos especialistas sabia da existência dessa linha de crédito disponível no BNDES. O curioso desse ponto é que quase todos os grupos financiaram ou pretendem financiar futuras instalações com capital do BNDES, porém não conhecem a linha específica de crédito que o BNDES disponibiliza para eles, fazendo com que contratem empréstimos com condições menos vantajosas.

Um fator muito interessante sobre o investimento realizado para a produção de bioeletricidade é saber a origem do capital utilizado, e se o capital é fruto ou não de alguma política pública. Entre os grupos pesquisados, quatro utilizam recursos do BNDES (um destes, complementado por capital próprio), um utiliza somente capital próprio.

Destacam-se poucos tipos de capital para implantação do setor de produção de bioeletricidade: capital próprio e BNDES. A participação do BNDES está presente em 80% dos grupos pesquisados, mostrando a importância desse órgão para o desenvolvimento desse

setor. Na próxima seção será possível identificar se esse capital provém ou não das políticas públicas existentes, ou pertencem a outros tipos de linhas de créditos disponíveis no BNDES.

Além do BNDES, um dos especialistas citou a importância dos leilões de energia para a captação de financiamentos:

"Nós usamos para financiar a instalação o BNDES e leilão de energia. Na verdade, os leilões de energia não são formas de financiamentos, porém quando você consegue um contrato de 20 anos com o Governo, o financiamento fica muito mais fácil de ser obtidos, devido à garantia desses contratos firmados com o Governo." (ESPECIALISTA GRUPO 3).

Outro especialista comentou sobre o erro estratégico do grupo de ter utilizado somente capital próprio para realizar todo o investimento:

"Nossa empresa financiou praticamente toda a instalação com capital próprio, o que acabou não sendo a melhor forma de realizar a instalação, pois foi um investimento muito alto e que está fazendo falta nesse momento." (ESPECIALISTA GRUPO 1).

Verifica-se que apesar dos Grupos utilizarem o BNDES para o financiamento dos investimentos no setor de bioeletricidade, não utilizam as linhas de crédito específicas para esse fim. Um fator que pode explicar a falta de utilização dessas linhas de crédito é a falta de conhecimento dos especialistas do setor sucroenergético sobre essas linhas de financiamento, evidenciando uma falha na comunicação entre o Governo e o setor.

5.8 Investimentos

As perspectivas de investimentos dos grupos são de grande importância para compreender e analisar o futuro do mercado de bioeletricidade no Brasil. Dessa forma, o estudo procurou desvendar os interesses de cada grupo e suas estratégias para o setor nos próximos anos.

Como forma de descobrir os interesses dos grupos para futuros investimentos em bioeletricidade, o estudo questionou os especialistas sobre planos de investimentos, a área que seria investida, o aumento pretendido na capacidade de produção, criação de novas usinas

(com a produção de bioeletricidade inserida no portfólio) e a forma como seria realizado o financiamento dessa expansão. O Quadro 6 apresenta as respostas expressas pelos especialistas.

Quadro 6 - Planos de investimentos dos grupos pesquisados

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Há planos de aumentar o investimento em bioeletricidade?	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM
Em qual área seria o investimento:					
Novas caldeiras	X		X	X	X
Novos Geradores	X		X	X	X
Redes de transmissão			X		
Outros				X	
Qual o aumento pretendido na capacidade de produção? (MW)					
	30	-	Não informou	200	95
Existem planos de expansão para outras usinas do Grupo para a produção de bioeletricidade?					
	NÃO	-	SIM	SIM	SIM
Como será financiado esse plano de expansão?					
	Não informou	-	Capital próprio; BNDES	Bolsa de valores; BNDES	Bancos privados; BNDES

No quadro verifica-se que dos cinco grupos pesquisados, quatro pretendem aumentar o investimento no setor de bioeletricidade, onde os principais investimentos seriam realizados em novas caldeiras e novos geradores.

Em relação ao aumento da capacidade pretendida pelo Grupo para a produção de bioeletricidade, verificou-se que o Grupo 4, que tem um projeto de expansão muito grande e investiu em tecnologia de ponta. O Grupo 5 também pretende realizar um investimento considerável nos próximos anos, com um aumento de 95MW na capacidade instalada.

"Estamos instalando uma caldeira que é pioneira no setor sucroenergético, nenhuma usina do Brasil tem essa tecnologia que estamos implantando."
(ESPECIALISTA GRUPO 4).

Na forma como será realizado esse plano de expansão ficou evidente mais uma vez a importância do BNDES para o setor. Entre os grupos que informaram como seria financiado o investimento, todos pretendem recorrer ao BNDES. Além do BNDES verificou-se como fonte de recursos: recursos próprios, bancos privados e bolsa de valores.

O Grupo que citou que pretende conseguir recursos na bolsa de valores possui capital aberto, por isso tem essa fonte de recursos. Muitos grupos não têm capital aberto ainda, porém, com o processo de fusões entre grupos e a crise do setor energético, é muito viável que nos próximos anos se tenha mais grupos utilizando essa fonte de recursos.

Ainda em relação a investimentos, o estudo questionou os especialistas se eles acreditavam que os empresários do setor estariam dispostos a iniciar um ciclo de crescimento acelerado da produção de bioeletricidade para acompanhar o comportamento dos mercados de açúcar e etanol. As repostas não foram muito animadoras, apenas dois especialistas acreditam que pode haver crescimento, mas em função da melhora do preço da bioeletricidade.

"Primeiro os empresários estão barrados no preço, se houver maiores investimentos, será em função dos três setores estarem com preços bons: açúcar, etanol e bioeletricidade." (ESPECIALISTA GRUPO 1).

"Acredito que não estão dispostos com os preços de hoje. Hoje não está interessante nem investir em açúcar e etanol." (ESPECIALISTA GRUPO 3).

Um dos especialistas acredita que pode até haver crescimento na produção de bioeletricidade, mas esse aumento não será realizado em virtude da comercialização, mas sim em função da necessidade de dar sustento para a produção de etanol e açúcar. Outros dois especialistas acreditam que haverá investimentos em comercialização, mas condicionado ao preço e à postura do Governo.

"Há uma necessidade de aumento de produção de energia, e caso o Governo melhore as condições para comercialização, acredito que haverá maiores investimentos" (ESPECIALISTA GRUPO 4).

"Com o crescimento do consumo, acredito que os preços no mercado vão acabar subindo, o que vai atrair maiores investimentos." (ESPECIALISTA GRUPO 5).

Verifica-se que a maioria dos Grupos entrevistados tem interesse em investir mais no setor de bioeletricidade, principalmente em novos geradores e novas caldeiras. O aumento pretendido é bem considerável, o que mostra certo otimismo, apesar das constantes críticas ao preço da energia.

Observou-se também que a forma como pretende se realizar a expansão é através do BNDES, o que mostra a importância que o Governo terá no processo de desenvolvimento e ampliação da bioeletricidade no Brasil. Além disso, foi possível notar confiança nos especialistas para novos investimentos no setor, principalmente por causa da necessidade de mais energia elétrica.

5.8.1 Principais barreiras à entrada de novos atores (sistemas agroindustriais), no mercado de bioeletricidade

A pesquisa também procurou investigar, na avaliação dos especialistas, quais seriam as razões para que apenas 30% das usinas de cana-de-açúcar do Brasil comercializem bioeletricidade. Esse questionamento aos entrevistados proporcionou uma visão muito interessante e revela vários gargalos para o acesso à rede de distribuição de eletricidade.

Na visão do especialista do Grupo 1, os principais problemas enfrentados foram:

"O problema é o mecanismo de comercialização, onde competimos com a energia eólica, onde a taxa de atratividade da usina eólica é mais baixa, fazendo com que o preço caia. Além de que a energia eólica está em outras regiões, tem outros custos de conexões. O investimento para implantação é muito alto, portanto o que atrai ou não o empresário é o preço da bioeletricidade no mercado, esse preço é quem vai ditar a entrada ou não do Grupo no mercado." (ESPECIALISTA GRUPO 1).

O problema com o investimento muito elevado também foi verificado na opinião dos outros especialistas, assim como a questão do preço da bioeletricidade no mercado, como é o caso do especialista do Grupo 2:

"O investimento é muito alto, além do desconhecimento dos grupos e o medo de entrar no mercado. Nós temos condições de aumentar a nossa potência, porém o preço do bagaço hoje está praticamente o preço do MWH, o que desestimula novos investimentos." (ESPECIALISTA GRUPO 2).

Nas avaliações feitas também não faltaram críticas à postura do Governo em relação às usinas, pois tem dificultado a entrada de novas usinas no mercado de bioeletricidade. Essa dificuldade de entrada imposta pelo Governo é devido à forma como são realizados os leilões de bioeletricidade. Essa visão crítica à postura do Governo é visualizada na opinião do especialista do Grupo 3:

"A falta de incentivo do Governo dificulta muito, ainda mais porque colocam a biomassa pra concorrer com a energia eólica nos leilões, fazendo com que o preço da bioeletricidade fique muito desestimulante. Além disso, tem a crise do setor sucroenergético, que começa desde a parte agrícola. Há falta de crédito para as usinas, muitas usinas fechando, sendo vendidas. Tudo isso dificulta novos investimentos." (Especialista Grupo 3).

Na visão do especialista 3 fica evidente outro fator que pode estar desestimulando a entrada de novas usinas na comercialização de bioeletricidade, a crise financeira do setor sucroenergético. Nos últimos anos o endividamento de alguns grupos foi muito elevado, reduzindo a sua capacidade de investimento e até de operação. Esses fatores podem ter contribuído e muito para inviabilizar a entrada de novos grupos, principalmente os com menor capacidade de moagem, que conforme apresentado em capítulos anteriores, são os que menos participam do mercado de bioeletricidade.

Além dos problemas citados, houve também a menção ao problema com a capacidade da usina gerar excedentes de biomassa que proporcionem a ela comercializar, é o que o especialista do Grupo 4 mencionou:

"Um dos grandes empecilhos é a biomassa, pois é difícil as usinas obterem um volume considerável de cana para abastecer sua própria necessidade e ainda conseguir comercializar o excedente. Além disso, o Governo incentiva muito pouco o setor." (ESPECIALISTA GRUPO 4).

As críticas ao Governo estiveram presentes em outras avaliações, como a do especialista do Grupo 5:

"O maior problema é em relação às linhas de transmissão, que estão às vezes localizadas muito longe das usinas, encarecendo muito o investimento, ou estão saturadas. Juntamente a isso, tem a falta de incentivo do governo." (ESPECIALISTA GRUPO 5).

Nesta avaliação observa-se uma importante constatação, que é o caso da saturação das linhas de transmissão, como também as longas distâncias que essas linhas estão das usinas. Acredita-se que o problema com as linhas de transmissão seja um dos gargalos dessa cadeia produtiva, pois as longas distâncias faz com que as usinas tenham que investir muito na

construção das linhas de transmissão, além de aumentar as perdas (quanto maior a distância maior a perda de eletricidade), e a saturação impede que as usinas coloquem sua energia excedente no SIN. A mesma reclamação foi realizada pelo especialista do Grupo 7, que afirmou que a maior dificuldade para a entrada do seu Grupo no mercado de bioeletricidade é à distância para a linha de transmissão, que no caso dele é de 70 km.

Finalmente, o estudo pediu que os especialistas avaliassem se um produto que depende de safra agrícola (cana-de-açúcar) e, portanto sujeito a azares da natureza, poderia ser uma fonte regular e segura para a geração de energia elétrica. As opiniões foram muito positivas em relação a esse questionamento, boa parte dos especialistas acreditam que a cana pode ser sim uma fonte segura, pela complementaridade à hidroelétrica.

"Acho que a biomassa entra como complementar, não como fonte de segurança, nós precisamos da hidrelétrica. A biomassa é uma fonte complementar importante, mas nunca vai ser a principal." (ESPECIALISTA GRUPO 1).

"Acredito que é uma fonte segura, pois a função dela é ser uma energia complementar. A bioeletricidade pode até ter uma variação entre as safras, mas essa variação não é muito grande a ponto de comprometer a geração." (ESPECIALISTA GRUPO 3).

"A perda de uma safra inteira é muito raro, praticamente impossível, a cana se adapta muito bem às variações climáticas. Pode até acontecer uma redução, algo em torno de 10%, porém nada que influencia muito a produção total." (ESPECIALISTA GRUPO 4).

"Esse é o nosso problema, nosso calcanhar de Aquiles, mas acredito que há mecanismos para equilibrar uma queda na safra, como é o caso da palha." (ESPECIALISTA GRUPO 5).

Como se pode verificar acima, os especialistas tem muita confiança no potencial de complementaridade da bioeletricidade a partir do bagaço de cana ao setor hidroelétrico brasileiro. Isso mostra que confiam no crescimento das futuras safras e na tecnologia aplicado no campo para ter garantias na produção.

O estudo também pesquisou quais as oportunidades que os especialistas observam para o setor de bioeletricidade. Nesse questionamento a resposta mais frequente foi a confiança de que novas tecnologias irão contribuir muito para o aumento da comercialização de bioeletricidade.

"Acredito que tem muito desenvolvimento tecnológico pela frente, é uma indústria um pouco atrasada em termos de tecnologia. Se conseguirmos um nível de tecnológico e eficiência tecnológica maiores, o setor tem tudo para se desenvolver." (ESPECIALISTA GRUPO 1).

"Hoje a muito crescimento de tecnologia. O setor de cogeração e máquinas tem se desenvolvido muito nos últimos anos, e ainda há muito espaço para crescer, o que vai trazer muitos benefícios para o setor." (ESPECIALISTA GRUPO 2).

"Acho que o setor irá passar uma onda de investimentos muito grande, e com a consolidação de grandes grupos, consolidando o mercado, ocorra a entrada de muito dinheiro no setor, o que pode aumentar em muito a produção de bioeletricidade." (ESPECIALISTA GRUPO 3).

"Com as novas tecnologias existentes o setor vai crescer muito ainda. Por exemplo, a caldeira nova que instalamos pode queimar qualquer coisa, tanto bagaço com até 60% de umidade, palha, madeira. O desenvolvimento de novas tecnologias vai ser o futuro da bioeletricidade no Brasil." (ESPECIALISTA GRUPO 4).

As oportunidades para a cadeia produtiva de bioeletricidade estão muito ligadas ao desenvolvimento de novas tecnologias, principalmente aquelas que proporcionem maior produtividade e maior aproveitamento de matérias-primas. Além disso, um maior apoio do ambiente institucional e organizacional aos atores da cadeia produtiva pode contribuir para seu desenvolvimento.

Os Quadros 7 e 8 apresentam as variáveis limitantes e impulsionadoras para a cadeia produtiva de bioeletricidade.

Quadro 7 - Variáveis limitantes à entrada de novos atores e ao desempenho da cadeia de bioeletricidade no Brasil

Variáveis Limitantes
a) Custos de instalação para novos entrantes;
b) Custos de manutenção de caldeiras, do gerador e das esteiras, no processo produtivo
c) Perdas (em rendimento) em todo o processo produtivo;
d) Perdas (em rendimento) na entrega da bioeletricidade aos consumidores, nas linhas de transmissão, na subestação e na rede básica;
e) Inadimplência por parte das compradoras de bioeletricidade;
f) Preço do mercado de bioeletricidade, em comparação com o preço da matéria-prima em outros mercados;
g) Burocratização de todo o processo de compra da bioeletricidade;
h) Penalidade estabelecida em contratos para o caso da não entrega da bioeletricidade;
i) Segurança dos mercados de açúcar e álcool, em comparação com o de bioeletricidade;
j) Participação dos sistemas agroindustriais no mercado de créditos de carbono
k) Estabilidade de regras definidas para o setor;
l) Disponibilidade de capital para investimentos em bioeletricidade;
m) Endividamento do setor produtivo
n) Volume de biomassa requerido para a geração de bioeletricidade;
o) Capacidade das linhas de transmissão existentes;
p) Distância entre usinas e linhas de transmissão.

Quadro 8 - Variáveis impulsoras à entrada de novos atores e ao desempenho da cadeia de bioeletricidade no Brasil

Variáveis impulsoras
a) Grau de eficiência produtivo em usina <i>retrofit</i> , em comparação com usina <i>greenfield</i> ;
b) Participação da bioeletricidade na receita total das agroindústrias;
c) Preços oferecidos pelo PROINFA;
d) Extensão dos prazos de contratos firmados com o Governo em leilões;
e) Interesse em investir na expansão da capacidade de produção de bioeletricidade;

6. CONCLUSÕES

O estudo teve como objetivo principal a realização da análise diagnóstica da cadeia produtiva de bioeletricidade a partir da biomassa de cana-de-açúcar no Brasil, utilizando a Metodologia de Prospecção Tecnológica de Cadeias Produtivas. Este objetivo foi alcançado por meio da análise do processo de geração de bioeletricidade e seus custos; do processo de comercialização da bioeletricidade gerada; de políticas públicas e seus impactos sobre a cadeia; pela identificação de variáveis limitantes e impulsoras à entrada de novos atores, e ao desempenho da cadeia como um todo.

A revisão de literatura, assim como os dados secundários disponíveis, indicou a pouca participação das usinas de cana-de-açúcar na comercialização de bioeletricidade (problema que motivou a presente pesquisa) apesar de todas produzirem bioeletricidade para autoconsumo.

A avaliação dos especialistas sobre as razões para a esta reduzida participação foram variadas, porém em todas aparece um mesmo fator limitante: o alto investimento para a participação, *vis-à-vis* o baixo preço das tarifas de energia.

Na análise de custos de geração de bioeletricidade, o estudo sugere que o custo de instalação para que uma usina comercialize bioeletricidade pode ser muito elevado. Na média, segundo os especialistas, de R\$3 a R\$4 milhões por MW instalado. Um custo muito elevado para um investimento que até então não se apresenta muito seguro. Na análise dos custos há uma das limitações do estudo, pois como apenas um especialista respondeu às questões sobre custos, não é possível generalizar os achados sobre o seu grupo para os demais. Portanto o estudo pode apenas sugerir que os custos de instalação e manutenção têm impacto relevante para o desenvolvimento da bioeletricidade.

Em relação ao processo de comercialização, apesar das dificuldades enfrentadas devido ao baixo preço da bioeletricidade, outros fatores limitantes foram encontrados. Hoje, o setor enfrenta muitas dificuldades, que vão desde a falta de linhas de transmissão até o formato dos leilões.

O calote realizado pelas comercializadoras foi outro fator limitante, neste mesmo processo, citado por vários especialistas. Mecanismos de controle de custos de transação devem ser desenvolvidos, pela própria agroindústria, para tentar superar esta dificuldade.

Existem algumas políticas públicas para incentivar o mercado de bioeletricidade; por outro lado, é grande o desconhecimento destas políticas por parte dos especialistas. O Governo Federal só participa ativamente do setor de bioeletricidade por meio de financiamentos do BNDES, que possui linhas especiais para a exploração de fontes de energia renováveis. No entanto, os grupos pesquisados não utilizam essas linhas especiais, mas sim outras linhas de financiamento do próprio BNDES, ou até mesmo de bancos privados.

Uma variável limitante, na opinião dos especialistas, é a forma como são realizados atualmente os leilões, sem diferenciação entre as diferentes fontes de energia. Este formato favorece fontes com menores custos (como a energia eólica), em detrimento de outras mais caras (no caso, a bioeletricidade). Na visão dos especialistas, esses leilões deveriam diferenciar as fontes de energia, para que desta forma a bioeletricidade da cana possa se institucionalizar como uma das fontes importantes de energia para o Brasil.

Porém, até que ponto é desejável proteger a bioeletricidade da cana frente às demais fontes de energia? Esse é o grande dilema (*tradeoff*) na qual se encontra o Governo e cabe muita discussão sobre esse tema. Diante da postura do Governo na realização dos leilões nos

últimos anos, não acredito que no curto prazo alguma mudança significativa ocorra no formato dos leilões.

A participação das usinas no mercado de crédito de carbono é reduzida, e, portanto elas perdem a oportunidade de geração de receitas complementares, neste mercado. O estudo verificou que não há muito interesse dos grupos em investir nesse mercado, sendo um dos principais fatores o alto custo do projeto, bem como a falta de profissionais capacitados para gerenciar esse mercado. Além disso, foi diagnosticado que quando as usinas entram nesse mercado, é por meio de consultorias, que realizam todo o projeto e fazem a comercialização, dividindo os lucros posteriormente com as usinas.

O estudo apresentou algumas fragilidades, apresentadas ao longo do estudo, porém há aspectos positivos a destacar na presente pesquisa, como: a análise de dados secundários sobre o setor elétrico e da bioeletricidade no Brasil; a análise dos dados primários utilizando abordagem de estudo de cadeia produtivas, que possibilita um olhar sistêmico do setor; e a geração de novas questões para pesquisa, que possibilitarão o aprofundamento do conhecimento sobre o setor e seu desempenho.

Entre as fragilidades que inspiram novas pesquisas, inclusive para o autor desta dissertação, está a conclusão de todas as etapas da análise diagnóstica. Esta conclusão envolve a determinação de fatores críticos ao desempenho dos sistemas produtivos de eletricidade, entre as variáveis limitantes e impulsoras que foram identificadas no presente trabalho. Esta determinação permitirá a identificação de demandas do setor e a orientação sobre estratégias tecnológicas e não-tecnológicas para solucioná-las.

6. REFERÊNCIAS

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Legislação**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=50>>. Acesso em 07 de abril 2012.

ARAUJO, NB; WEDEKIN, I; PINAZZA, L. A **Complexo Agroindustrial - o "Agribusiness Brasileiro"**. Agroceres, São Paulo, 1990, 238 p.

BAIN, J. **Barriers to New Competition**. Harvard University Press: 1956.

BANDO, P. M. **Coordenação vertical no complexo agroindustrial frutícola brasileiro: uma proposta para a Zona da Mata Mineira**. Viçosa, 1998. 178p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BATISTA, Fabio Rodrigo Siqueira. **Estimação do Valor Incremental do Mercado de Carbono nos Projetos de Fontes Renováveis de Geração de Energia Elétrica no Brasil: Uma Abordagem pela Teoria das Opções Reais**. 199p. São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 2007.

BAUMOL, W., PANZAR, J. e WILLIG, R. D. **Fixed Costs, Sunk Costs, Entry Barriers, and Sustainability of Monopoly**. The Quarterly Journal of Economics, Vol. 96, No. 3. The MIT Press, 1981, p. 405-431. Disponível em: <<http://pascal.iseg.utl.pt/~carlosfr/ses/BW.pdf>>. Acesso em 11 fev.2013.

BELIK, W.; VIAN, C. E. de F. **Os desafios para a reestruturação do complexo agroindustrial do Centro-Sul**. Revista Economia. Niterói: 2003.

BERTALANFFY, L.V. **General systems theory: a new approach to unity of science**. Human Biology, Dec. 1951.

BERTALANFFY, L.V. **General Systems Theory**. London, George Braziller, 1968.

BERTALANFFY, L.V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis, Vozes, 1977.

BIOELETRICIDADE. **Cartilha sobre a bioeletricidade**. Disponível em: <http://www.bioeletricidade.com/cartilha_bioeletricidade.pdf>. Acesso em 28 de out. 2011.

BNDES. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Produtos/FINEM/ondex.html>. Acesso em 10 de abril 2012.

BRIGHENTI, C. R. F. **Integração do Cogrador de Energia do Setor Sucroalcooleiro com o Sistema Elétrico**. 169p. Dissertação (Mestrado em Energia) - Instituto de Eletrotécnica e Energia, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

BRISOLA, M.V. **Fluxo e sintonia da informação sobre as preferências dos consumidores de carne bovina do Distrito Federal entre os agentes a montante da cadeia de produção.** Brasília, 2004. Dissertação de mestrado da FAV/UnB.

CARVALHO, S. P.; CARRIJO, E. L. O. **A produção de álcool: do PROÁLCOOL ao contexto atual.** XLV CONGRESSO DA SOBER "Conhecimentos para Agricultura do Futuro". UFGO: 2007.

CASTRO, A.M.G; LIMA, S.M.V.; FREITAS FILHO, A. **Análise de cadeias produtivas agropecuárias e oportunidades para automação.** Revista Brasileira de Agroinformática, v.1, n.1, p.53-65, 1998.

CASTRO, A.M.G. DE; LIMA, S.M.V. **Agenda Prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de caçõ-chocolate em Colômbia.** Ministério de Agricultura y desarrollo rural. Universidade Nacional de Colômbia. Cadena productiva de cacao-chocolate. Bogotá D.C., 2007.

CASTRO, A. M. G. **Estratégia de P&D para melhoramento genético em uma época de turbulência.** In: XXII Simpósio de Gestão de Tecnologia - Anais, FEA/USP, Salvador, 2002.

CASTRO, A.M.G.; LIMA, S.M.V.; CRISTO, C.M.P.N. **Cadeia produtiva: Marco conceitual para apoiar a Prospecção Tecnológica.** XXII Simpósio de Gestão de Tecnologia - Anais, FEA/USP, Salvador, 2002. Disponível em: <http://www.pee.mdic.gov.br/portalmDIC/arquivos/dwnl_1197031881>. Acesso em 10 de fev. 2013.

CASTRO, A. M. G. **Análise da competitividade de cadeias produtivas. Palestra apresentada no workshop Cadeias Produtivas e Extensão Rural na Amazônia.** Manaus, 2000.

CASTRO, A.M.G. DE; LIMA, S. M. V.; HOEFLICH, V. **Curso de especialização em engenharia da produção: gestão rural e agroindustrial.** Florianópolis: UFSC-LED; SENAR-PR, 1999. p. 257. (apostila). 149

CASTRO, A.M.G. et al. **Prospecção de demandas tecnológicas: manual metodológico revisado.** Brasília: EMBRAPA-SPI, 1999 (no prelo).

CASTRO, A. M. G et al. **Prospecção de Demandas Tecnológicas no Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA).** In.: CASTRO, A.M.G et al. Cadeias produtivas e sistemas naturais: prospecção tecnológica. Embrapa/ DPD, Brasília, 1998.

CASTRO, A.M.G.; LIMA, S.M. V.; FREITAS FILHO, A. **Módulo de Capacitação em Prospecção Tecnológica de Cadeias Produtivas.** Embrapa/DPD, Brasília, 1998.

CASTRO, A.M.G.; WRIGHT, J.; GOEDERT, W. **Metodologia para viabilização do modelo de demanda na pesquisa sistema pecuário.** In: Anais do XIX Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica. São Paulo: USP/PGT/FIA/PACTO, 1996.

CASTRO, A.M.G. et al. **Priorização de demandas da clientela de P&D em Agropecuária.** In: Revista de Administração, São Paulo v.31, n.2., p.94-105, abril/junho, 1996.

CASTRO, A.M.G.; COBBE, R.V.; GOEDERT, W.J. **Prospecção de demandas tecnológicas - Manual metodológico para o SNPA**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Departamento de Pesquisa e Difusão de Tecnologia. Brasília: Embrapa-DPD, março, 1995. 82 p.

CASTRO, A.M.G. et al. **Aplicação do enfoque sistêmico na gestão de C&T**. In: GOEDERT, W. J. ; PAEZ, M. L. A; CASTRO, A. M. G. DE. Gestão em ciência e tecnologia – Pesquisa Sistema pecuário. Embrapa, DPD, Brasília, p77-104, 1994a.

CASTRO, A.M.G. et al. **Demandas: análise prospectiva do mercado e da clientela de P & D em agropecuária**. In: GOEDERT, W.J.; PAEZ, M.L.D.; CASTRO, A.M.G. de. Gestão de ciência e tecnologia: pesquisa agropecuária. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994b. p. 165-202.

CASTRO, M.A.L. “**Análise dos Riscos de uma Distribuidora Associados à Compra e Venda de Energia no Novo Modelo do Setor Elétrico**”. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2004.

CASTRO, N. J.; DANTAS, G. A.; LEITE; A. L. S.; BRANDÃO; R.. **Bioeletricidade e a indústria de álcool e açúcar: possibilidades e limites**. Rio de Janeiro: Synergia: GESEL, UFRJ, 2008.

CASTRO, A.M.G.; LIMA, S.M.V. **Anotações de aula - Curso de metodologia de análise em cadeias produtivas - PROPAGA/UNB**, 2011.

CHAMBERS, R. **Rural: Rapid, relaxed and participatory**. Brighton: University of Sussex, Institute of Development Studies, 1992. Discussion paper 331.

CORREA NETO, V. **Geração de energia elétrica em biomassa da cana-de-açúcar**. Rio de Janeiro: COPPE, CENERGIA, 2004.

CORRÊA NETO, V.; RAMOM, D. **Análise de opções tecnológicas para projetos de cogeração no setor sucroalcooleiro**. SETAP. Brasília, 2002.

CORREIODEUBERLÂNDIA. **Multinacional irá investir R\$1 bi para instalar usina**. Disponível em: <http://www.correiodeuberlandia.com.br/cidade-e-regiao/multinacional-vai-investir-r-1-bi-para-instalar-usina/?doing_wp_cron=1363632935.5184290409088134765625> Matéria de 27 ago. 2011. Acesso em 05 mar. 2013.

COSTA, P.R.M.F. **Um estudo de oportunidade para o setor sucroalcooleiro na matriz energética**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica. UNB: Brasília, Fevereiro, 2008.

DE LIMA, C. E.G. **Análise do desempenho de agentes de distribuição diante das regras de contratação de energia elétrica instituídas pelo modelo do setor elétrico**. Dissertação de mestrado. UNB: 2011.

DUNN, T. **Rapid rural appraisal: A description of the methodology and its application in teaching and research at Charles Sturt University**. Rural Society: Australia, 1994. v.4, n.3/4.

Food and agriculture organization of the United Nations - FAO. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/W3241E/w3241e09.htm>>. Acesso em: 29 out. 2011.

FARINA, E. M. M. Q. et al. **Competitividade no agribusiness brasileiro**. FARINA, Elizabeth, ZYLBERSZTAJN, Décio (org). Realização: PENSA/FIA/FEA/USP. São Paulo, 1998.

FARINA, E.M.M.Q; NUNES, R. **Desempenho do agronegócio no comércio exterior e governança nos sistemas agroindustriais das carnes de suínos e das carnes bovinas**. São Paulo: FEA/USP, 2003. 21 p.

KUPFER, D. **Padrões de concorrência e competitividade**. Texto de discussão 265, IEI/UFRJ, publicado nos anais do XX Encontro Nacional da ANPEC, Campos de Jordão, SP. 1997.

FERRAZ, J. C.; KUPFER, D; HAGUENAUER, L;. **Made in Brasil: desafios competitivos para a indústria**. Rio de Janeiro: Ed. Campos, 1997.

HAGA. H.C.R. **Produção e comercialização de insumos da cadeia produtiva da construção habitacional: diagnóstico para o desenvolvimento de estudos de prospecção tecnológica**. Tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

HERRERA, V. É. **A competitividade da agroindústria alcooleira do Brasil e o mercado internacional: Barreiras e oportunidades**. XLIII CONGRESSO DA SOBER “Instituições, Eficiência, Gestão e Contratos no Sistema Agroindustrial”. UNIVEM: 2005.

JANK, M. S. ; NASSAR, A. M. **Competitividade e globalização**. In: ZILBERSZTAJAN, D. ; NEVES, M. F. (Org.). Economia e gestão dos negócios agroalimentares. PENSA/USP. São Paulo: Pioneira, 2000.

LEME, R. M.; CUNHA, K. B.; WALTER, A. **Adicionalidade em projetos de MDL e a cogeração no setor sucroalcooleiro brasileiro**. Disponível em: <<http://www.feagri.unicamp.br/energia/agre2004/Fscommand/PDF/Agrener/Trabalho%20109.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2011.

LIMA, M.M. **Competitividade da cadeia produtiva do maracujá, na região integrada de desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno-RIDE**. Brasília. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2001, 182p. il. Dissertação de mestrado.

LIMA, S. M. V. et al. **Desempenho da cadeia produtiva do dendê na Amazônia Legal**. Brasília, Convênio SUDAM/ Fundação. 2000. (150 p.)

LIMA, S.M.V et al. **La dimensión de Entorno en la construcción de la sostenibilidad institucional**. San José, Costa Rica: ISNAR- Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional, 2001a .p. 141.

LIMA S.M.V.; FREITAS FILHO A. de; CASTRO A.M.G. de; SOUZA H.R. de. **Desempenho da cadeia produtiva do dendê na Amazônia legal. Programa de ações estratégicas para a Amazônia brasileira.** Belém 2002.

MACHADO, F. B. P. **Brasil, a doce terra – História do Setor.** Disponível em <<http://www.tudosobreplantas.com.br/blog/index.php/2010/09/20/a-historia-da-cana-de-acucar>>. Acesso em: 20 mai. 2011.

MENEGUELLO, L. A. **O setor sucroalcooleiro e a utilização da biomassa da cana-de-açúcar como fonte alternativa de energia.** Dissertação de mestrado. UNIARA: 2006.

MCT. MINISTÉRIO da Ciência e Tecnologia. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/42954.html>>. Acesso em: 11 abril 2012.

Ministério de Minas e Energia – MME (2007a). Disponível em: <http://www.mme.gov.br/programs_display.do?chn=917>. Acesso em: 15 de abril de 2012.

MME. Ministério de Minas e Energia. “Plano Nacional de Energia 2030”. Disponível em <http://www.mme.gov.br/site/menu/select_main_menu_item.do?channelId=8213>. Acesso em: 15 de abril de 2012.

MONTALVÃO, E. **O setor elétrico e o horário de verão.** Texto para discussão 19. Consultoria Legislativa do Senado Federal. Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/senado/conleg/textos_discussao/texto19%20-%20edmund.pdf>. Acesso em 13 fev. 2013.

MOURÃO JR, A.B.C. **Competitividade de cadeias produtivas mesorregionais no atendimento ao mercado consumidor da carne bovina do Distrito Federal.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Veterinária, Universidade de Brasília, 2005, 183p. Dissertação de Mestrado.

NATALLE NETTO, J. **A saga do álcool: fatos e verdade sobre os 100 anos do álcool combustível em nosso país.** Osasco, SP. Novo Século Editora, 2007.

ONS. Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS. “**Procedimentos de Rede.**” Disponível em <<http://www.ons.org.br/procedimentos/index.aspx>>. Acesso em: 04 abril de 2012.

OREIRO, J. L. **A decisão de investir da firma: Uma abordagem a partir da teoria das barreiras a entrada.** UFRJ: Novembro de 1998.

POHLMANN, M.C.; AGUIAR, A.B.; BERTOLUCCI, A.; MARTINS, E. **Impacto da especificidade de ativos nos custos de transação, na estrutura de capital e no valor da empresa.** Revista Contabilidade & Finanças - USP, São Paulo, Edição Especial, p. 24 - 40, 30 junho 2004.

PORTER, M.E. **Estratégia competitiva: Técnicas para análise de indústrias e da concorrência.** Rio de Janeiro: Campus, 1997.

RIBEIRO, J. **A nova onda energética do campo**. Revista Dinheiro Rural/083: Setembro, 2011.

ROCHA, M. G.; CASTRO, A.M.G. **Fatores limitantes à expansão dos sistemas produtivos de palma na Amazônia**. Texto para Discussão 43. EMBRAPA, Brasília, DF, 2012. Disponível em: < http://unfccc.int/kyoto_protocol/kyoto_protocol_bodies/items/2772.php>. Acesso em 10 de fev. 2013.

SIMIONI, F.J.; HOEFLICH, V.A. **Análise diagnóstica da cadeia produtiva de energia de biomassa de origem florestal**. EMBRAPA Florestas, Colombo, 2007. Disponível em: < <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/313015/1/Doc151.pdf>>. Acesso em 10 de fev. 2013.

SILVA, C.; CHRISTO, B.; ADALGISA, A. **O uso da análise de conteúdo como uma ferramenta para a pesquisa qualitativa: descrição e aplicação do método**. Organizações rurais e agroindustriais. Lavras, v. 7, n. 1, p. 70-81, 2005

SILVA, S. M. **Competitividade e coordenação no sistema agroindustrial de cana-de-açúcar no Estado de Goiás**. Dissertação de mestrado. UFGO: 2008.

SOUZA, E.L.L. de; MACEDO, I. de C. **Etanol e bioeletricidade : a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética**. São Paulo: Luc Projetos de Comunicação, 2010.

SPPEDING, C.R.W. **The biology of agricultural systems**. London. Academia Press Inc., 1975.

TAVARES P.C.C. **O bagaço de cana como alternativa energética**. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/opinia/show.asp?msgCode=%7B46B20D1D-D55C-4E4B-8D13-4919D0FB6F67%7D>>. Acesso em 21 de set. 2011.

TIRADO, G. **Demandas tecnológicas da cadeia produtiva da carne bovina: uma análise no Estado de São Paulo**. Dissertação de mestrado. UNB: 2009.

TOWNSLEY, P. **Rapid Rural Appraisal (RRA), Participatory Rural Appraisal (PRA) and aquaculture**. Fisheries Technical Paper. Rome: FAO. 1996. , n. 358, 109p.

União dos produtores de bioenergia - UDOP. Disponível em: <<http://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=993>>. Acesso em: 20 out. 2011.

United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC, Disponível em: <http://unfccc.int/kyoto_protocol/kyoto_protocol_bodies/items/2772.php>. Acesso em: 03 abr. 2012

União dos produtores de cana-de-açúcar - UNICA. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/>>. Acesso em: 20 de abr. 2011.

União dos produtores de cana-de-açúcar - UNICA. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/content/default.asp?cchCode={C2B8C535-736F-406B-BEB2-5D12B834EF59}>>. Acesso em: 20 de abr. 2011.

União dos produtores de cana-de-açúcar - UNICA. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/search.asp>>. Acesso em: 20 de ago. 2012.

USAID. **Performance monitoring and evaluation tips** – USAID Center for development information and evaluation: Using rapid appraisal methods. 1996. Disponível [Online] em: http://www.childrensvaccine.org/files/USAID_RapidAppraisal.pdf, 11/09/2002.

VARGAS, A.M. **Análise diagnóstica da cadeia produtiva de cogumelos do Distrito Federal**. Dissertação de mestrado - PROPAGA-UNB, 2011.

VERGARA, S.C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 7ed. São Paulo: Atlas, 2006.

ZYLBERSZTAJN, D. **Economia das organizações**. In: ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F. (org.). Economia e gestão dos negócios agroalimentares. São Paulo: Pioneira, 2000 (a). p. 23-38.

ZYLBERSZTAJN, D. **Conceitos gerais, evolução e apresentação do sistema agroindustrial**. In: ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F. (org.). Economia e gestão dos negócios agroalimentares.

ANEXO I - SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

O processo de reestruturação do setor elétrico no Brasil teve início em meados da década de 90. Esse processo surgiu como parte do esforço do governo em atrair investimentos privados nacionais e estrangeiros para o setor de energia elétrica, em virtude da falta de capacidade do Estado investir isoladamente na expansão do sistema, segundo os volumes necessários para acompanhar o crescimento previsto do mercado de energia elétrica (CASTRO, 2004).

Apesar dos esforços do governo, os investimentos não ocorreram na magnitude necessária para que em 2001 pudessem evitar o racionamento de energia, que vigorou de primeiro de junho de 2001 a 28 de fevereiro de 2002, para as regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste. Na região Norte, o racionamento durou menos tempo, iniciou-se em 15 de agosto de 2001 e encerrou -se em 31 de dezembro de 2001 (CASTRO, 2004).

No final do ano de 2003, o governo editou as diretrizes para construção de um novo marco regulatório para o setor elétrico, com as Medidas Provisórias nos 144 e 145, que foram posteriormente convertidas nas leis no 10.847 e no 10.848, em 15 de março de 2004, respectivamente. A regulamentação da comercialização de energia, as alterações nos processos de outorga de concessões e autorizações para geração de energia elétrica foram publicadas no Decreto no 5.163, em 30 de julho de 2004, como explica Costa (2008):

"A nova proposta de configuração do setor elétrico teve como diretrizes: segurança no suprimento de energia elétrica, modicidade tarifária e universalização do atendimento." (COSTA, 2008, p.101).

O processo de segurança no suprimento está baseada na obrigatoriedade das distribuidoras e dos consumidores livres comprovarem a contratação de todo o seu mercado

ou carga, por meio de contratos com lastros físicos de geração, e aplicação de penalidades por seu descumprimento. (COSTA, 2008).

A modicidade tarifária decorrerá da adoção do critério de menor tarifa advindo do procedimento de compra e venda de energia por meio de leilões. (COSTA, 2008).

A universalização do acesso tem como característica promover a criação de condições para que os benefícios da eletricidade sejam disponibilizados aos cidadãos que ainda não contam com esse serviço e garantir subsídio para os consumidores de baixa renda, de tal forma que estes possam arcar com os custos do seu consumo. (COSTA, 2008).

Dessa forma, novos atores foram criados no modelo em vigor a partir de 2004 e outros tiveram suas funções alteradas. As bases do atual modelo consistem no planejamento de longo prazo, por meio da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), na Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), que funciona como um *pool* e sucede o Mercado Atacadista de Energia, na coexistência dos ambientes de contratação regulada e livre e na premissa de que as distribuidoras deverão prever e contratar energia suficiente para atender a todo seu mercado (CASTRO, 2004).

No Quadro 9 apresenta-se um resumo das mudanças ocorridas no setor elétrico brasileiro nas últimas décadas.

Quadro 9 - Mudanças ocorridas no Setor Elétrico Brasileiro

Modelo Antigo (até1995)	Modelo de livre Mercado (1995 a 2003)	Novo Modelo (2004)
Financiamento através de recursos públicos	Financiamento através de recursos públicos e privados	Financiamento através de recursos públicos e privados
Empresas verticalizadas	Empresas divididas por atividade: geração, transação, distribuição e	Empresas divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição, comercialização, importação

	comercialização	e exportação
Empresas predominantemente Estatais	Abertura e ênfase na privatização das Empresas	Convivência entre Empresas Estatais e Privadas
Monopólios - Competição inexistente	Consumidores Livres e cativos	Consumidores Livres e Cativos
Tarifas reguladas em todos os segmentos	Preço livremente negociado na geração e comercialização	No ambiente livre: preço livremente negociados na geração e comercialização. No ambiente regulado: leilão e licitação pela menor tarifa.
Mercado Regulado	Mercado Livre	Convivência entre Mercado Livre e Regulado
Planejamento Determinativo - Grupo Coordenador do Planejamento de Sistemas Elétricos (GCPS)	Planejamento Indicativo pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE)	Planejamento pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE)
Contratação: 100% do Mercado	Contratação: 85% do mercado (até agosto/2003) e 95% (até dezembro/2004)	Contratação: 100% mercado + reserva
Sobras/déficits do balanço energético rateados entre compradores	Sobras/déficits do balanço energético liquidados no MAE	Sobras/déficits do balanço energético liquidados na CCEE. Mecanismo de Compensação de Sobras e Déficit (MCSO) para as Distribuidoras.

Fonte: DE LIMA, 2011, p. 14.

Agentes do setor

Diante das transformações ocorridas no setor elétrico brasileiro até o ano de 2004, é apresentado na Figura 15 o conjunto de instituições que o compõem. Essas instituições são articuladas entre si, de modo a gerenciar a produção e o consumo de energia elétrica atuais e futuros, com mecanismos estratégicos e operacionais.

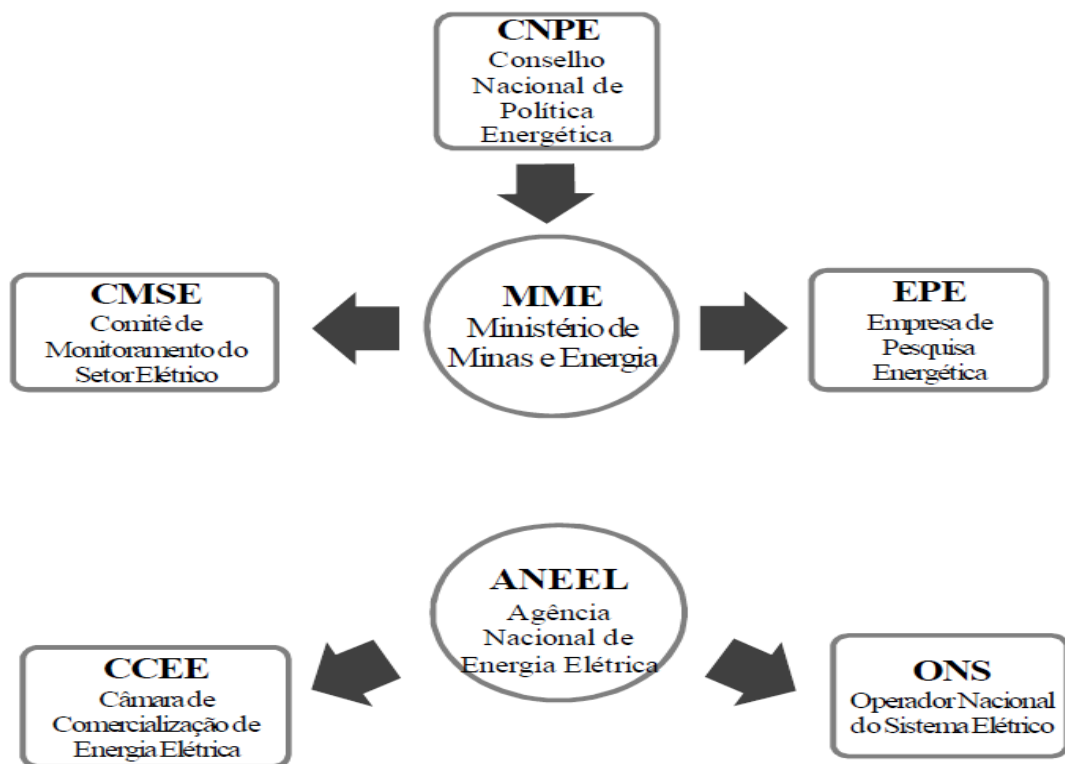


Figura 15: Modelo Institucional do setor elétrico

Fonte: DE LIMA, 2011, p. 14.

CNPE – Conselho Nacional de Política Energética

O CNPE, um dos agentes figurados acima, é um órgão interministerial de assessoramento à Presidência da República, tendo como principais atribuições formular políticas e diretrizes de energia e assegurar o suprimento de insumos energéticos às áreas mais remotas ou de difícil acesso país. Este órgão é também responsável por revisar periodicamente as matrizes energéticas aplicadas às diversas regiões do país, estabelecer diretrizes para programas específicos, como os de uso do gás natural, do álcool, de outras biomassas, do carvão e da energia termonuclear, além de estabelecer diretrizes para a importação e exportação de petróleo e gás natural. (DE LIMA, 2011).

Ministério de Minas e Energia (MME)

A Lei no 10.848, de 2004, estabeleceu as diretrizes do Novo Modelo, mas ficou estabelecido que os principais pontos seriam regulamentados pelo MME, por meio de Decretos. Sendo assim, o Ministério passou a concentrar as principais decisões do setor.

Em suas atribuições, o Ministério de Minas e Energia (MME) exerce o Poder Concedente sobre os contratos de concessão de linhas de transmissão, geração e distribuição de energia elétrica.

É de Competência do Ministério definir, anualmente, o montante de energia a ser contratado no mercado regulado, além de aprovar a lista de empreendimentos de geração, elaborada pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), que participam dos leilões do Ambiente de Contratação Regulada. (COSTA, 2008).

O preço máximo dos leilões de energia proveniente de usinas existentes é determinado pelo MME, assim como a criação de mecanismos para compensar as variações nos custos de aquisição de energia não contempladas no reajuste tarifário do ano anterior. (COSTA, 2008).

Empresa de Pesquisa Energética (EPE)

A EPE teve sua criação autorizada na Lei no 10.847, de 15 de março de 2004, com a responsabilidade de realizar o planejamento energético de médio e longo prazos para o setor, tendo algumas atribuições em destaque:

- a) Realizar estudos e projeções da matriz energética brasileira;

- b) Elaborar e publicar o balanço energético nacional;
- c) Identificar e quantificar os potenciais de recursos energéticos;
- d) Elaborar estudos necessários para o desenvolvimento dos planos de expansão da geração e transmissão de energia elétrica de curto, médio e longo prazos;
- e) Desenvolver estudos de impacto social, viabilidade técnico -econômica e sócio ambiental para os empreendimentos de energia elétrica e de fontes renováveis; e
- f) Desenvolver estudos para avaliar e incrementar a utilização de energia proveniente de fontes renováveis. (COSTA, 2008).

Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE)

O CMSE é coordenado pelo MME, tendo como presidente o Ministro de Estado de Minas e Energia e atua no acompanhamento e avaliação da continuidade e da segurança do abastecimento eletro-energético no país, segundo o Decreto no 5.175, de 9 de agosto de 2004. (COSTA, 2008).

O Comitê é constituído por quatro representantes do MME e os titulares da ANEEL; ANP; CCEE; EPE e ONS.

O CMSE tem as seguintes atribuições: acompanhar o desenvolvimento das atividades de geração, transmissão, distribuição, comercialização, importação e exportação de energia elétrica, realizar análises periódicas e integradas de segurança do abastecimento e atendimento ao mercado de energia elétrica, gás natural e petróleo e seus derivados, além de identificar dificuldades e obstáculos de caráter técnico, ambiental, comercial e outro que possam afetar a regularidade e a segurança do sistema. O comitê também ficará responsável

por elaborar propostas de ajustes, soluções e recomendações que promovam a manutenção da segurança do sistema elétrico. (COSTA, 2008).

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)

A ANEEL é o órgão regulador do setor sendo responsável pela fiscalização, concessão, regulação e mediação do mercado de energia elétrica . Assim, a Agência é responsável por estabelecer mecanismos de regulação e fiscalização para garantir o atendimento à totalidade do mercado de cada agente de distribuição e de comercialização de energia elétrica, bem como à carga dos consumidores livres. (COSTA, 2008).

A Agência também é responsável por definir as tarifas de uso dos sistemas de transmissão e distribuição, sendo que as de transmissão devem ser baseadas nas seguintes diretrizes:

a) assegurar arrecadação de recursos suficientes para cobertura dos custos dos sistemas de transmissão; e

b) utilizar sinal locacional visando a assegurar maiores encargos para os agentes que mais onerem o sistema de transmissão.

A ANEEL promove processos licitatórios para o atendimento das necessidades do mercado, cabendo-lhe a parte operacional das licitações nas áreas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, além da outorga da concessão para aproveitamento de potenciais hidráulicos mediante delegação e segundo as diretrizes do plano de outorga estabelecido pelo Poder Concedente.

A celebração do contrato fica sob a responsabilidade do Ministério de Minas e Energia (MME) e compete à ANEEL a gestão desses contratos. (COSTA, 2008).

Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE)

A Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) tem como suas principais atribuições a contabilização e liquidação dos contratos de compra e venda de energia no mercado de curto prazo em substituição ao Mercado Atacadista de Energia, além de funcionar como um *pool*, gerenciando todos os contratos a serem firmados por cada um dos geradores com todas as distribuidoras. (COSTA, 2008).

A CCEE estabelece o Preço de Liquidação de Diferenças (PLD) utilizado na contabilização e liquidação das diferenças entre os montantes contratados e verificados, tido como mercado de curto prazo, no máximo em base semanal, considerando o custo marginal de operação, os limites inferior e superior a serem definidos pela ANEEL, as restrições operacionais das usinas, o custo do déficit, a otimização dos recursos eletroenergéticos do SIN e as restrições técnicas das linhas de transmissão. (COSTA, 2008).

O limite superior para o PLD será determinado por meio da análise dos custos variáveis de operação das usinas termelétricas despachadas pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). Enquanto que o valor mínimo observa os custos de operação e manutenção das usinas hidrelétricas e os custos referentes à utilização dos recursos hídricos. (COSTA, 2008).

Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS)

Com a instituição do livre acesso à rede elétrica, através da Lei no 9.074, de 7 de julho de 1995 e da Lei no 9.648, de 27 de maio de 1998, as transações de compra e venda de energia entre concessionários e autorizados passaram a ser contratadas separadamente do acesso e do uso da rede elétrica, que executa uma função neutra e imparcial no processo de comercialização de energia. (COSTA, 2008).

Neste contexto, a comercialização da energia fica completamente independente da operação eletroenergética do sistema, esta de responsabilidade do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

Assim, é o ONS responsável pela programação, otimização e coordenação do despacho centralizado da geração e uso da rede de transmissão do Sistema Interligado Nacional (SIN).

O ONS é o agente competente pela definição de regras para a operação das instalações de transmissão da rede básica dos sistemas elétricos interligados, a serem aprovadas pela ANEEL e a supervisão e controle da operação dos sistemas eletroenergéticos nacionais interligados e das interligações internacionais. (COSTA, 2008).

ANEXO II - ROTEIRO DE ENTREVISTA

Análise diagnóstica da cadeia produtiva de bioeletricidade a partir da biomassa da cana-de-açúcar

Estratégia: Estratégia: A entrevista deverá ser feita a um conhecedor (especialista) da Cadeia Produtiva de bioeletricidade a partir da biomassa da cana-de-açúcar. Estes especialistas devem deter conhecimento aprofundado de todas as etapas que envolvem a produção de bioeletricidade

Início: Olá, meu nome é Rafael Lavrador Sant'Anna, sou aluno regular do curso de mestrado do Programa de Pós-graduação em Agronegócios – Propaga da Universidade de Brasília/ UNB. A última etapa para conclusão do mestrado consiste em fazer uma dissertação, onde o objetivo geral da minha dissertação é analisar a cadeia produtiva de bioeletricidade a partir da biomassa de cana-de-açúcar, visando a melhoria dos processos produtivos e contribuir com o desenvolvimento dessa cadeia produtiva.

Almejando a melhor forma para realizar o estudo, estou realizando pesquisas com especialistas - pessoas com conhecimento reconhecido em relação ao à cadeia produtiva em análise. Você foi selecionado como um destes especialistas. Gostaria de contar com sua ajuda. Gostaria também de obter seu consentimento para que esta entrevista fosse gravada. Esclareço que suas informações serão utilizadas de forma agregada (isto é, não será possível ligar informações individualizadas à sua pessoa). Você concorda em participar do estudo e em que possamos gravar esta entrevista?

Identificação do entrevistado

Entrevistado:

Cargo/ Função:

Empresa:

Endereço:

Cidade:

Telefone:

INÍCIO DA ENTREVISTA: _____

I. Caracterização do Usina/Grupo

1. Qual a natureza da empresa?
() Cooperativa () Empresa privada nacional () Empresa privada multinacional ()
Outra. Qual? _____
2. O Grupo/Usina possui quantas unidades? _____
3. Quantas toneladas de cana-de-açúcar são produzidas por ano?
_____ (t)

4. Qual a produção de açúcar e álcool do Grupo na última safra?
 Álcool _____L Açúcar _____t
5. Na produção destes produtos, que porcentagem da cana utilizada é:
 Própria _____% Fornecedores _____%
- Obs: _____

6. Quantas unidades do Grupo realizam o processo de cogeração de energia?

7. Qual a quantidade de bioeletricidade, em média, é gerado por cada unidade?
 _____MWh
8. Quantas comercializam bioeletricidade? _____
9. Qual a quantidade de bioeletricidade comercializada, em média, por cada unidade?
 _____MWh.
10. Há quantos anos o Grupo realiza o processo de cogeração?
 _____anos
11. Há quantos anos o Grupo comercializa bioeletricidade? _____anos
12. Hoje, apenas 30% das usinas no Brasil comercializam bioeletricidade, na sua opinião, por quê esses números não são maiores? O que você acredita que facilitaria o crescimento deste mercado?

II. Insumos

1. Qual a porcentagem de bagaço e palha que o Grupo utiliza na sua geração de bioeletricidade, em média, em cada Unidade do Grupo?
 Bagaço _____% Palha _____%
- Obs: _____

2. Qual a quantidade de sobra de insumos que podem ser utilizados na produção de bioeletricidade?
 Bagaço _____t Palha _____t
- 2.1 O que é feito com essa sobra?
 () Engorda de gado () venda () Reserva () Outros

3. Em relação às variedades de cana-de-açúcar, qual o tipo mais utilizado pelo Grupo?

3.1 Na sua opinião, há um tipo de cana que pode aumentar a produção de açúcar, etanol e bioeletricidade?

3.2 Em relação à qualidade, há um tipo de cana que pode aumentar (pelo teor de fibras, ou outros atributos) a produtividade de bioeletricidade?

3.3 O preço desse tipo de cana é maior ou menor que o utilizado pelo Grupo?

4. Na sua opinião, a produção de etanol celulósico pode vir a tornar-se uma ameaça à produção de bioeletricidade? Por quê?

III. Produção de energia

1. Qual a capacidade de geração da Usina/Grupo? _____MWh/dia

2. Qual a percentagem da energia produzida que é consumida pela Usina/Grupo? _____(%)

3. Há registro de perda de bioeletricidade durante o processo produtivo?
() NÃO () SIM

3.1 Em qual setor?

3.2 Qual o percentual médio dessa perda em relação ao total da produção?
_____%

3.3 Quais as principais causas dessas perdas?

3.4 Com que frequência ocorrem essas perdas? _____vezes/semana.

4. Qual o valor do investimento realizado para a produção atual de bioeletricidade? _____

5. Como foi financiado o investimento para a implantação do setor de produção de bioeletricidade?

IV. Políticas Públicas

Há algumas políticas públicas que incentivam as fontes alternativas de energia elétrica. Vamos descrever brevemente cada uma delas e lhes pedir que avalie cada uma delas.

Primeiro, vamos falar do PROINFA. Este programa de incentivo fornece linha de crédito para financiamento de até 70%”

70% do investimento em fontes alternativas de energia elétrica, excluindo apenas bens e serviços importados e a aquisição de terrenos. Os investidores tem que garantir 30% do projeto com capital próprio. As condições do financiamento incluem Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP) mais 2% de spread básico e até 1,5% de spread de risco ao ano, carência de seis meses após a entrada em operação comercial, amortização por dez anos e não pagamento de juros durante a construção do empreendimento. (MME, 2012).

A Eletrobrás, no contrato de compra de energia de longo prazo, assegurará ao empreendedor uma receita mínima de 70% da energia contratada durante o período de financiamento e proteção integral quanto aos riscos de exposição do mercado de curto prazo.

1. O que você considera mais adequado, nesta linha de financiamento?
2. O que você acha que não está completamente adequado, e que deveria ser melhorado, no PROINFA?
3. A Usina/Grupo já tentou participar do PROINFA?
 - a. SIM NÃO
4. *Se a resposta for SIM:*
 - a. Conseguiram obter os recursos? SIM NÃO
 - b. A qual finalidade se destinavam estes recursos?

5. *Se a resposta for NÃO, Por quê?*

6. Na sua visão, há dificuldades em obter acesso aos recursos do PROINFA?
 - a. SIM NÃO

7. *Se a resposta for NÃO, Quais são estas dificuldades?*

-
5. *Qual o grau de interesse do Grupo em participar do Proinfa? Responda:*

Nenhum interesse Pequeno interesse Muito interesse

5. *Para o Grupo, os preços pagos pelo Proinfa são atraentes? Responda:*

() De modo algum () São pouco atraentes () São muito atraentes

6. Qual o grau de interesse do Grupo em adquirir recursos do BNDES? Responda:

() Nenhum interesse () Pequeno interesse () Muito interesse

Além do PROINFA, há diferentes linhas de financiamentos pelo BNDES para o setor de bioeletricidade, o PROESCO e o FINEM.

O **PROESCO** apoia projetos de eficiência energética junto aos usuários finais de energia em intervenções que comprovadamente contribuam para a economia de energia. Destacam-se os projetos que utilizam equipamentos com tecnologia mais eficiente, tais como: caldeiras e sistemas de vapor, sistemas de cogeração e sistemas automáticos de gerenciamento de energia.

A participação do Banco pode alcançar até 90% do custo de implantação do projeto, comum prazo máximo de amortização de 72 meses, já incluso o prazo de carência de até 24 meses.

1. O que você considera mais adequado, nesta linha de financiamento?
2. O que você acha que não está completamente adequado, e que deveria ser melhorado, no PROESCO?
3. A Usina/Grupo já tentou participar do PROESCO?
 - a. () SIM () NÃO
4. Se a resposta for **SIM**:
 - a. Conseguiram obter os recursos? () SIM () NÃO
 - b. A qual finalidade se destinavam estes recursos?

5. Se a resposta for **NÃO**, Por quê?

6. Na sua visão, há dificuldades em obter acesso aos recursos do PROESCO?
 - a. () SIM () NÃO

7. Se a resposta for **NÃO**, Quais são estas dificuldades?

O **FINEM** financia iniciativas para a realização de projetos de implantação, expansão e modernização de equipamentos de valor superior a R\$ 10 milhões, incluída a aquisição de máquinas e equipamentos novos, de fabricação nacional, credenciados pelo BNDES, bem como a importação de maquinários novos sem similar nacional e capital de giro associado, realizados diretamente com o BNDES ou através das instituições financeiras credenciadas.

Os financiamentos envolvem duas linhas de caldeiras, a depender da tecnologia adotada. O Banco financia até 90% do valor do custo do equipamento e ser amortizado em um prazo máximo de 14 anos, a uma taxa de juros formada pela remuneração do BNDES mais o custo financeiro.

1. O que você considera mais adequado, nesta linha de financiamento?
2. O que você acha que não está completamente adequado, e que deveria ser melhorado, no FINEM?
3. A Usina/Grupo já tentou participar do FINEM?
a. () SIM () NÃO

4. *Se a resposta for SIM:*
 - a. Conseguiram obter os recursos? () SIM () NÃO
 - b. A qual finalidade se destinavam estes recursos?

5. *Se a resposta for NÃO, Por quê?*

6. Na sua visão, há dificuldades em obter acesso aos recursos do FINEM?
a. () SIM () NÃO

7. *Se a resposta for NÃO, Quais são estas dificuldades?*

8. Tem interesse em pegar (novos) recursos, SEJA DO PROESCO, SEJA DO FINEM?
() SIM () NÃO

Se a resposta for SIM:

- 8.1 Com que finalidade?

9. Em relação ao volume de crédito ofertado pelo BNDES (PROESCO OU FINEM), na sua visão, esses recursos são suficientes para o crescimento da comercialização de bioeletricidade?

V. Custos

1. Custo do processo produtivo de bioeletricidade

Agora irei mencionar alguns possíveis custos que a Usina possui no processo de produção de bioeletricidade, e primeiramente irei lhe pedir que me confirme se ele é ou não considerado (ou computado) pela sua usina. Caso o item seja adotado nos cálculos de custos, vou lhe pedir que indique qual a estimativa desse custo (R\$). A seguir, gostaria que você indicasse se o item tem impacto sobre a eficiência (custos e produtividade) de produção, se tiver, qual o impacto desse custo na eficiência de produção, utilizando a seguinte escala:

1 = pequeno ou nulo; 2 = elevado; 3 = muito elevado

Entrevistador: apresente cada item da primeira coluna e solicite as respostas para as perguntas (I, II, III, IV) do cabeçalho da tabela. Pergunte ao entrevistado se ele tem algum item de custo para acrescentar. Caso ele tenha, acrescente à tabela e faça as perguntas do cabeçalho para esses novos itens.

Itens de custo	I. É considerado?	II. Qual a estimativa deste custo (R\$)?	III. Como o item descrito na 1ª coluna impacta os custos de produção da bioeletricidade? N (não impacta); A (aumenta custos); R (reduz custos)	IV. Se o item tem impacto sobre o custo da bioeletricidade, qual o tamanho do impacto? (1= pequeno ou nulo; 2 = elevado; 3 = muito elevado)	V. Como o item descrito na 1ª coluna impacta a produtividade da bioeletricidade? N (não impacta); A (aumenta a produtividade); R (reduz a produtividade)	VI. Se o item tem impacto sobre a produtividade da bioeletricidade, qual o tamanho do impacto? (1= pequeno ou nulo; 2 = elevado; 3 = muito elevado)	VII. Justificativa (da avaliação s/ o impacto)
Instalação							
Caldeiras							
Geradores							
Rede elétrica							
Esteiras							
Automação do sistema							
Subestação de energia							
Estação de tratamento de água							
Insumos							
Bagaço							
Armazenamento da biomassa nos montes							
Palha							
Operacionais							
Manutenção das esteiras							
Limpeza da caldeira e							

Itens de custo	I. É considerado?	II. Qual a estimativa deste custo (R\$)?	III. Como o item descrito na 1ª coluna impacta os custos de produção da bioeletricidade? N (não impacta); A (aumenta custos); R (reduz custos)	IV. Se o item tem impacto sobre o custo da bioeletricidade, qual o tamanho do impacto? (1= pequeno ou nulo; 2 = elevado; 3 = muito elevado)	V. Como o item descrito na 1ª coluna impacta a produtividade da bioeletricidade? N (não impacta); A (aumenta a produtividade); R (reduz a produtividade)	VI. Se o item tem impacto sobre a produtividade da bioeletricidade, qual o tamanho do impacto? (1= pequeno ou nulo; 2 = elevado; 3 = muito elevado)	VII. Justificativa (da avaliação s/ o impacto)
das esteiras							
Manutenção da caldeira							
Manutenção do(s) gerador (s)							
Assistência técnica							
Administrativos							
Treinamento de funcionários							
Salários							
Depreciação							
Caldeira							
Linha de transmissão							
Geradores							
Esteiras							
Máquinas							
Canavial							
Impostos							
Impostos sobre a venda de energia							

2. Há formas para a redução dos custos na produção de bioeletricidade? Quais são as mais relevantes em sua avaliação? Por quê?

VI. Comercialização

- Quais os principais custos na comercialização de bioeletricidade?
 Transmissão Produção Operacionais Outros
 - Qual a percentagem que esse custo representa no total da produção de bioeletricidade durante a safra? _____%

2. A comercialização de bioeletricidade ocorre em qual período?
() Safra () Ano todo, () Até a capacidade contratada () Outros

3. Como é a concorrência entre empresas no ambiente de contratação livre de energia?

3.1 Na sua visão, essa forma de concorrência beneficia o desenvolvimento do mercado de bioeletricidade?

4. Para quem a energia é vendida?
() ACL () PROINFA () DISTRIBUIDORAS () LEILÕES () OUTROS
Obs: _____

5. Qual o preço médio que é vendido o MWh? _____ R\$/MWh

6. Comercializam créditos de carbono?
() SIM () NÃO

Se a resposta for **SIM**

6.1 Como é realizada a comercialização?

6.2 Qual a renda obtida com a venda de crédito de carbono?
_____ R\$

Se a resposta for **NÃO**

6.3 Pretende comercializar? Têm algum projeto em andamento?

7. A renda obtida com a comercialização de energia representa quanto do total das receitas para a Usina (Grupo)? _____ (%)

7.1 A economia gerada por não comprar energia proporciona uma redução nos custos de quanto por cento (%): _____ (%)

8. Quais as maiores dificuldades encontradas pela Usina/Grupo para comercializar a bioeletricidade?

9. Você considera a forma como é realizada a venda de bioeletricidade (leilões de energia ou negociação com consumidores livres) adequada? () SIM () NÃO. Por quê?

VII. Investimentos

1. Há plano de aumentar o investimento no setor de bioeletricidade?

() SIM () NÃO

Se a resposta for NÃO:

Por quê?

Se a resposta for SIM:

- 1.1 Em qual área seria o investimento:

() Novas caldeiras () Novos Geradores () Redes de transmissão () Outros

- 1.2 Qual o aumento pretendido na capacidade de produção de bioeletricidade?
_____MW

- 1.3 Existem planos de expansão de outras usinas (do Grupo) para a produção de bioeletricidade?

() NÃO () Não tem conhecimento () SIM

- 1.4 Como será financiado esse plano de expansão?

2. Acredita que os empresários do setor estão dispostos a iniciar um ciclo de crescimento acelerado da produção de bioeletricidade para acompanhar o comportamento dos mercados de açúcar e etanol? Por quê?

VII. Limitações e oportunidades para a produção de bioeletricidade a partir da biomassa de cana-de-açúcar

- Para finalizar a entrevista, gostaria que você falasse um pouco sobre as limitações atuais e futuras para a produção e comercialização de bioeletricidade.

1. Quais as principais limitações atuais e futuras para a produção e comercialização de bioeletricidade?

Atuais:

Futuras:

2. Na sua opinião, um produto que depende da safra agrícola (cana-de-açúcar) e, portanto sujeito a azares da natureza, pode ser uma fonte regular e segura para a geração de energia elétrica?

3. No processo de construção de novas usinas, você acredita que a bioeletricidade é considerada um produto a ser comercializado, assim como o açúcar e etanol? Quais os benefícios para a comercialização de bioeletricidade quando a construção da usina já prevê a bioeletricidade como um produto?

4. Que oportunidades você observa para o setor de bioeletricidade?

Agradeço imensamente a sua cooperação!

TÉRMINO: _____

ANEXO III - ALGUNS CONCEITOS SOBRE ENERGIA ELÉTRICA

É importante apresentar alguns conceitos do setor de energia. Nos parágrafos a seguir é apresentado de forma direta o que significa algumas das principais unidades de medida utilizados no setor elétrico e que foram utilizados na dissertação.

A unidade Megawatt (MW) é uma medida de potência ou demanda. Um Watt é a potência de um sistema energético que fornece ou recebe uma energia de um joule durante um segundo. Um MW corresponde a 1.000 kW ou 1.000.000 W. Normalmente, a potência de uma unidade produtora de energia elétrica é dada em MW. Por exemplo: a Usina Hidroelétrica (UHE) de Itaipu tem *potência nominal* (ou capacidade nominal) de 12.600 MW. Todo equipamento elétrico, no qual uma potência flui, sofre um aquecimento. O termo *nominal* designa a potência máxima que qualquer equipamento (gerador, linha de transmissão, motor, etc.) pode suportar continuamente sem se aquecer ao nível de deterioração do equipamento (lenta ou rápida). Ao aquecimento perigoso denomina-se *sobrecarga*. Se a potência nominal for superada durante a operação do sistema elétrico, o equipamento estará em sobrecarga. (MONTALVÃO, 2005).

Já o Megawatt-hora (MWh) é uma medida de energia. Um Watthora é a potência fornecida ou consumida durante uma hora ($1 \text{ Wh} = 128 \text{ (Joule/seg)} \times 3600 \text{ seg} = 3.600 \text{ Joules}$). Por exemplo: se a UHE de Itaipu produzir toda a sua capacidade durante uma hora, terá produzido 12.600 MWh de energia. Uma outra maneira de informar a produção ou o consumo de energia é integralizá-la ao longo do ano. Por exemplo: um ano tem 8.760 horas (24 horas x 365 dias). Se Itaipu gerasse toda a sua potência nominal ininterruptamente durante um ano, produziria 110,376 milhões de MWh-ano, ou 110,376 TWh-ano. Na realidade, Itaipu produziu 89 TWh-ano em 2004. Para dar uma ideia do que isso representa, o Brasil produziu pouco mais de 380 TWh-ano ao longo de 2004. (MONTALVÃO, 2005).