UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS

DETERMINANTES DA TAXA DE DIFUSÃO TECNOLÓGICA NA COGERAÇÃO DO SETOR SUCROALCOOLEIRO

Fábio Nunes do Nascimento

Goiânia, 2010

sistema de bibliotecas ufg

UFG

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS (TEDE) NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **[x] Dissertação** **[ ] Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor (a):	Fábio Nunes do Nascimento				
E-mail:	Fnn31@hotmail.com				
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página? [x]Sim [ ] Não					
Vínculo empregatício do autor	Não				
Agência de fomento:	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico			Sigla:	CNPq
País:	Brasil	UF:	GO	CNPJ:	
Título:	Determinantes da taxa de difusão tecnológica na cogeração do setor sucroalcooleiro				
Palavras-chave:	Difusão tecnológica; cogeração de energia elétrica; setor sucroenergético; polarização; crescimento econômico regional.				
Título em outra língua:					
Palavras-chave em outra língua:	Technological diffusion; Co-generation of electric energy; Sugar-alcohol sector; Polarization; Regional economic growth				
Área de concentração:					
Data defesa: (dd/mm/aaaa)	03/08/2010				
Programa de Pós-Graduação:	Agronegócios				
Orientador (a):	Dr. Ricardo Avelino Gomes				
E-mail:	ragomes@if.ufg.br				
Co-orientador (a):	Dra. Claudia Regina Rosal Carvalho				
E-mail:	clregina@hotmail.com				

3. Informações de acesso ao documento:

Liberação para disponibilização?[1] [x] total [ ] parcial

Em caso de disponibilização parcial, assinale as permissões:

[ ] Capítulos. Especifique: _____

[ ] Outras restrições: _____

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O Sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Fabio Nunes do Nascimento

Assinatura do (a) autor (a)

Data: 10 / 09 / 2010

[1] Em caso de restrição, esta poderá ser mantida por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Todo resumo e metadados ficarão sempre disponibilizados.

Fábio Nunes do Nascimento

DETERMINANTES DA TAXA DE DIFUSÃO TECNOLÓGICA NA COGERAÇÃO DO SETOR SUCROALCOOLEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócios da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Agronegócios, sob orientação do professor Dr. Ricardo Avelino Gomes e co-orientação da professora Dra. Claudia Regina Rosal Carvalho.

Goiânia, 2010

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
GPT/BC/UFG

N244d

Nascimento, Fábio Nunes do.
Determinantes da taxa de difusão tecnológica na cogeração do setor sucroalcooleiro [manuscrito] / Fábio Nunes do Nascimento. - 2010.
x, 67 f. : figs, tabs.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Avelino Gomes; Co-orientadora: Prof[a]. Dr[a]. Claudia Regina Rosal Carvalho.
Dissertação (Mestrado) ï Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, 2010.
Bibliografia.
Inclui lista de figuras, tabelas, siglas e abreviaturas.
Apêndices.

1. Difusão tecnológica 2. Energia elétrica - geração 3. Polarização 4 Crescimento econômico regional I. Título.

CDU: 338.1:537.214

UFG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIO – PPAGRO

Dissertação de Mestrado

"Determinantes da Taxa de Difusão Tecnológica na Cogeração do Setor Sucroalcooleiro."

Fabio Nunes Nascimento

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócio.

Aprovada por:

Prof. Dr. Ricardo Avelino Gomes
Orientador

Profª. Drª Maria do Amparo Albuquerque Aguiar
Membro da Banca – EA/UFG

Profª. Drª Claudia Regina Rosal Carvalho
Membro da Banca – EA/UFG

Prof. Dr. Jeferson de Castro Vieira
Membro Externo da Banca

Goiânia, 03 de agosto de 2010.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente elevo os meus mais sinceros agradecimentos a Deus, regente de todas as forças do universo, que me permitiu alcançar mais esta importante etapa em minha vida;

Ao Professor Dr. Ricardo Avelino Gomes, que cumpriu com dedicação o papel de Orientador;

À Professora Dra. Claudia Regina Rosal Carvalho, do Departamento de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Goiás, pelo auxilio e empenho na realização deste trabalho;

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Setor de Desenvolvimento Rural;

Ao senhor Fernando César Calsoni, gerente industrial e ao senhor Adriano José Calsoni Camargo, técnico de operações industriais da Empresa que possibilitou a realização do estudo de caso, pela a atenção e colaboração ao responderem o questionário, uma ajuda de grande importância para a obtenção dos objetivos propostos na pesquisa;

De forma específica e especial, aos meus pais Izabel Aparecida Nunes e Brazilino Francisco do Nascimento, assim como à minha esposa Eloísa Keila da Marcena Costa Nascimento, que souberam me compreender, encorajando-me para que esta missão tão difícil fosse concluída e estando presentes nos momentos em que se fizeram necessários;

E aos colegas Tiago, Regina, Artemio, Diana e Caroline pelo convívio nesta jornada.

Aos meus pais Brazilino e Izabel, esposa Eloisa e ao meu filho Breno que está por chegar.

Dedico

As realizações acontecem apenas quando existem sonhos e motivações.

SUMÁRIO

		Página
LISTA DE FIGURAS		Vi
LISTA DE TABELAS		Vii
LISTA DE SIGLAS E ABREVIAÇÕES		viii
RESUMO		Ix
ABSTRACT		X
1.	INTRODUÇÃO	1
1.1	Objetivos	2
1.1.1	Objetivo Geral	2
1.1.2	Objetivos específicos	3
1.2.	Problema	3
1.3	Hipótese	3
1.4	Metodologia	3
1.5	Estrutura da dissertação	5
CAPÍTULO 1	INOVAÇÃO E DIFUSÃO TECNOLÓGICA COMO ELEMENTO DO CRESCIMENTO ECONÔMICO REGIONAL	6
1.1	O Fluxo circular e o processo de inovação sob a ótica Schumpeteriana	6
1.2	Inovação tecnológica e o processo de crescimento econômico regional	8
1.3	Difusão tecnológica como indutor do crescimento econômico regional	11
1.3.1	Determinantes da taxa de difusão tecnológica	15
1.4	Polarização e o crescimento econômico regional	20
CAPÍTULO 2	COGERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DO SETOR SUCROENERGÉTICO	24
2.1	Matriz energética brasileira	24
2.1.1	Constituição da matriz elétrica brasileira	28
2.1.2	Energia elétrica como um produto	29

2.2 Processo de cogeração de energia 30
2.3 Caracterização do setor sucroenergético e o processo de cogeração de energia elétrica 32
2.3.1 Metodologia de cálculo de conversão energética de biomassa 35
2.4 Produção de cana no Estado de Goiás 36
2.4.1 Potencial de cogeração de energia elétrica em Goiás e quantidade de eletricidade co-gerada 38
CAPÍTULO 3 ESTUDO DE CASO E DISCUSSÃO 42
3.1 Caracterização do Município e sua economia 42
3.2 Estudo de caso 47
3.3 Determinantes da difusão da cogeração no setor sucroenergético 51
3.4 Resultados da pesquisa 52
CONSIDERAÇÕES FINAIS 57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS
APÊNDICE

LISTA DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Formato da curva S, etapas que relacionam número de usuário e tempo.	13
Figura 2.	Difusão de algumas inovações nos Estados Unidos, nos anos compreendidos entre 1900 e 1990.	18
Figura 3.	Relação entre os efeitos do estabelecimento do pólo de crescimento e a economia regional.	23
Figura 4.	Participação das fontes renováveis e não renováveis na oferta energética brasileira nos anos de 2000, 2004 e 2007.	26
Figura 5.	Fluxo de movimentação interna de uma usina sucroenergética.	34
Figura 6.	Comparação entre a dependência externa por energia elétrica e projeções segundo metodologia de conversão energética de biomassa.	40
Figura 7.	Mapa do Estado de Goiás, em microrregiões.	42
Figura 8.	Número de empregos formais no Município de Quirinópolis, no período de 2002 a 2008.	45
Figura 9	Caldeira em funcionamento.	48
Figura 10.	Equipamentos para constituição do segundo grupo gerador	49

LISTA DE TABELAS

		Página
Tabela 1.	Resumo dos fatores determinantes da difusão de inovações.	19
Tabela 2.	Aspectos positivos e negativos das principais fontes energéticas que compõe a matriz energética.	25
Tabela 3.	Constituição da matriz energética brasileira, nos anos de 2000, 2004 e 2007.	27
Tabela 4.	Área colhida, produção e produtividade de cana em Goiás, no período de 2000 a 2007.	37
Tabela 5.	Produção de cana em Goiás e quantidade de energia estimada em três cenários de conversão energética, com potência em MWh, no período de 2000 a 2007.	38
Tabela 6.	Relação entre a quantidade de energia elétrica projetada pelos cenários e a oferta real de eletricidade em Goiás, no período de 2000 a 2005.	39
Tabela 7.	Produção de cana, energia elétrica produzida por usinas sucroenergética em Goiás, medido em GWh, e os cenários de eficiência estimada, em GWh, no período de 2004 a 2006.	41
Tabela 8.	Quantidade de área plantada com cana-de-açúcar e quantidade colhida no Município de Quirinópolis, no período de 2006 a 2009.	43
Tabela 9.	Produto Interno Bruto a preços correntes e ñper capitaò do Município de Quirinópolis, no período de 2002 a 2007.	43
Tabela 10.	Arrecadação de ICMS (mil reais), por setor econômico no Município de Quirinópolis, no período de 2004 a 2009.	44
Tabela 11.	Número de consumidores de energia e quantidade consumida por classe de consumidor no período de 2005 a 2009.	46

LISTA DE SIGLAS E ABREVIAÇÕES

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social
CENBIO	Centro Nacional de Referência em Biomassa
CELG	Central Elétrica de Goiás
PROINFRA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
SEINFRA	Secretaria de Infra-estrutura do Estado de Goiás
SEPIN	Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação
SEPLAN-GO	Secretaria de Planejamento do Estado de Goiás
UNICA	União das Indústrias de Cana-de-açúcar
UTE	Usina termelétrica

RESUMO

Este trabalho objetivou identificar os determinantes da difusão tecnológica na cogeração de energia no setor sucroenergético. Especificamente, pretendeu analisar a relação da difusão tecnológica com o processo de polarização e crescimento regional; analisar a composição da matriz energética brasileira e a participação da geração de energia a partir da biomassa de cana-de-açúcar; mostrar o potencial de geração de energia elétrica do Estado de Goiás a partir da cogeração e demonstrar que a alteração na tecnologia utilizada pelas usinas sucroenergéticas em Goiás pode gerar excedentes de energia elétrica para comercialização, além do abastecimento elétrico destinado ao próprio consumo. A metodologia utilizada consistiu em pesquisa bibliográfica e estudo de caso. O estudo permitiu concluir que os principais determinantes da difusão tecnológica no setor sucroenergético são de ordem econômica.

Palavras-chave: Difusão tecnológica; Cogeração de energia elétrica; Setor sucroenergético; Polarização; Crescimento econômico regional.

ABSTRACT

This study had as main objective to find the determinants of technology diffusion in the co-generation of energy in the sugar-alcohol sector. Specifically it was intended to work in order to analyze the relationship of technology diffusion in the process of polarization and regional growth; analyzing the composition of the Brazilian energy matrix and the share of energy generation from biomass of sugar cane; show the potential of power generation in the State of Goiás from co-generation and demonstrate that the change in technology used by sugar cane mills in Goiás can generate excess electricity for commercialization, besides the electricity supply for self-consumption. The methodology used for contemplation of the goals consisted of literature review and case study. The study allowed to reach the conclusion that the main determinants of technology diffusion in the sugar-alcohol sector are of economic order.

Keywords: Technological diffusion; Co-generation of electric energy; Sugar-alcohol sector; Polarization; Regional economic growth.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento do mercado de combustíveis originário da cana-de-açúcar proporciona ampliação na quantidade de biomassa resultante do processo de colheita e moagem da cana. A utilização do bagaço da cana-de-açúcar pode substituir o uso de combustíveis fósseis na geração de eletricidade em termelétricas, por meio do processo de cogeração.

Segundo ANEEL (2005), a cogeração é um processo de geração simultânea de pelo menos dois tipos de energia, a partir de uma mesma fonte primária de combustível. As principais energias geradas a partir da cogeração são as energias mecânica e elétrica.

O setor de atividade econômica que atua com a cana-de-açúcar e seus derivados designado por setor sucroalcooleiro, com a disponibilização de novos produtos disponíveis no mercado, passou a ser designado por setor sucroenergético.

As usinas deste setor queimam o bagaço da cana-de-açúcar em caldeiras que gera vapor d'água. Este vapor aciona o turbo gerador que produz eletricidade. Parte do vapor, ainda é utilizada como fonte de calor no processo produtivo.

Os sistemas produtivos das usinas sucroenergéticas baseavam-se no uso do vapor, para atender as necessidades do processo produtivo. A energia elétrica produzida era suficiente para atender apenas as demandas internas e garantir o funcionamento das usinas.

A possibilidade de comercialização da energia elétrica gerada pelas usinas sucroenergéticas, despertou o interesse dos fornecedores de bens de produção e equipamentos para montagem de usinas, como caldeiras e turbinas. O que possibilitou a ampliação das pesquisas em busca de melhores resultados em eficiência de conversão energética.

A utilização de grande quantidade de vapor para acionar a planta produtiva passa a dar espaço a tecnologias que utilizam acionamento por motores elétricos, com caldeiras e geradores que elevam a capacidade produtiva do processo de cogeração de energia elétrica, de forma a atender às suas necessidades elétricas e térmicas.

A comercialização de excedentes de energia co-gerada pelas usinas sucroenergéticas propicia importantes benefícios ao setor, principalmente redução

nos custos de produção do álcool e açúcar, além de representar a diversificação das atividades da empresa, tornando-a mais competitiva e rentável.

A inserção do setor sucroenergético na matriz energética brasileira através do processo de cogeração pode influenciar e reforçar a segurança energética nacional, visto que, trata-se de uma geração que pode ser mais distribuída no espaço geográfico, com funcionamento durante grande parte do ano e poucos efeitos ao meio ambiente quando comparado com a produção de uma hidrelétrica.

A difusão de tecnologias mais eficiente no processo de cogeração de energia elétrica pode influenciar a quantidade de energia ofertada no sistema elétrico, atuando positivamente na economia da Região que a usina está instalada.

A evolução do pensamento econômico agregou o espaço como variável importante nas análises de crescimento e desenvolvimento econômico. Conceitos como localização e estrutura de mercado possibilitaram a introdução do espaço geográfico como elemento na análise do potencial das regiões, que podem interferir nas análises econômicas citadas.

Para se conhecer a relação entre espaço e economia torna-se necessário conhecer a forma que a economia relaciona-se com o espaço. As atividades econômicas e sociais podem aparecer concentradas em pólos, influenciadas pelo planejamento estrutural.

As análises econômicas devem ponderar o efeito do espaço na localização das atividades produtivas, sobre a demanda e a oferta de bens e serviços, e, considerar o espaço como um elemento ativo na dinâmica do sistema produtivo.

O espaço geográfico é uma representação do desenvolvimento de um grupo social em um período de tempo. Este espaço é resultado da acumulação do capital e da reprodução social. Desta forma, os conceitos da geografia se interpõem aos conceitos da economia e da sociologia.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

- Identificar os determinantes da difusão tecnológica na cogeração de energia elétrica no setor sucroenergético.

1.1.2 Objetivos específicos

- Analisar a relação da difusão tecnológica com o processo de polarização e crescimento regional;
- Analisar a composição da matriz energética brasileira e a participação da geração de energia a partir da biomassa de cana-de-açúcar;
- Mostrar o potencial de geração de energia elétrica do Estado de Goiás a partir da cogeração; e
- Demonstrar que a alteração na tecnologia utilizada pelas usinas sucroenergéticas em Goiás pode gerar excedentes de energia elétrica para comercialização, além do abastecimento elétrico destinado ao próprio consumo.

1.2. Problema

Segundo MIRANDA e GOMES (2009) e NASCIMENTO (2009), as tecnologias destinadas ao processo de cogeração de energia elétrica pelo setor sucroenergético, disponíveis no mercado, possibilitam maior eficiência energética do que a atualmente alcançada pelas usinas já instaladas do Estado de Goiás. O que determina o processo de difusão destas tecnologias no setor sucroenergético do Estado?

1.3 Hipótese

A hipótese do estudo é que fatores como beneficio e custo da tecnologia, tempo de retorno do investimento, custo de oportunidade, questões mercadológicas e regulatórias são os principais determinantes da não utilização das tecnologias disponíveis, que proporcionam maior eficiência na conversão energética através do processo de cogeração de energia elétrica no setor sucroenergético em Goiás.

1.4 Metodologia

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho e contemplação dos objetivos constituiu-se de pesquisa bibliográfica e estudo de caso. De acordo

com LAKATOS (1990), a pesquisa bibliográfica consiste em realizar o levantamento bibliográfico da literatura disponível sobre o tema pesquisado em artigos científicos, textos para discussões, Teses, Dissertações, livros e revistas acadêmicas, apresentando como objetivo situar o pesquisador e reforçar as análises de problemas consolidados e em consolidação.

Para OLIVEIRA (1997), o estudo de caso é uma metodologia que apresenta um ou poucos elementos como objeto de pesquisa, possibilitando o detalhamento e o aprofundamento de conhecimento.

Buscou-se embasamento nas teorias Schumpeterianas para caracterizar a existência do fluxo circular e seu rompimento provocado pelas inovações e pelo processo de difusão destas inovações tecnológicas.

A caracterização do processo de difusão destas tecnologias foi embasada em literatura especifica sobre a difusão de tecnologia.

Para demonstrar a relação da difusão tecnológica com o crescimento econômico regional buscou-se embasamento nas teorias de Perroux e seus seguidores.

As informações sobre a matriz energética e matriz elétrica brasileira foram coletadas junto a publicações postadas em sites oficiais de órgãos como o Ministério de Minas e Energia - MME, Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL e Ministério de Agricultura e Pecuária - MAPA.

O potencial de geração de energia elétrica no setor sucroenergético em Goiás foi determinado utilizando metodologia proposta pelo Centro Nacional de Referência em Biomassa ï CENBIO, o qual estabelecia três cenários de eficiência energética, sendo de 30, 60 e 120 kWh/tonelada de cana-de-açúcar.

O estudo de caso foi realizado em uma grande empresa do setor sucroenergético, instalada no Município de Quirinópolis ï Goiás, onde se buscou identificar os determinantes da difusão da tecnologia de cogeração de energia elétrica nas usinas do setor sucroenergético e associar com os determinantes da difusão propostos pelos teóricos, através de uma análise qualitativa.

Buscou-se ainda com o estudo de caso, identificar os efeitos da relação das atividades da empresa com a economia da Região em que está instalada.

Segundo OLIVEIRA (1997), no método qualitativo a pesquisa tem o ambiente como fonte direta dos dados, não apresentando como objetivo a

quantificação das variáveis ou categorias. Difere do método quantitativo pelo fato de não utilizar dados estatísticos para análise do problema.

1.5 Estrutura da dissertação

A dissertação foi estruturada em cinco sessões: Introdução, três Capítulos e Considerações Finais.

A Introdução é constituída por Objetivos, Problema, Hipótese, Metodologia e Estrutura da Dissertação. O Capítulo 1 apresenta a importância da inovação e da difusão tecnológica no processo de crescimento econômico regional, e ainda, os determinantes do processo de difusão e a influência da polarização no crescimento econômico regional.

O Capítulo 2 apresenta a constituição da matriz energética e da matriz elétrica brasileira, a energia elétrica como sendo um bem na economia e o processo de cogeração em geral de energia. O Capítulo contempla, ainda, a caracterização do setor sucroenergético, processo de cogeração de energia elétrica e o potencial de cogeração do Estado de Goiás.

O Capítulo 3 apresenta o Estudo de Caso realizado em uma usina instalada no Município de Quirinópolis ï GO e discute os fatores que determinaram a tecnologia utilizada no processo de cogeração de energia.

As Considerações Finais contemplam as principais constatações alcançadas com o desenvolvimento do trabalho e apresenta sugestões para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 1

INOVAÇÃO E DIFUSÃO TECNOLÓGICA COMO ELEMENTO DO CRESCIMENTO ECONÔMICO REGIONAL

Este capítulo aborda a visão Schumpeteriana e Neo Schumpeteriana sobre o processo de ruptura do fluxo circular através da inovação e difusão tecnológica. Caracteriza também os determinantes da taxa de difusão tecnológica e relaciona como a inovação associada a difusão tecnológica podem influenciar o processo de crescimento econômico regional.

1.1 O Fluxo circular e o processo de inovação sob a ótica Schumpeteriana

A corrente neoclássica considera crescimento e desenvolvimento como sendo fenômenos sinônimos. Em linhas de pensamento como a Schumpeteriana e seus desdobramentos, o crescimento é imprescindível para que ocorra o desenvolvimento, mas não é a única variável envolvida no processo.

O sistema produtivo adota mecanismos para que o desenvolvimento aconteça de maneira contínua, mas isso não quer dizer que as taxas de crescimento econômico são contínuas em todos os períodos e todas as regiões. As taxas dependem da capacidade de cada Região em estimular a economia (SCHUMPETER, 1997).

Os períodos caracterizados pelo fenômeno do fluxo circular são constituídos pelo equilíbrio geral entre as variáveis do sistema econômico, principalmente entre as quantidades demandadas e ofertadas. Resultando em um crescimento econômico discreto, as pequenas alterações na economia equivalem ao crescimento demográfico (SOUZA, 1995).

Em um sistema fechado é fácil visualizar esta realidade. Um produtor de trigo realiza todos os anos o plantio e a comercialização de sua produção em uma cidade próxima, a um determinado preço. A experiência do produtor permite que ele determine a quantidade que poderá ser plantada para que atenda a demanda. Esta demanda poderá apresentar pequenas alterações com o passar dos anos, correspondendo apenas ao crescimento demográfico da Região atendida por ele, consequentemente, a oferta poderá também apresentar pequenos ajustes. Nesta

situação, o período econômico anterior determina o período econômico seguinte (SCHUMPETER, 1997).

> ñO mesmo vale para os outros itens dos cálculos do agricultor, quer calcule tão perfeitamente quanto um grande industrial, quer chegue a suas decisões meio inconscientemente e por força do hábito. Em geral, conhece, dentro de certos limites, os preços das coisas que deve comprar, sabe quanto de seu próprio trabalho deve empregar...ò (SCHUMPETER, 1997. p.13).

Este raciocínio permite aceitar como verdadeira a analogia em um sistema complexo, mas em proporções diferentes devido a quantidade de agentes atuando ao mesmo tempo no sistema econômico. Pode-se imaginar que, com o passar do tempo, os agentes produtivos tendem a focar suas atividades de maneira a atender constantemente a mesma demanda.

O que não significa que as relações econômicas não sofram alterações. Os agentes econômicos procuram se adaptar na medida em que se percebem as mudanças na economia. Quando necessário, os processos produtivos passam por adaptações e ajustes, desta forma, o sistema econômico não se modifica por iniciativa arbitrária, mas a modificação procura atender as novas necessidades demandas pelos agentes econômicos. Provocando adaptações e renovações nos processos produtivos, com objetivos de ampliar as vantagens comerciais.

A busca das indústrias em alcançar vantagens comerciais que lhe possibilitem ampliar as taxas de lucro, rompe o fluxo circular existente e amplia a eficiência produtiva das empresas. Estas vantagens estão relacionadas à estrutura de custos, ao desenvolvimento de novos produtos e novos processos produtivos. As transformações tecnológicas aliadas as ondas de investimentos em atividades produtivas, impulsionam o processo de crescimento econômico (FREEMAN, 1985).

O crescimento do setor industrial mantém uma relação positiva com o crescimento econômico. Este fato ocorre, provocado pelas relações existentes entre as atividades industriais e a produtividade, visto que, a produtividade é uma variável inerente ao processo de crescimento econômico.

Diferente das teorias que consideram que as mudanças econômicas ocorrem naturalmente e colocam a empresa como um agente passivo, as contribuições de Schumpeter redefinem a importância das empresas, destacando-as como centro de inovação e progresso.

Quanto maior intensidade das inovações tecnológicas, maior serão os efeitos provocados na economia. Cabe ressaltar que, não é apenas a introdução da inovação em um sistema econômico que assegurará o crescimento econômico. A difusão desta inovação tecnológica se apresenta como uma variável importante no processo de crescimento econômico.

A introdução de novas tecnologias no processo produtivo provoca períodos de ascensão econômica, tanto quantitativamente quanto qualitativamente. Períodos de recessão podem ser provocados por empresas que não conseguiram modificar a tecnologia utilizada ou não conseguiram se manter no mercado devido o aparecimento de novos produtos.

Para SCHUMPETER (1961), o processo de introdução de novas tecnologias proporciona ascensão econômica de um conjunto de empresas inovadoras e declínio de empresas que continuaram utilizando tecnologia obsoleta, valorizando desta forma, o processo de inovação e de difusão tecnológica. A entrada de novas empresas no sistema produzirá difusão das novas tecnologias que poderão substituir as técnicas e as empresas ultrapassadas.

A inovação seguida pela difusão tecnológica pode proporcionar ganhos à competitividade das empresas, representando melhoria na qualidade dos equipamentos e na produtividade alcançada pelos mesmos. Podendo estimular a ampliação dos lucros e a ação de empresários para realização de novos investimentos produtivos.

1.2 Inovação tecnológica e o processo de crescimento econômico regional

Os principais estudos de Schumpeter verificaram a importância das inovações tecnológicas no processo de crescimento e desenvolvimento econômico. Inovação pode ser caracterizada pela realização da invenção, podendo ser entendida como um procedimento contínuo de combinações criadas pelo processo de invenção.

Segundo Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE (1997) a inovação tecnológica proporciona alterações nas atividades produtivas, capaz de gerar nova capacidade técnica, com intuito de melhorar o desempenho produtivo. Envolve investimento em ativos tangíveis e intangíveis que pode proporcionar retornos futuros.

A inovação representa o principal impulso para o movimento do capitalismo. A utilização de novas combinações de arranjos produtivos rompe o equilíbrio na economia e desencadeia o fenômeno de progresso. Fenômeno que possibilita o deslocamento da curva de produção e adequação dos custos, visando aperfeiçoar o desempenho da empresa para alcançar vantagens competitivas.

As alterações tecnológicas acontecem em três estágios principais a invenção, a inovação e a difusão. Sendo que, a invenção compreende ações intelectuais que geram ideias novas que ainda não existiam, com desenvolvimento conceitual para a concretização da ideia.

Segundo SCHUMPETER (1997), a inovação tecnológica tem seu ponto inicial na produção, mesmo considerando as exigências dos consumidores. Algumas vezes, a inovação exige modificações ou descartes nos processos estabelecidos. Já o processo de difusão ocorre com a divulgação das inovações no mercado e incorporação dos processos pelas empresas.

As inovações surgem em função das oportunidades existentes em cada setor associada a capacidade técnica das empresas, que buscam estratégias para aperfeiçoar a eficiência produtiva. O regime tecnológico de cada setor econômico é determinado pelas inovações e pela a taxa de difusão tecnológica.

A quantidade de informação sobre determinada inovação não consegue sozinha estabilizar e prever movimentos futuros da nova tecnologia no mercado. Neste sentido, os usuários potenciais da nova tecnologia devem possuir capacidade de interpretar e utilizar as informações disponíveis para conseguir alcançar as vantagens proporcionadas pela inovação (LASTRES et al., 2006).

Segundo OCDE (1997), uma empresa pode modificar vários itens de seu processo produtivo buscando melhoria dos resultados. Entre os tipos de inovação existem quatro grupos principais, que são: inovação de produto, processo, organizacional e de marketing.

- A inovação de produto abrange a inclusão de um bem ou serviço novo que se diferem dos produzidos anteriormente pela organização. A realização da inovação de produto pode ocorrer utilizando se de novas tecnologias ou a partir de combinações diferentes entre as tecnologias existentes. A inovação de produto também pode ocorrer através de alterações nos insumos, desde que resulte em diferenciação do produto.

Esta inovação confere a empresa uma vantagem competitiva, provocada pelo aumento da demanda em virtude da diferenciação de produtos;

- A inovação de processo consiste na implantação de um novo método produtivo ou um re-arranjo do método utilizado com objetivo de proporcionar melhores resultados. Através da inovação de processo a organização pode reduzir seus custos de produção, melhorando o retorno financeiro da empresa. Também pode ser considerada inovação de processo, alterações técnicas em atividades de suporte das atividades produtivas;
- A inovação organizacional está ligada a um novo método aplicado nas suas relações internas e externas. As inovações organizacionais buscam melhorar o desempenho, redução de custos administrativos e melhorar a satisfação no ambiente interno. A diferenciação entre inovação organizacional e mudança organizacional está no fato da ação não ter sido aplicada antes na organização, fruto de decisões tomadas pela alta cúpula administradora;
- A inovação de marketing consiste em utilização de novo método de marketing que altere a percepção em relação a um produto ou embalagem. Esta inovação procura atender as necessidades do consumidor, pois esta ligada a novos mercados e a sua implantação busca efetivar o aumento nas vendas.

A inovação tecnológica representa melhoria na qualidade dos equipamentos utilizados no processo produtivo e aumento na produtividade da mão-de-obra. Fatores que representam ampliação do retorno do capital investido e aumento nas taxas de lucro praticadas pelos industriais. A inovação tecnológica cria oportunidade para realização de novos investimentos, modifica a concorrência mercadológica, atua positivamente na eficiência produtiva das empresas e na realocação dos fatores de produção (SCHUMPETER, 1997).

> ño que conta não é esse tipo de concorrência, mas a concorrência de novas mercadorias, novas técnicas, novas fontes de suprimento, novo tipo de organização a unidade de controle na maior escala possível, por exemplo, a concorrência que determina uma superioridade decisiva no custo ou na qualidade e que fere não a

> margem de lucros e a produção de firmas existentes, mas seus alicerces e a própria existênciaò(SCHUMPETER, 1961, P. 112).

A inovação seguida pela difusão tecnológica proporciona um crescimento diferenciado para as indústrias. Este crescimento produz um movimento reativo nas estratégias empresariais que provocam no curto prazo alterações positivas no sistema mercadológico alterando a estrutura econômica. Baseado na alteração das margens de lucro, no nível de produtividade e na existência ou não de concorrência.

O processo de inovação tecnológica além das variáveis ligadas a ferramentas e equipamentos abrange também o conhecimento humano utilizado para melhorar a produção. Para que ocorra a inovação na produção, a Região necessita de mão-de-obra capacitada que proporcionará um ambiente apto a absorver a inovação.

A introdução de novas tecnologias nos processos produtivos é vital para o fortalecimento e crescimento econômico de uma Região. Os resultados econômicos de uma Região estão relacionados diretamente com a capacidade dos agentes de reagir e antever as alterações mercadológicas, e de utilizar novos processos tecnológicos (OLIVEIRA, 2001).

1.3 Difusão tecnológica como indutor do crescimento econômico regional

A difusão da tecnologia é a transmissão da inovação tecnológica, utilizando ou não canais de divulgação mercadológica. O processo de difusão pode ser considerado como a variável principal da inovação tecnológica. A inovação sem o processo de difusão não acrescenta conhecimento e não traz resultados econômicos (OCDE, 1997).

O processo de difusão abrange mais que simplesmente a adoção de novos conhecimentos, visto que, quando se utilizam as inovações, as empresas também aprendem e desenvolvem o conhecimento.

Segundo ROGERS (2002), o processo de difusão ocorre a partir do momento que a inovação é transmitida, utilizando canais de divulgação para alcançar os agentes do sistema econômico ao longo do tempo. Sendo que, a inovação é uma ideia, forma ou objeto percebido por um indivíduo ou uma organização que pode provocar alteração na forma de realizar tarefas.

Os principais estudos sobre a difusão buscam entender como ocorrem as transferências de conhecimento, quais as fontes desta transferência e qual a relevância para a existência das empresas. Como resultado destes estudos tem-se a ampliação do entendimento sobre os processos de difusão e sobre as interações de conhecimentos.

A invenção de uma nova tecnologia é um processo que ocorre de forma única, diferente da difusão que ocorre de maneira distinta entre as tecnologias. A difusão tecnológica é a variável mais importante que acompanha o processo de inovação (OCDE, 1997).

A difusão tecnológica tem sido assunto de pesquisa em diferentes áreas do conhecimento. Em todas as áreas nota-se que os processos de difusão tecnológica apresentam duas características que se assemelham, a lentidão e a variação na taxa de aceitação das novas tecnologias (HALL, 2004).

Mesmo que a decisão final por incorporar uma nova tecnologia seja realizada pelos demandantes, os benefícios proporcionados pela adoção da inovação muitas vezes sofre influência dos fornecedores da nova tecnologia.

Em estudo sobre a difusão de sementes híbridas de milho realizado na Região centro-oeste dos Estados Unidos, os pesquisadores inicialmente enfatizaram os fatores econômicos como lucro e escala de produção, como fatores geradores da taxa de adoção da nova tecnologia.

Com o estudo, os pesquisadores perceberam que as variações nas datas de início do uso das sementes híbridas, modificavam de acordo com a Região geográfica. Neste caso, a ação dos fornecedores da tecnologia determinou a velocidade de adoção da nova semente. Constataram também que, a característica fundamental para a adoção da nova tecnologia é a adaptação desta nova técnica às condições regionais.

Segundo HALL (2004), o fator mais importante a se considerar no processo de difusão não é a decisão entre adotar ou não a nova tecnologia, mas adotar agora ou adiar a adoção. Sendo que, a decisão é estipulada tendo por base a análise dos benefícios e dos custos.

Os benefícios de adotar uma nova tecnologia são recebidos ao longo da vida útil da tecnologia adquirida, contudo, os custos se apresentam de imediato no momento da tomada da decisão. Com isso, a inovação somente será uma opção de investimento quando for percebido pelo adotante um possível retorno.

Mesmo não acontecendo ao mesmo tempo em todas as empresas de um setor produtivo, a difusão de uma nova tecnologia possibilita a criação e modificação das organizações, em virtude dos ajustes necessários na redistribuição dos fatores de produção. Expandindo o potencial econômico na sociedade e ampliando a capacidade de criar benefícios sociais.

O ponto principal de indagação em estudos sobre a difusão é que, mesmo considerando que uma nova tecnologia seja capaz de significar melhorias no processo produtivo, a adoção desta nova tecnologia por parte de algumas empresas ocorra de maneira lenta em relação a outras (GEROSKI, 2000).

O processo de difusão segue o comportamento de uma curva S, quanto ao número de usuários (*N*) em função do tempo (*T*). Este processo é marcado por três momentos distintos, que podem ser chamados de etapas I, II e III, conforme ilustra a Figura 1.

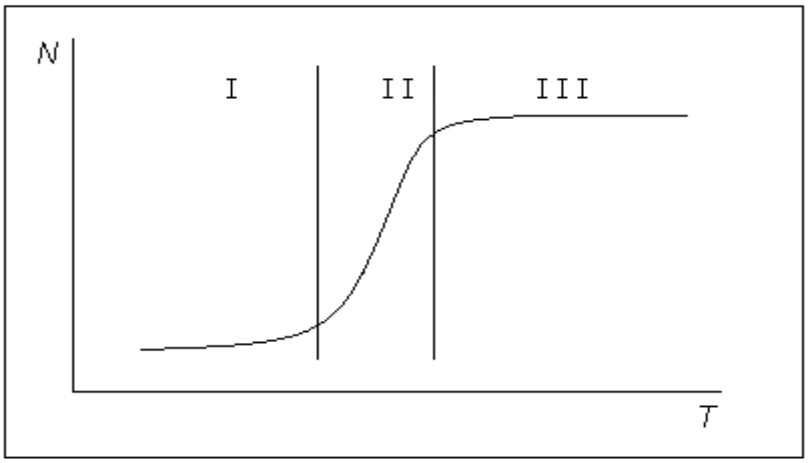

Figura 1. Formato da curva S, etapas que relacionam número de usuário e tempo.
Fonte: Desenvolvida pelo autor

A relação entre o número de usuário (*N*) pelo tempo (*T*) resulta na velocidade de adoção, desta forma velocidade de adoção é igual æ*N*/æ*T*. Na etapa I, a nova técnica apresenta poucos usuários em um longo período de tempo, esta etapa apresenta baixa velocidade de adoção. A etapa II, o número de usuários da nova tecnologia apresenta um crescimento exponencial em relação a um pequeno período de tempo, resultando em alta velocidade de adoção. A etapa III é caracterizada pelo o ponto de estagnação. O número de usuário da nova tecnologia

se estabiliza, em função do tempo, a velocidade de adoção da nova tecnologia se aproxima de zero.

A velocidade que ocorre cada etapa está ligada também a fonte de informação. Localizar a fonte da informação sobre alguma inovação pode ser um desafio para a empresa. A informação pode partir de fornecedores desta tecnologia, organizações de classes ou mesmo de centros de pesquisas. Os modelos de difusão podem também auxiliar a explicação sobre a velocidade de adoção de uma nova tecnologia.

Entre os modelos de difusão, os mais estudados são Modelo Aprendizado e Modelo da Heterogeneidade. Para o Modelo Aprendizado as informações se difundem a partir de fontes diferenciadas, sendo repassadas de usuário para usuário. Neste Modelo, mesmo que os potenciais adotantes da nova tecnologia possuam necessidades parecidas, a tecnologia não será adotada ao mesmo tempo por todas as empresas do setor. Neste modelo, o principal canal de divulgação é o usuário que já faz uso da tecnologia (GEROSKI, 2000).

O Modelo da Heterogeneidade supõe que os indivíduos diferentes estipulam valor diferente para a inovação. Quando distribuídos os valores estipulados por potencias adotantes da tecnologia, o resultado é uma distribuição normal; que o custo da nova tecnologia é constante ou diminui com o passar do tempo; e que a tecnologia passa a ser adotada quando o beneficio é maior que os custos com a tecnologia (GEROSKI, 2000).

Os Modelos citados não são excludentes, podem ocorrer isoladamente ou de forma simultânea dentro de um processo de difusão de uma nova tecnologia em um mesmo setor econômico.

Entender o processo de difusão é a base para compreender como as atividades inovadoras realizadas pelos agentes produtivos resultam em melhorias no bem-estar social e econômico de uma sociedade. A difusão da nova tecnologia produz uma variação na produtividade das empresas, que influencia a velocidade do crescimento econômico.

Quando seguida por vários empresários, a difusão da inovação tecnológica promove a ruptura do fluxo circular, criando condições de melhoria na eficiência produtiva, através do aumento de produtividade e através da redução de custos, pode-se alcançar maior lucratividade. Este processo impulsiona a economia ao crescimento econômico (SCHUMPETER, 1997).

As características e a maneira que os agentes econômicos percebem estas inovações podem determinar a taxa de aprovação e adoção das novas tecnologias. Grande parte das inovações é avaliada através de informações obtidas junto a outros agentes que adotaram a nova técnica, e não com base em pesquisas científicas. Os adotantes potenciais buscam aconselhamento sobre a nova técnica com os agentes que adotaram mais cedo a inovação.

O processo de difusão da inovação tem início de maneira social, seguido pela ideia de aceitação ou rejeição da inovação, pela implantação da nova ideia e pela aprovação da decisão.

1.3.1 Determinantes da taxa de difusão tecnológica

A taxa de difusão é a soma das decisões individuais em adotar a nova tecnologia, ao longo do tempo. Desta maneira, o determinante da taxa de difusão tem base microeconômica e a decisão individual pode influenciar e encorajar a decisão de outros agentes em um mesmo setor. Este processo envolve também as atividades de comunicação e interação entre os agentes econômicos (CRIBB, 2009).

Em um processo de difusão de tecnologia existem no mínimo duas partes, o ofertante e o demandante de uma tecnologia. Cada parte envolvida possui objetivos distintos, que pode provocar dificuldade para realizar conciliação dos interesses. Além destes dois grupos de agentes econômicos, o processo de difusão tecnológica envolve agentes governamentais, instituições financeiras e agentes não governamentais de pesquisa.

A difusão da tecnologia é um processo que apresenta alguns determinantes influenciados por fatores de ordem econômica, mercadológica, ligados a capacidade organizacional e de ordem regulatória (OCDE, 1997).

Os principais fatores de ordem econômica estão ligados aos benefícios recebidos e aos custos de adoção da nova tecnologia. O primeiro benefício observado na adoção de nova tecnologia é a quantidade de melhorias propiciada em relação a tecnologia anterior. Em alguns casos, a melhoria pode ser quantificada através da diferença de lucro obtido pela empresa após a adoção da nova tecnologia.

O lucro proporcional alcançado com o faturamento decorrente de novos produtos ou melhoramento dos produtos existentes pode fornecer informações

importantes sobre o impacto das novas tecnologias nas organizações durante o período de observação.

Diante da insegurança em alcançar os benefícios esperados com a nova tecnologia, alguns demandantes optam por aguardar até que a tecnologia seja melhorada e adaptada às suas diferentes necessidades, tornando-a mais interessante e popularizada. Com popularização da tecnologia, mais empresas passam a utilizar, diminuindo a insegurança e aumentando o conforto para utilizá-la. Os empresários entendem que, com o passar do tempo, os benefícios se apresentam maiores que os custos (HALL, 2004).

Os custos se apresentam como a segunda variável mais importante na determinação da taxa de difusão. Em um processo de adoção de uma nova tecnologia se questiona os impactos de adoção sobre os custos. A implementação da nova tecnologia pode provocar aumento, redução ou em raros casos, simplesmente não afetar a estrutura de custos.

Além do custo de aquisição existem outros investimentos que influenciam a taxa de adoção de nova tecnologia, como bens complementares, aprendizado e treinamento. A necessidade de investimentos em bens complementares diminui a taxa de difusão de novas tecnologias, o aumento nos custos diminui a relação custo beneficio.

O processo de adoção de uma nova tecnologia exige do adotante conhecimento. Outra importante variável que pode influenciar o custo de adoção de uma nova tecnologia. Estas informações são divulgadas pelos fornecedores da nova tecnologia, através de meios publicitários (CRIBB, 2009).

Os bens complementares específicos a capacidade organizacional, dependem do porte e da capacidade de absorção de informação que a empresa adotante possui. Os custos com treinamentos e aprendizado podem não se apresentar proporcional ao porte da empresa, influenciando a decisão investir ou adiar a inovação (OCDE, 1997).

Constantemente os ofertantes de tecnologias buscam minimizar os custos dos demandantes relacionados a treinamentos e aprendizagem, oferecendo treinamentos gratuitos ou cobrança de taxas subsidiadas, com intuito que fomentar o interesse pela nova tecnologia e aumentar a quantidade de usuários de seus produtos.

Apontar a importância da necessidade de bens complementares em processos produtivos, que necessitem um novo arranjo estrutural para utilizar a nova tecnologia, não é tarefa fácil. A necessidade de bens complementares pode atuar como variável que diminui ou aumenta a velocidade de difusão tecnológica. Em casos que não se necessite realizar investimentos em bens complementares, a velocidade da difusão tecnológica é maior que em casos onde se exige altos investimentos em bens complementares para a ativação da tecnologia (HALL, 2004).

Em um mercado que a demanda é incerta, a empresa que mantém uma relação estável com sua carteira de clientes possui maior conforto para decidir sobre adoção de uma nova tecnologia. Esta relação atua de forma positiva na redução da incerteza de renda futura para amortizar o investimento, reduzindo os riscos existentes ao processo inovativo e consequentemente acelerando a difusão tecnológica (HALL e KHAN, 2003).

A capacidade técnica dos fornecedores de bens de capital é uma variável que também pode determinar a velocidade de difusão tecnológica. Invenções que exigem recursos técnicos além das capacidades instalada dos fornecedores podem provocar retardos na difusão da tecnologia proposta. O grau de qualificação dos trabalhadores da indústria de bens de capital é um fator de grande relevância para viabilizar uma nova tecnologia. Alguns projetos que propõem novas tecnologias demandam a realização de capacitação e adequação da mão-de-obra.

A necessidade e o padrão regulatório apresentam-se em intensidade diferenciada entre os diferentes setores econômicos. As leis e os aspectos regulatórios influenciam a tomada de decisão para adotar uma nova tecnologia, visto que essas variáveis afetam o acesso a informações, definem encargos tributários e estipulam modelos ambientais a serem adotados. A necessidade de cumprir regulamentações pode adiar a adoção de uma nova tecnologia (OCDE, 1997).

As políticas de redução tarifárias destinadas as pequenas empresas podem, por exemplo, apresentar efeitos expressivos a difusão de novas tecnologias para empresas que se enquadrem neste porte.

A Figura 2 apresenta o percentual de difusão de algumas grandes inovações entre as famílias norte americanas, em função do tempo. As inovações demonstradas foram serviços elétricos (electric service), refrigerador (refrigerator), telefone (telephone), máquina automática de lavar roupas (washing machine) e

vídeo cassete (VCR). As curvas seguem um padrão em forma de S, com variações em função do tempo.

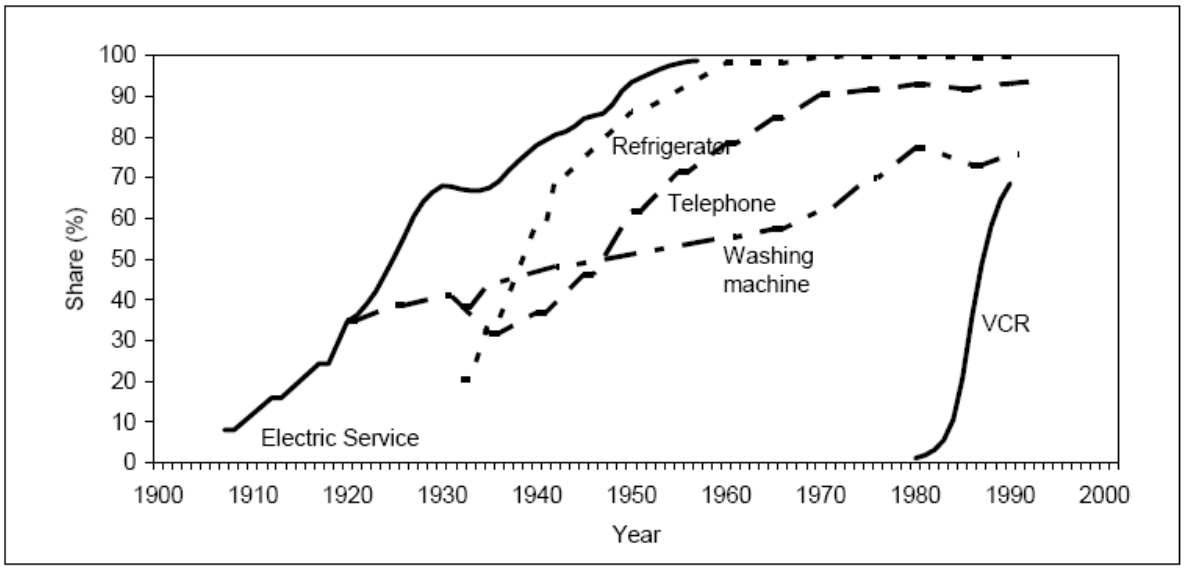

Figura 2. Difusão de algumas inovações nos Estados Unidos, nos anos compreendidos entre 1900 e 2000.
Fonte: HALL (2004).

A tecnologia pode apresentar um processo de difusão mais rápido ou lento em função da presença de bens ou tecnologias substitutas. Quando comparada a difusão da máquina automática de lavar roupas e do refrigerador, o primeiro bem lançado nos anos vinte nos Estados Unidos e o segundo nos anos trinta.

Percebe-se que o refrigerador se difundiu com velocidade superior a máquina automática. Alguns estudos apontam que esta diferença de velocidade ocorre em virtude de existir um bem substituto para a máquina automática, a máquina de lavar não automática, e não existir bem substituto para o refrigerador. A vantagem apresentada pela nova tecnologia era pequena em relação a tecnologia anterior (HALL, 2004).

Já no caso da energia elétrica, seu uso dependia do desenvolvimento nos métodos de produção, necessitando de outros equipamentos. Neste caso, a utilização da energia elétrica influenciou tanto a indústria de bens de consumo quanto a indústria de bens de capital. Esta necessidade por bens complementares retardou o processo de difusão dos serviços elétricos.

A Tabela 1 apresenta um resumo dos fatores que podem determinar a velocidade da difusão de novas tecnologias, ligadas aos quatro tipos de inovações,

ou seja, Produto, Processo, Organizacional e de "Marketing". Percebe-se que as novas tecnologias podem ser influenciadas por uma grande quantidade de variáveis, independente da classificação do tipo de inovação.

Tabela 1. Resumo dos fatores determinantes da difusão de inovações.

Fatores	Inovações de Produto	Inovações de Processo	Inovações Organizacionais	Inovações de Marketing
Fatores relativos ao custo:				
Riscos percebidos como excessivos	*	*	*	*
Custo elevado	*	*	*	*
Carência de financiamento interno	*	*	*	*
Carência de financiamento externo:				
Capital de risco	*	*	*	*
Fontes públicas de financiamento	*	*	*	*
Fatores relativos aos conhecimentos:				
Potencial inovador insuficiente	*	*		*
Carência de pessoal qualificado:				
No interior da empresa	*	*		*
No mercado de trabalho	*	*		*
Informações sobre tecnologia	*	*		
Informações sobre os mercados	*			*
Disponibilização de serviços externos	*	*	*	*
Dificuldade de encontrar parceiros para:				
Desenvolvimento de produto	*	*		
Parcerias em marketing				*
Inflexibilidades organizacionais:				
Relação pessoal com as mudanças	*	*	*	*
Relação gerencial com as mudanças	*	*	*	*
Estrutura gerencial da empresa	*	*	*	*
Fatores de mercado:				
Demanda incerta	*			*
Fatores institucionais:				
Carência de infra-estrutura	*	*		*
Legislação, regulações, padrões, tributação.	*	*		*

Fonte: OCDE (1997).

Mesmo que a implementação de uma nova tecnologia passe por um estudo de detalhamento, o processo pode provocar incerteza por ser acontecimentos imprevisíveis. A adoção de uma nova tecnologia apresenta incertezas, caracterizadas por insegurança sobre a constituição dos fluxos de caixa futuro, estabelecimentos de custos irrecuperáveis, conquista e manutenção de mercados e alta probabilidade de atraso no retorno do capital investido (OCDE, 1997).

As incertezas geradas no processo de adoção de uma nova tecnologia se apresentam como variável relevante entre os determinantes da taxa de difusão, podendo diminuir a velocidade da difusão tecnológica. As empresas podem criar resistência quanto ao uso da nova tecnologia, ressaltando-se que quanto menor a incerteza no processo de adoção, maior será a utilização da nova tecnologia (HALL e KHAN, 2003).

1.4 Polarização e o crescimento econômico regional

SCHUMPETER (1997), em seus estudos, constatou que a inovação seguida pela difusão tecnológica são variáveis fundamentais na dinâmica dos processos de crescimento e de desenvolvimento econômico. E PERROUX (1967) verificou que o crescimento econômico não ocorre simultaneamente em todas as regiões de um espaço geográfico. As taxas de crescimento se apresentam diferenciadas, podendo ser explicadas pela atuação e concentração de empresas que possuem capacidade de integrar com os demais agentes econômicos. Esta ação pode criar a polarização do espaço geográfico ou espaço polarizado.

O espaço polarizado equivale a um campo de relações funcionais, interdependentes constituindo os pólos de crescimento econômico. Estes pólos proporcionam o crescimento do produto e da renda, não se ocupa de alterações expressivas das estruturas regionais. Os pólos sustentam um efeito de ascensão sobre outros espaços, provocada através de uma indústria motriz.

A teoria do crescimento polarizado apresenta um tipo particular de atividade, a indústria motriz, que se forma a partir de uma empresa ou um conjunto delas, mantendo um efeito de atração sobre as demais unidades relacionadas. A expansão da empresa motriz apresenta capacidade de promover a difusão e gerar oportunidades de lucros a outras empresas (LEITE, 2004).

A indústria motriz apresenta crescimento superior à média das indústrias da região, se apresenta como uma empresa chave e realiza uma atividade inovadora. Seu conceito é mais amplo que o da indústria chave, notando-se que toda indústria motriz é uma indústria chave, mas não é sempre que o contrário é verdadeiro.

A indústria motriz pode estar localizada em uma Região próxima à sua matéria-prima e afastada de seu mercado consumidor. Nesse sentido, a empresa está inter-relacionada com outras empresas através de relações econômicas ou comerciais. A indústria apresenta um rápido crescimento, alta concentração de capitais e nível de mecanização elevado (ANDRADE, 1987).

Estas características permitem rápida absorção tecnológica, encadeamento e instalação dos demais agentes econômicos do sistema. O fluxo de renda pessoal e as relações comerciais entre empresas localizadas em uma região são condicionantes do crescimento regional.

> ñOs efeitos provenientes da indústria motriz, por definição, precisam ter força suficiente para impulsionar o desenvolvimento das atividades ligadas. Desse modo, o aspecto quantitativo do efeito de encadeamento vem em primeiro lugar, seguido do dinamismo de crescimento da indústria motriz. Quanto maior sua taxa de crescimento, tanto mais ela desencadeará, nas atividades polarizadas, efeitos indutores de crescimento econômicoò(SOUZA, 1993, p.34).

A importância destes efeitos dependerá do índice de encadeamento e porte das empresas e do pólo onde se localizam. Para que ocorra a retenção dos efeitos é necessária a permanência de atividades satélites, a não existência propiciará que os efeitos sejam direcionados para outras regiões. A polarização pode apresentar efeitos propulsores e efeitos regressivos que existem devido à concentração da população e produção.

Como efeitos propulsores, pode se perceber o aumento das necessidades da população estabelece um ambiente de progresso aliado a lucros crescentes, que se expandem rapidamente. O crescimento do pólo possibilita o surgimento de outros.

O estabelecimento de pólos de crescimento requer também a melhoria da infra-estrutura, através de expansão de malha viária, redes de comunicação, saneamento, energia e mão-de-obra qualificada. Além destas ações, a estruturação de políticas de desenvolvimento regional, aliadas aos incentivos fiscais também atraem indústrias motrizes para a Região.

Este fenômeno ocorre devido à capacidade da indústria motriz de absorver as inovações tecnológicas e de exercer influência sobre as economias externas, sob a forma de compras de insumos, investimentos e absorção de mão-de-obra, aumentando a produtividade e o consumo per capita. Este efeito estimula o avanço técnico das atividades agrícolas próximas que apresentam condições de fornecimento de matéria-prima destinadas à indústria motriz do pólo de crescimento (WILTGEN, 1991).

Os efeitos regressivos são percebidos quando o pólo de crescimento não elimina o desemprego das regiões mais atrasadas e apenas absorve a mão-de-obra mais qualificada como técnicos e administradores. Quando exposta a concorrência, as atividades econômicas dessas regiões mais atrasadas podem se retrair, devido a ineficiência mercadológica.

A migração de capital em busca taxa de retorno mais atrativas também provoca efeitos regressivos. As regiões mais desenvolvidas oferecem maiores oportunidades para investimento, devido a variação e fluxo das atividades. Neste contexto, as possibilidades de retorno do capital investido são maiores.

O aumento dos efeitos propulsores aliado a intervenções do setor público em ações sociais para que melhorem a distribuição geográfica da renda, auxiliam na neutralização dos efeitos regressivos.

A desigualdade entre as regiões diminui à medida que a migração da mão-de-obra torna-se menos seletiva. Estes efeitos regressivos apresentam maior ocorrência em regiões mais pobres que nas mais ricas, sendo por este motivo que a intervenção política tende a anular os efeitos negativos do pólo de crescimento (WILTGEN, 1991).

Quando apresentado em um plano cartesiano, percebe-se que, à medida que aumentam os efeitos propulsores, melhores serão os resultados econômicos da região. Quando os efeitos regressivos são mais intensos, existe um aumento nas desigualdades regionais (Figura 3).

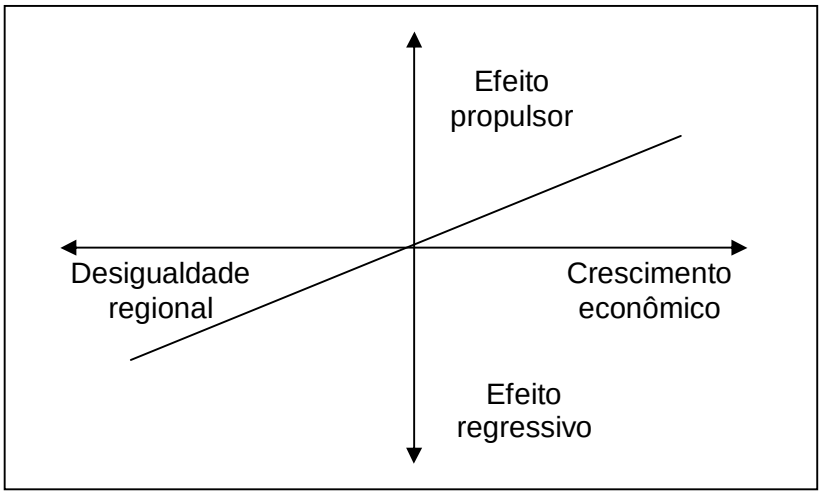

Figura 3. Relação entre os efeitos do estabelecimento do pólo de crescimento e a economia regional.
Fonte: Desenvolvida pelo autor.

As cidades passam a ser consideradas como centro de crescimento quando existir relação positiva entre o investimento realizado, renda, nível de emprego, densidade demográfica e avanço tecnológico. Ou seja, o aumento nos níveis de investimento pode provocar aumento na renda ñper capitaò, nos níveis de emprego, atrair habitantes para a região e melhorar o nível tecnológico das empresas.

A capacidade de uma região para aprender e inovar pode proporcionar vantagens e, quanto maior esta capacidade, menores são os ciclos de vida do produto, refletindo em aceleração de pesquisa e inovações no processo produtivo.

Segundo SOUZA (2005), os pólos de crescimento surgem da inter-relação entre as indústrias motrizes e o conjunto das demais empresas fornecedoras de insumos, mão-de-obra, serviços. A transformação do pólo de crescimento em pólo de desenvolvimento somente poderá ocorrer na região onde está implantado.

A absorção de capitais e mão-de-obra de outras regiões poderá implicar em disparidade de desenvolvimento entre as regiões, através do efeito propulsor ou regressivo existente na região. As vantagens econômicas de uma região estão relacionadas com a capacidade de aprendizado e inovação, à medida que aumenta estas capacidades se encurtam os ciclos dos produtos.

O crescimento econômico é idealizado a partir do surgimento e difusão de inovações tecnológicas ligadas ao setor produtivo e instituições de pesquisas, resultando em impacto setorial. E ocorre com maior amplitude em regiões que apresentam concentração de atividades econômicas, o mesmo ocorrendo com o crescimento populacional.

CAPÍTULO 2

COGERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DO SETOR SUCROENERGÉTICO

Este Capítulo contempla conceitos e informações relacionadas aos setores energéticos e sucroenergético do Brasil, sem o anseio de esgotar o assunto, mas pretende-se situar a pesquisa. Serão abordadas informações sobre a matriz energética brasileira, sobre a composição da matriz elétrica brasileira, apresentará a energia como um bem. Apresenta também aspectos relacionados à cogeração de energia e ao setor sucroenergético.

2.1 Matriz energética brasileira

O conjunto dos combustíveis utilizados na geração de energia constitui a matriz de oferta energética de um país. A definição de políticas públicas e das estratégias econômicas mantém relação direta com a matriz energética, devido a importância da matriz na estrutura produtiva.

A constituição da matriz energética brasileira é diversificada. Os principais recursos não renováveis utilizados são os derivados de petróleo, gás natural e em menor proporção o carvão mineral. Os recursos renováveis com maior possibilidade de utilização são recursos hidráulicos, solar e biomassa (CORRÊA NETO e RAMON, 2002).

O carvão é o recurso mineral mais abundante e utilizado como fonte de energia em todo o mundo. Trata-se de um mineral de constituição fóssea, os maiores produtores mundiais de carvão são os Estados Unidos, China e Índia. A reserva brasileira de carvão concentra-se principalmente na região sul. O carvão brasileiro apresenta baixo poder calorífero, associado a alta produção de resíduos.

O desenvolvimento de novas técnicas destinadas a geração de energia a partir de fonte renovável é influenciado por vários fatores, entre eles pode-se citar as pressões sociais e ambientais ligadas a preocupações ecológicas e a mudança climática, reconhecimento que a utilização das fontes renovável pode reduzir o uso de fontes não renováveis, crescimento na demanda por energia elétrica e seu uso como elemento importante na formação dos custos agropecuários. A alta no preço

do petróleo e derivados também influencia a demanda por alternativas energéticas (MAPA, 2005).

Analisando os aspectos positivos e negativos das fontes energéticas apresentadas na Tabela 2, percebe-se as possibilidades de participação de cada fonte na constituição da futura matriz energética.

Tabela 2. Aspectos positivos e negativos das principais fontes energéticas que compõe a matriz energética.

Combustível	Aspectos positivos	Aspectos negativos
Carvão	• abundância; • segurança para utilização; • facilidade de transporte e armazenagem;	• emissão de gases que acelera o efeito estufa; • necessidade de tecnologia para reduzir a emissão de gases; • extração perigosa.
Petróleo	• conveniência; • alta densidade energética; • facilidade de transporte e armazenagem.	• altamente poluidor; • jazidas geograficamente concentradas; • mercado manipulável; • vulnerabilidade na oferta.
Gás	• eficiência e conveniência; • multiuso; • alta densidade energética.	• emissão de gases que acelera o efeito estufa; • armazenamento de alto risco; • volatilidade de preço; • jazidas geograficamente concentradas.
Nuclear	• Não existe emissão de gases de efeito estufa; • pouca limitação de recurso; • alta densidade energética.	• baixa aceitação social; • resíduos, sem solução para eliminação; • operação arriscada; • demanda altos investimentos.
Renováveis	• baixa emissão de gases de efeito estufa; • sustentabilidade.	• altos custos; • fontes intermitentes; • distribuição desigual; • estágio tecnológico inferior às demais fontes em uso.

Fonte: MAPA (2005).

Percebe-se que o uso de fontes não renováveis e renováveis na constituição da matriz energética brasileira pode apresentar pontos positivos e negativos. Entre os pontos positivos do uso das fontes não renováveis pode-se destacar a eficiência energética, a conveniência e o transporte. Entre os pontos negativos destaca-se a emissão de gases que aceleram o efeito estufa, as jazidas concentradas e a vulnerabilidade na oferta.

Considerando os aspectos ambientais, o uso de fontes renováveis na constituição da matriz energética pode diminuir a emissão e gases aceleram o efeito estufa, mesmo apresentado aspectos negativos que possam inibir a consolidação do uso deste tipo de fonte energética.

Mesmo apresentando custo de geração mais elevado que outras fontes, distribuição desigual e estágio tecnológico inferior, a participação de fontes renováveis na composição da matriz energética tem ampliado. No período compreendido entre os anos 2000 e 2004, o uso de fonte energética renovável apresentou aumento de 2,8%. No período compreendido entre 2004 e 2007, o aumento apresentado foi de 2,2% na participação de fontes renováveis na composição da matriz energética, conforme Figura 4.

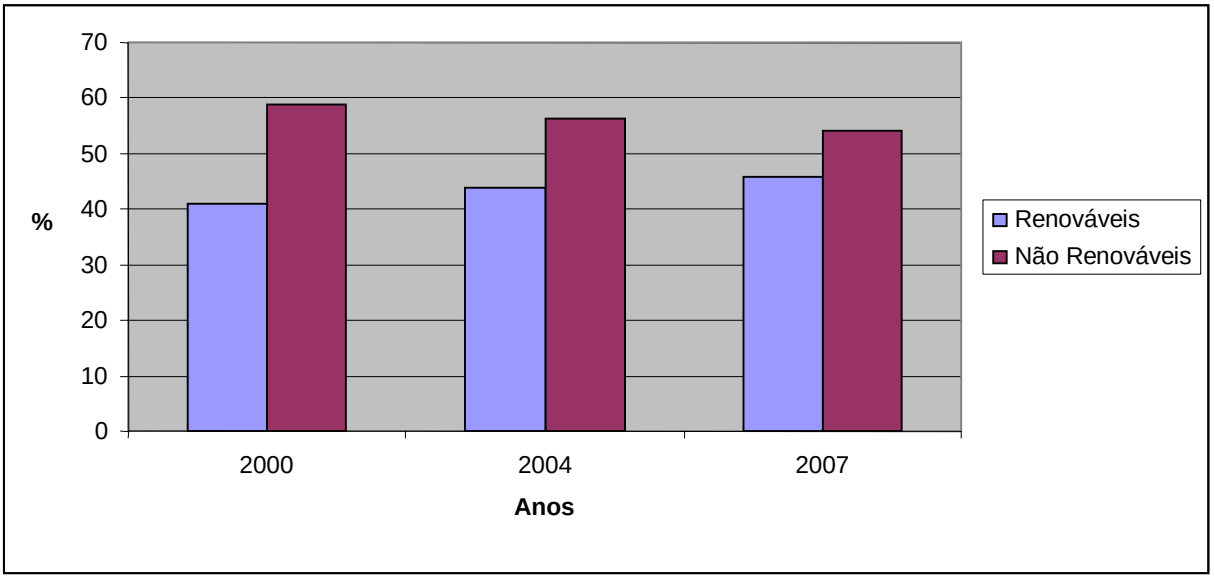

Figura 4. Participação das fontes renováveis e não renováveis na oferta energética brasileira nos anos de 2000, 2004 e 2007.

Fonte: MME (2008), adaptado pelo autor.

Entre o grupo das fontes não renováveis, o petróleo e derivados apresentou a maior redução, saindo de 46% para 37,4%, reduziu 8,9% no período compreendido entre o ano de 2000 e 2007. O carvão mineral apresentou no período redução de 1% na participação da matriz energética, conforme a Tabela 3.

Tabela 3. Constituição da matriz energética brasileira, nos anos de 2000, 2004 e 2007.

	2000	2004	2007
Fontes não renováveis	(%)	(%)	(%)
Petróleo e Derivados	46,0	39,1	37,4
Gás natural	5,0	8,9	9,3
Carvão mineral	7,0	6,7	6,0
Nuclear	1,0	1,5	1,4
Total Não Renovável	59,0	56,2	54,1
Fontes renováveis	(%)	(%)	(%)
Hidroeletricidade	16,0	14,4	14,9
Cana-de-açúcar	11,0	13,5	15,8
Lenha e carvão vegetal	12,0	13,2	12,0
Outras	2,0	2,7	3,2
Total Renovável	41,0	43,8	45,9

Fonte: MME (2008).

Entre as energias não renováveis, as fontes que apresentaram aumento na participação foram o gás natural e energia nuclear, com aumento de 4,2% e 0,4% respectivamente.

A participação da cana-de-açúcar na constituição da matriz energética foi a fonte que apresentou maior aumento percentual, no ano de 2000 sua participação representava 11%, evoluindo para 13,5% no ano de 2004 e alcançando 15,9 no ano de 2007. As demais fontes que compõe o grupo apresentaram variações pouco significativas, a hidroeletricidade apresentou redução de 1,1% e o item que agrupa as demais fontes renováveis de energia que não foram citadas, apresentou aumento de 1,2%.

2.1.1 Constituição da matriz elétrica brasileira

O setor elétrico brasileiro que era centrado em uma estrutura monopolista estatal passou por modificações e reestruturações que possibilitaram a inserção e investimentos de agentes privados no sistema. Esta alteração permitiu a exploração de serviços elétricos por empresas privadas, perante licitação, autorização e controle da Agência Nacional de Energia Elétrica ï ANEEL. A reestruturação segmentou atividade de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica e criou a possibilidade de comercialização de energia, através de uma câmara de comercialização (ANEEL, 2005).

As leis n° 10.847 e 10.848 de 15 de março de 2004 consolidam o quadro atual de atribuições e competências, sendo que ao Poder Executivo competem o estabelecimento de políticas e o estabelecimento de diretrizes para o setor elétrico; ao Poder Concedente, papel desempenhado pelo Poder Executivo, compete a liberação de outorgas de exploração dos serviços elétricos; ao Órgão regulador, ANEEL, competem a normatização e fiscalização dos serviços realizados; aos Operadores Nacional de Sistema competem a coordenação e supervisão do sistema interligado; à câmara de comercialização de energia elétrica, competem as atividades relacionadas à comercialização de energia elétrica; à empresa de planejamento energético compete executar estudos relacionados à expansão do sistema elétrico, sendo órgão de responsabilidade do Ministério de Minas e Energia.

A matriz elétrica brasileira é constituída por dois sistemas, um faz ligações entre as regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e parte das regiões Norte e Nordeste, chamado de Sistema Interligado Nacional (SIN), e o outro, localizado especialmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, denominado de Sistema Isolado (SI). Apesar do sistema elétrico se apresentar interligado, a necessidade em uma região não pode ser suprida pelo excesso de energia gerado em outra (ANEEL, 2005).

O SIN apresenta características e porte únicos no mundo. O sistema brasileiro é predominantemente constituído por um sistema hidroelétrico e termelétrico de grande porte.

Para que seja aproveitado o potencial hídrico dos rios, as usinas são construídas em regiões afastadas dos centros consumidores. A distância entre as usinas produtoras e os centros consumidores, associada à extensão das redes de

transmissão e variações climáticas, podem resultar em excessos ou escassez no fornecimento energético.

A interligação possibilita alcançar benefícios dos regimes dos rios de diferentes regiões do país. A produção e distribuição de energia elétrica atendem a uma estratégia de minimização de custos e aumento de confiabilidade no atendimento (ANEEL, 2005).

As usinas térmicas geram energia elétrica e seu produto concorre para o atendimento ao mercado consumidor, através das redes de transmissão do SIN. Esta participação depende também das conexões entre os atuantes no sistema elétrico.

O SI atende principalmente parte das regiões Norte e Nordeste, colocados em conjunto, o sistema apresenta cobertura de quase 50% do território brasileiro. A eletricidade é gerada através de termelétricas. Grande parte das usinas ligadas ao SI geram eletricidade com a utilização de óleo diesel (ANEEL, 2005).

Algumas políticas públicas são instituídas com o objetivo de reduzir os impactos ambientais, promover o desenvolvimento de forma sustentável e diversificar a matriz elétrica brasileira. A Lei n° 10.438 de 26 de abril de 2002 instituiu o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica ï PROINFRA. O objetivo principal deste programa, por intermédio do SIN, é conseguir até o ano de 2022 o abastecimento de dez por cento dos consumidores brasileiros com energia de fonte alternativa. E para o SI, o maior objetivo é incentivar o sistema a empregar mais recursos locais para geração de eletricidade, valorizando o meio ambiente e a eficiência dos recursos (ANEEL, 2005).

2.1.2 Energia elétrica como um produto

A energia elétrica é um bem resultante de conversões energéticas, podendo apresentar origens diferenciadas, sendo obtida através de geradores e conduzida até o consumidor por redes de transmissão e distribuição. A eletricidade é expressa em produto da potência de trabalho, sendo que a unidade de medida é o Watt (W), pelo tempo utilizado.

Devido às suas características, a eletricidade apresenta algumas particularidades como a impossibilidade de armazenamento. Assim, o sistema

elétrico tem suas próprias normas e o atendimento ao consumidor deve ocorrer de forma ininterrupta.

O uso da eletricidade proporciona conforto e qualidade vida aos consumidores, influencia o processo produtivo e seu consumo mantém relação com o crescimento e o desenvolvimento econômico. As inovações que acontecem envolvendo desde a geração ao consumidor de energia elétrica são de grande importância para a economia nacional (PINTO JÚNIOR et al., 2007).

Os avanços tecnológicos alcançados na geração e transmissão de energia elétrica permitiram que a eletricidade alcançasse usuários em grande parte do mundo. O uso da eletricidade atua como um vetor nas taxas de ocupação de cada Região, podendo transformar uma Região pouco ocupada em pólos de crescimento econômico.

O planejamento energético estabelecido para o Brasil até a década de 1980 estava voltado para a oferta de eletricidade, não enfatizando fatores necessários ao desenvolvimento, como acesso da população a eletricidade (REIS et al., 2005).

O consumo de petróleo e energia elétrica foi a base da política de modernização da estrutura produtiva brasileira. A composição da matriz energética e a eficiência tecnológica do fornecimento associado a forma de uso, influencia no estabelecimento das estratégias destinadas a promoção do crescimento e do desenvolvimento econômico (CALABI et al., 1983).

2.2 Processo de cogeração de energia

Os primeiros sistemas que podem ser descritos como cogeração de energia elétrica ocorreram no final do século XIX, neste período a produção centralizada de energia era incomum. Mesmo após a produção centralizada de energia elétrica, existem empresas que se utilizam do processo de cogeração para atender as suas estratégias internas (ANEEL, 2005).

O processo de cogeração de energia está relacionado a produção simultânea de pelo menos dois tipos de energia utilizando uma mesma fonte primária. As formas mais comuns de energia geradas com a cogeração são energias mecânica, térmica e elétrica.

A energia mecânica pode ser utilizada no acionamento dos equipamentos do processo produtivo ou gerador de energia elétrica. A energia térmica pode ser

utilizada nos processos que se necessitem intervenções térmicas, direta ou indiretamente ligadas ao processo produtivo. A geração de energia elétrica pode ocorrer de forma secundária, ou seja, gerada a partir do acionamento mecânico (CUNHA, 2005).

Grandes empresas no Brasil utilizam gás natural ou mesmo resíduo industrial para co-gerar energia. As empresas que apresentam maior potencial para cogeração são as indústrias que atuam na produção de álcool, açúcar, processadores de alimentos, bebidas, papel, têxtil e petroquímico, devido à grande quantidade vapor necessária nos processos produtivos, apesar de existirem empresas dos seguimentos comerciais e prestadores de serviços, que se utilizam deste processo (COELHO, 1999).

Através da cogeração a empresa pode melhorar a eficiência em relação à geração termelétrica de acordo com o destino final da energia produzida, visto que na usina termelétrica parte da energia térmica gerada é desprezada e na cogeração esta energia pode ser utilizada no processo produtivo. O melhor aproveitamento energético torna a cogeração mais eficiente, auxiliando na redução de custos e influenciando o fluxo de receita da usina geradora.

No processo de cogeração a empresa pode se utilizar de várias fontes primárias de combustível para acionar os geradores, como derivados de petróleo, carvão e diversos tipos de biomassa. Devido a abundância de matéria-prima, as indústrias que atuam na produção de celulose, açúcar e álcool são as que mais utilizam biomassa na cogeração de energia.

No Brasil, as especificações técnicas, as instalações e comercialização de energia elétrica seguem as normas institucionais da Agência Nacional de Energia Elétrica ï ANEEL, independente do setor de origem da energia.

Mesmo apresentando vantagens, a utilização de energia elétrica obtida através de cogeração ainda é pouco expressiva. COELHO (1999) acreditava que, se remunerassem melhor os co-geradores de energia elétrica, poderiam atrair mais usineiros para atuarem em parceria com o sistema elétrico.

Buscando viabilizar e incentivar a auto-produção de energia elétrica, o governo norte americano regulamentou a produção independente aliada a privatização de parte das centrais elétricas. A ação possibilitou o surgimento de mercados e tecnologia destinados a geração de energia elétrica, o que tornou o setor energético mais eficiente (VANDERLEI, 2003).

2.3 Caracterização do setor sucroenergético e o processo de cogeração de energia elétrica

A cana-de-açúcar começou a ser produzida na Região Nordeste em meados de 1532. As mudas iniciais foram trazidas pelos colonizadores portugueses, com objetivo de instalar na colônia engenhos para produção de açúcar.

Devido à facilidade logística, iniciaram o cultivo da cana-de-açúcar ao longo da costa marítima, especialmente da Região Nordeste. Com o desenvolvimento do mercado interno e declino de outros ciclos econômicos, a cana-de-açúcar começa a ser produzido em outras regiões principalmente na Região Sudeste (BNDES, 2008).

A produção de cana-de-açúcar proliferou por grande parte do território brasileiro, embora os principais produtores sejam as regiões Sudeste, Nordeste, Sul e, em menor proporção, a Centro-Oeste. O fator climático da Região Nordeste possibilita que a safra ocorra em período diferente das safras das outras regiões, e com isso, o Brasil é o único país que produz cana-de-açúcar durante todo o ano (LIMA e COSTA, 2007).

O produto comercializado através do processamento da cana-de-açúcar era o açúcar e o melaço. O desenvolvimento das atividades possibilitou a produção de etanol. Na década de 1970, o Programa Nacional do Álcool (Proálcool) despertou o interesse dos produtores para um novo nicho de mercado, produção de álcool combustível para abastecimento de parte da frota de veículos brasileiros, com intuito de substituir parte do consumo de gasolina.

Neste período, o aumento a quantidade produzida gerou desenvolvimento de pesquisas voltadas ao aumento de produtividade e, consequentemente, para melhorar a atuação econômica do setor.

Influenciado pelo Programa Proálcool, o setor sucroenergético apresentou três períodos distintos. No primeiro, compreendido entre 1975 e 1979, ocorreu uma expansão cautelosa de usinas com produção destinada a fornecer álcool para mistura com a gasolina. O segundo período, entre 1980 e 1985, o setor apresentou um crescimento acelerado, devido ao aumento na utilização de motores de automóveis estritamente a álcool. O terceiro período, entre 1986 e 1990, ficou conhecido pela crise gerada no setor sucroenergético. Neste período, a desregulamentação política retirou os incentivos comercial, fiscal e financeiro que beneficiavam os agentes envolvidos na atividade (LIMA e COSTA, 2007).

Com a desregulamentação das atividades, o setor sucroenergético passou por reestruturação, estimulando novos arranjos ligados ao processo produtivo e melhorando a competitividade no setor. A consolidação dos veículos movidos com motores bi-combustíveis, o aumento do preço do açúcar no mercado internacional e os aumento nas possibilidades de exportação de álcool combustível influenciaram positivamente os resultados econômicos das empresas do setor.

A reestruturação do setor permitiu que as empresas buscassem alternativas para alcançar outros nichos de mercado. Por vários anos durante o Proálcool, as usinas sucroenergéticas utilizavam caldeiras apenas para gerar energias mecânica e elétrica suficientes para atender suas necessidades internas, mesmo porque a comercialização de eletricidade era proibida pelos órgãos reguladores.

Após a crise no fornecimento elétrico de 2001, os empresários perceberam que modificando os equipamentos de baixa capacidade de geração elétrica por outros de maior capacidade e eficiência, poderiam gerar energia suficiente para atender suas demandas internas e comercializar o excedente (GUARDABASSI, 2006).

No processo produtivo de açúcar e álcool existe a necessidade de força motriz para movimentação dos equipamentos. A usina necessita, ainda, de energia elétrica para acionamento de motores e equipamentos menores, para iluminação e funcionamento administrativo. O processo produtivo da usina também utiliza vapor tanto na produção de açúcar quanto produção do álcool.

A queima do bagaço de cana através de uma caldeira gera vapor d'água que aciona o gerador produtor de eletricidade e parte do vapor ainda é utilizado como fonte de calor no processo produtivo. A cogeração acontece através da mudança da energia térmica gerada a partir da queima do bagaço em energias mecânica e elétrica (CUNHA, 2005).

A Figura 5 ilustra o fluxo de funcionamento de uma usina de produção de álcool, açúcar e eletricidade. A usina recebe a cana-de-açúcar, efetua o processo de moagem, o caldo obtido é encaminhado para o processamento, onde se transformará em álcool e/ou em açúcar.

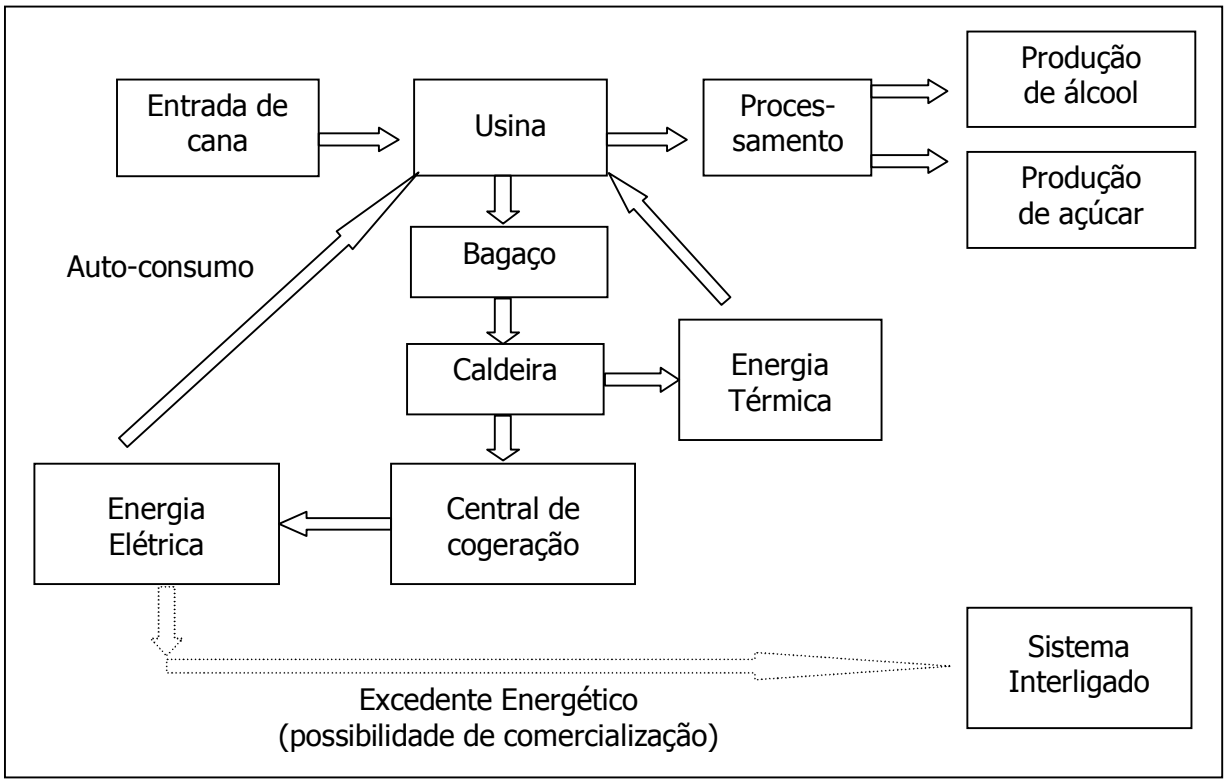

Figura 5. Fluxo de movimentação interna de uma usina sucroenergética.

Fonte: Desenvolvida pelo autor.

O bagaço é direcionado para a caldeira, para ser queimado. Parte do vapor gerado é direcionada para atender as necessidades térmicas do processo produtivo do açúcar e do álcool e outra parte é direcionada a central de geração de energia elétrica, através de turbo geradores. A energia elétrica gerada alimenta os sistemas elétricos do processo produtivo e o excedente, comercializado previamente com as concessionárias, segue para o SIN.

A utilização de bagaço para acionar os equipamentos da usina não é recente, mas a ação possibilitou que as usinas alcançassem estratégias, entre elas redução de custos de produção, visto que a usina deixa de comprar da concessionária a energia elétrica necessária em seu processo produtivo.

A quantidade de eletricidade produzida pelas usinas sucroenergéticas mantém relação direta com a tecnologia que se utiliza no processo de cogeração e a eficiência de conversão energética depende principalmente da pressão e temperatura do vapor produzido pelo equipamento utilizado (SILVA JUNIOR, 2008).

As principais tecnologias utilizadas pelas usinas sucroenergéticas no processo de cogeração são ciclos de contrapressão, de condensação e

acionamento por turbina a gás, respectivamente. As tecnologias podem ser utilizadas isoladamente ou através de combinações entre os ciclos.

2.3.1 Metodologia de cálculo de conversão energética de biomassa

O Centro Nacional de Referência em Biomassa ï CENBIO realizou um estudo com objetivo de catalogar e divulgar informações sobre a utilização de biomassa como fonte de energia. O estudo foi realizado com vários tipos de biomassas e possibilitou o estabelecimento de metodologias de cálculos de conversão energética para cada um, considerando utilização de tecnologias diferentes e poder caloríferos específicos (CENBIO, 2008). O estudo foi dividido em grupos composto por resíduos vegetais, óleos vegetais, cana-de-açúcar, silvicultura, efluentes líquidos e resíduos sólidos. Em cada grupo observaram-se as características especificas de cada produto.

Para a biomassa de cana-de-açúcar, o estudo determinou três cenários diferentes de conversão energéticas, apresentando como variáveis a eficiência da tecnologia utilizada no processo e a quantidade de cana colhida em um determinado período (CENBIO, 2008). O primeiro cenário estabeleceu o funcionamento do sistema apenas no período de safra, do mês de abril a novembro nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, com resíduos gerados em 5.563 horas de trabalho, com eficiência energética de 30 kWh/ton de cana-de-açúcar. O segundo cenário considerou o mesmo período de safra, alterando apenas a eficiência energética para 60 kWh/ton de cana-de-açúcar. Já no terceiro cenário, considerou-se a utilização dos resíduos em sistema operando durante 95% das horas anuais, com eficiência energética de 120 kWh/ton de cana-de-açúcar.

Estabeleceu-se uma equação para cada cenário:

Cenário 1

Potencial (MWh) = (t cana x 30 kWh/ton) / (1000)

Cenário 2

Potencial (MWh) = (t cana x 60 kWh/ton) / (1000)

Cenário 3

Potencial (MWh) = (t cana x 120 kWh/ton) / (1000)

O estudo considerou para cada cenário, tecnologias com eficiência de conversão energética diferentes. O primeiro cenário utilizou-se uma tecnologia que resulta em baixa eficiência na conversão energética do calor em energia elétrica. O segundo cenário foi construído utilizando uma tecnologia que proporciona uma eficiência mediana na conversão e o terceiro cenário é o mais eficiente que foi proposto. O estudo não especificou o tipo de tecnologia utilizada na construção de cada cenário.

No primeiro e no segundo cenários utilizaram apenas o bagaço resultante da moagem como combustível. Para a construção do terceiro cenário, além do bagaço resultante da moagem, utilizaram-se das palhas e das pontas resultantes da colheita da cana crua.

2.4 Produção de cana-de-açúcar no Estado de Goiás

Os primeiros registros de produção de cana-de-açúcar no Estado de Goiás datam de1935, mas foi na era Vargas com implantação de políticas de ocupação de território que o Estado começa a se destacar na produção de alimentos. A construção de Brasília acelerou o desenvolvimento de Goiás, visto que a nova capital necessitava de abastecimento de alimentos (SILVA, 2008).

O desenvolvimento de pesquisas realizadas na década de 1970 incentivou o uso de novas tecnologias para o plantio da cana-de-açúcar no Estado. Ocorreu em Goiás o aumento das áreas plantadas, associado ao aumento de investimentos em máquinas e equipamentos, com isso os produtores conseguiram expandir a produção e elevar os níveis de produtividade.

A atividade canavieira tornou-se mais representativa a partir de 1979, com a criação da Comissão Executiva Nacional do Álcool. No início da década de 1980, Goiás alcançou o 2° lugar no *ranking* nacional dos produtores de álcool, com produção que representava 11,9% do total da produção nacional, o primeiro colocado era o Estado de São Paulo, com 34,2% (SILVA, 2008).

Segundo NASCIMENTO (2009), o crescimento da participação da cana-de-açúcar na economia do Estado provocou a expansão da cultura por várias regiões de Goiás. No ano de 2000, a produção de cana no Estado foi de 10,162 milhões de toneladas em uma área de 139,18 mil hectares, representando uma produtividade de 73,017 ton /hectare, conforme a Tabela 4.

Em 2001, mesmo com a redução de 6,66% na área colhida, a produção cresceu 0,89%, representando um acréscimo de 8,09% na produtividade. Pode-se perceber que em 2002 a área colhida do produto aumentou 11,66% em comparação ao ano anterior, a quantidade produzida foi acrescida de 13,86%, o que representa um aumento de produtividade de 1,97%. Já em 2003, mesmo com aumento de 13,64% na área colhida, a quantidade produzida aumentou apenas 10,57%, representando queda na produtividade de 2,71% (Tabela 4).

No ano de 2004, a área colhida apresentou aumento de 6,96%, e a produção um aumento de 8,47%, o que representa aumento de 1,42% na produtividade. Em 2005, apesar de ter apresentado aumento de 11,49% na área colhida, a produtividade aumentou apenas 0,2%, levando o Estado a ocupar o 6° lugar no *ranking* nacional dos produtores de cana-de-açúcar. Em 2006, Goiás apresentou aumento de 21,78% na quantidade produzida e de 18,30% na área plantada, com aumento de 2,94% na produtividade. Em 2007, mesmo com aumento de 17,75% na área plantada e de 15,82% na quantidade produzida, a produtividade apresentou redução (Tabela 4).

Tabela 4. Área colhida, produção e produtividade de cana em Goiás, no período de 2000 a 2007.

Ano	Área Colhida (ha)	Produção (t)	Produtividade (t/ha)
2000	139.186	10.162.959	73,017
2001	129.921	10.253.497	78,921
2002	145.069	11.674.140	80,473
2003	164.861	12.907.592	78,294
2004	176.328	14.001.079	79,404
2005	196.596	15.642.125	79,565
2006	232.577	19.049.550	81,906
2007	273.870	22.063.677	80,563

Fonte: NASCIMENTO (2009).

Os investimentos em pesquisa, utilização de insumos que influenciam a produtividade, avanços dos processos produtivos, reestruturação das usinas já instaladas, utilização de incentivos estaduais e a implantação de novas plantas produtivas fortaleceram o setor sucroenergético no Estado (NASCIMENTO, 2009).

2.4.1 Potencial de cogeração de energia elétrica em Goiás e quantidade de eletricidade co-gerada

O potencial de geração de eletricidade difere da capacidade de geração, sendo que o potencial representa a quantidade de energia elétrica que poderia ser gerada e ofertada para consumo em determinado tempo e a capacidade de geração é o processo gerador.

Tomando por base a quantidade de cana-de-açúcar produzida em Goiás no período compreendido entre 2000 e 2007 e utilizando a metodologia de conversão energética proposta pelo CENBIO, observam-se três cenários que representam a quantidade de energia elétrica que Goiás poderia gerar a partir do uso de biomassa de cana-de-açúcar, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5. Produção de cana em Goiás e quantidade de energia estimada em três cenários de conversão energética, com potência em MWh, no período de 2000 a 2007.

Ano	Produção (t)	Cenário 1 (30 kWh/ton cana)	Cenário 2 (60 kWh/ton cana)	Cenário 3 (120 kWh/ton cana)
2000	10.162.959	304.889	609.778	1.219.555
2001	10.253.497	307.605	615.210	1.230.420
2002	11.674.140	350.224	700.448	1.400.897
2003	12.907.592	387.228	774.456	1.548.911
2004	14.001.079	420.032	840.065	1.680.129
2005	15.642.125	469.264	938.528	1.877.055
2006	19.049.550	571.487	1.142.973	2.285.946
2007	22.063.677	661.910	1.323.821	2.647.641

Fonte: NASCIMENTO (2009).

Considerando a produção de cana-de-açúcar do Estado de Goiás e a metodologia de cálculo do CENBIO, no ano de 2000 o setor sucroenergético, utilizando a tecnologia equivalente à proposta no cenário 1, geraria a quantidade de 304.889 MWh de energia elétrica. Caso a eficiência de conversão equivalesse ao cenário 2, as usinas do setor produziriam 609.778 MWh e 1.219.555 MWh utilizando a tecnologia com conversão equivalente ao cenário 3.

O aumento na quantidade de cana-de-açúcar produzida no período compreendido entre os anos 2000 a 2007, refletiu no aumento da quantidade de energia elétrica estabelecida pelos cenários.

A Tabela 6 apresenta a quantidade de energia elétrica ofertada pelo SIN no Estado de Goiás e os percentuais de representação encontrada a partir dos cálculos propostos pelos cenários do CENBIO.

Tabela 6. Relação entre a quantidade de energia elétrica projetada pelos cenários e a oferta real de eletricidade em Goiás, no período de 2000 a 2005.

Ano	Oferta de energia elétrica*	% de acréscimo na quantidade ofertada		
	(GWh)	Projeção cenário 1	Projeção cenário 2	Projeção cenário 3
2000	4.193	7,27	14,54	29,08
2001	3.504	8,78	17,56	35,12
2002	3.715	9,43	18,85	37,70
2003	4.868	7,95	15,91	31,82
2004	5.349	7,85	15,70	31,41
2005	5.907	7,94	15,89	31,78

* SEINFRA (2007).

A quantidade de energia elétrica estimada através da utilização da metodologia de cálculo do CENBIO provocaria acréscimos significativos na quantidade de energia elétrica ofertada ao consumidor.

Para o ano de 2000, utilizando a tecnologia menos eficiente representada pelo cenário 1, o acréscimo seria de 7,27% na quantidade ofertada de energia. Tomando por base o cenário 2, que representa a tecnologia intermediária, a quantidade de eletricidade acrescida no sistema elétrico seria de 14,54%, enquanto que na projeção do cenário 3, o acréscimo seria de 29,08% (Tabela 6).

Em 2001, o acréscimo na quantidade de energia elétrica ofertada seria de 8,68% projetada pelo cenário 1, 17,56% pelo cenário 2 e 35,12% pelo cenário 3. Para 2002, a projeção do cenário 1 acresceria 9,43% na quantidade ofertada de eletricidade. O cenário 2 contribuiria com mais 18,85% na quantidade ofertada e o cenário 3 com 37,70%. Em 2003, os acréscimos na quantidade ofertada seriam de 7,95%, 15,91% e 31,82%, respectivamente para os cenários 1, 2 e 3 (Tabela 6).

Para 2004 as projeções se mostraram próximas ao ano anterior, apresentando pequenas reduções. Com a projeção do cenário 1, o acréscimo na

quantidade ofertada de eletricidade seria 7,85%, com a projeção do cenário 2, o acréscimo seria de 15,70% e com o cenário 3, de 31,41%. Em 2005, a projeção do cenário 1 apresentou acréscimo de 7,94%, com o cenário 2 o acréscimo seria de 15,89% e com o cenário 3 o acréscimo representaria 31,78% (Tabela 6).

A quantidade de energia elétrica projetada com base no cenário 3 da metodologia de conversão energética proposta pelo CENBIO seria suficiente para eliminar a dependência externa de 2000 a 2005 (Figura 6).

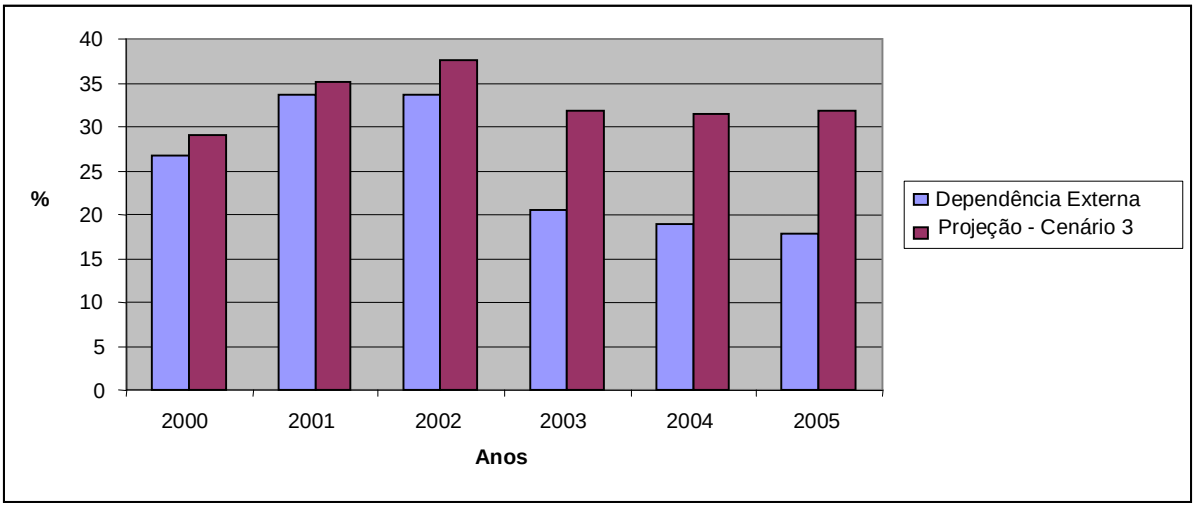

Figura 6. Comparação entre a dependência externa por energia elétrica e projeções segundo metodologia de conversão energética de biomassa.
Fonte: SEINFRA (2007), adaptado pelo autor.

A quantidade projetada para o ano 2000 apresentou acréscimo de 29,08%. Neste ano, Goiás apresentou 26,70% de dependência de energia elétrica externa. A quantidade projetada foi maior que a dependência por energia elétrica externa em 2,38%. Para 2001, a quantidade de energia elétrica projetada acresceria 35,12%, quantidade 1,52% acima da quantidade adquirida fora do Estado (Figura 6).

Em 2002 o setor sucroenergético conseguiria gerar quantidade de eletricidade suficiente para superar em 4% a dependência externa por energia elétrica. Em 2003, o cenário projetado superaria em 11,32% a dependência externa por energia elétrica (Figura 6).

Em 2004, a quantidade projetada superaria 12,51% a dependência externa por eletricidade. Para o ano de 2005, as projeções seriam suficientes para superar em 13,98% a dependência externa de energia elétrica.

Os dados sobre a quantidade efetiva de energia elétrica que o setor sucroenergético de Goiás co-gerou, encontra-se disponível apenas o período compreendido entre 2004 e 2006. Mesmo apresentando produção 14 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, o setor sucroenergético do Estado de Goiás gerou 269,97 GWh e com base no cenário 1, a quantidade de cana-de-açúcar seria suficiente para produzir 420,032 GWh. A quantidade produzida representa 64,27% da projeção que utiliza tecnologia menos eficiente, 32,14% da quantidade estimada no cenário 2 e apenas 16,05% da quantidade projetada no cenário 3, conforme apresentado na Tabela 7.

Tabela 7. Produção de cana, energia elétrica produzida por usinas sucroenergética em Goiás, medido em GWh, e os cenários de eficiência estimada, em GWh, no período de 2004 a 2006.

Ano	Produção (t)	Energia produzida (GWh)	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
2004	14.001.079	269,970	420,032	840,065	1.680,129
2005	15.642.125	296,656	469,264	938,528	1.877,055
2006	19.049.550	286,509	571,487	1.142,973	2.285,946

Fonte: NASCIMENTO (2009).

A quantidade de energia co-gerada em 2005 foi de 296,656 GWh, representando 63,22% da quantidade projetada no cenário 1, 31,61% da quantidade projetada no cenário 2 e 15,80% da quantidade projetada no cenário 3. A energia co-gerada em 2006 representa 50,13% da quantidade projetada no cenário 1, 25,07% da projetada no cenário 2 e apenas 12,53% no cenário 3. Neste ano o desempenho do setor foi o pior entre os anos considerados.

CAPÍTULO 3

ESTUDO DE CASO

O terceiro capítulo apresenta a caracterização econômica do Município de Quirinópolis, os resultados de um estudo de caso realizado em uma usina produtora de álcool e energia elétrica, filiada a um grande Grupo de empresas do setor sucroenergético com matriz no Estado de São Paulo e discute os determinantes da difusão da tecnologia de cogeração no setor sucroenergético.

3.1 Caracterização do Município e sua economia

O Município de Quirinópolis está localizado no Estado de Goiás, na microrregião Quirinópolis (Figura 7), encontrando-se distante aproximadamente trezentos quilômetros da capital do Estado. Sua população estimada é de 39.756 habitantes em 2009 e densidade demográfica de 10,52 habitantes/km^2 (SEPIN/SEPLAN-GO, 2010).

MICRORREGIÕES
1. São Miguel do Araguaia
2. Rio Vermelho
3. Aragarças
4. Porangatu
5. Chapada dos Veadeiros
6. Ceres
7. Anápolis
8. Iporá
9. Anicuns
10. Goiânia
11. Vão do Paranã
12. Entorno de Brasília
13. Sudoeste de Goiás
14. Vale do Rio dos Bois
15. Meia Ponte
16. Pires do Rio
17. Catalão
18. Quirinópolis

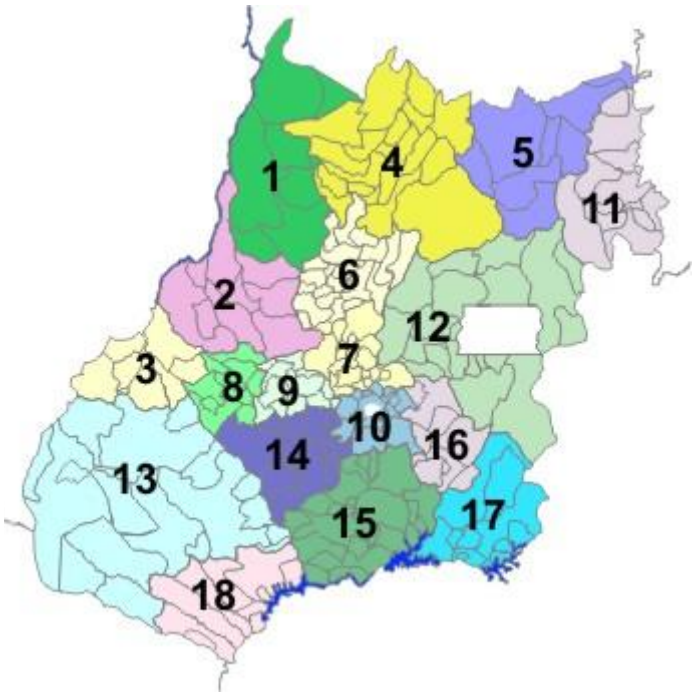

Figura 7. Mapa do Estado de Goiás, em microrregiões.
Fonte: SEPIN/SEPLAN-GO (2010).

O Município de Quirinópolis apresenta uma economia com base na produção agropecuária. No ano de 2009, os produtores do Município colheram 56,7 mil toneladas de soja, 24,7 mil toneladas de milho, 5,2 mil toneladas de sorgo e 750 toneladas de arroz. Neste mesmo ano, o rebanho bovino do Município atingiu 330 mil cabeças, o de aves 90 mil e o de suínos 9,7 mil (SEPIN/SEPLAN-GO, 2010).

O período compreendido entre os anos de 2006 a 2009 ocorreu aumento na área plantada com cana-de-açúcar e consequentemente na quantidade produzida. No ano 2006, a produção era de 600 mil toneladas, em uma área de 5 mil hectares. Em 2007, um aumento de 27,5% na quantidade de cana-de-açúcar colhida, passando para uma produção de 765 mil toneladas, em uma área de 9 mil hectares. Para o ano de 2008, o aumento na quantidade colhida foi de 213,7%, alcançando uma produção de 2.400 mil toneladas, em uma área de 25 mil hectares. O ano de 2009 registra novo aumento de 28% na quantidade colhida, passando para 3.072 mil toneladas, em 38.400 hectares, conforme Tabela 8.

Tabela 8. Quantidade de área plantada com cana-de-açúcar e quantidade colhida no Município de Quirinópolis, no período de 2006 a 2009.

	2006	2007	2008	2009
Cana-de-açúcar - Área Colhida (ha)	5.000	9.000	25.000	38.400
Cana-de-açúcar - Quantidade (t)	600.000	765.000	2.400.000	3.072.000

Fonte: SEPIN/SEPLAN-GO (2010).

O Produto Interno Bruto (PIB) a preços correntes de Quirinópolis, que no ano de 2002 era de 273 milhões reais, apresenta crescimento constantes e sucessivos, alcançando 368 milhões de reais no ano de 2007, o que representa crescimento superior a 34% em um período de seis anos. O PIB per capita também apresenta crescimentos superiores a 31% no mesmo período (Tabela 9).

Tabela 9. Produto Interno Bruto a preços correntes e "per capita" do Município de Quirinópolis, no período de 2002 a 2007.

	2002	2003	2004	2005	2006	2007
PIB a Preços Correntes (mil reais)	273.076	281.754	285.935	287.094	319.003	368.414
PIB per Capita (reais)	7.349	7.532	7.592	7.572	8.358	9.678

Fonte: SEPIN/SEPLAN-GO (2010).

A metodologia de apresentação dos dados de arrecadação do Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) no Município de Quirinópolis até o ano de 2006 não era especificado por setor econômico. Mas, pode-se notar que, do ano de 2004 para 2005, a arrecadação do ICMS apresentou acréscimo de 2,6%, saindo de 7,8 milhões para 8,0 milhões. Do ano de 2005 para 2006, a arrecadação apresentou acréscimo de 79,6%, alcançando 14,5 milhões de reais (Tabela 10).

Tabela 10. Arrecadação de ICMS (mil reais), por setor econômico no Município de Quirinópolis, no período de 2004 a 2009.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Comércio atacadista e distribuidor	...	...	...	571	320	901
Comércio varejista	...	...	...	2.821	4.237	5.284
Indústria	...	...	...	2.240	1.881	1.485
Prestação de serviço	...	...	...	109	121	251
Produção agropecuária	...	...	...	2.911	3.106	5.473
Combustível	...	...	...	4.681	4.881	8.380
Outros	...	...	...	238	382	522
Arrecadação Total do ICMS	7.866	8.074	14.506	13.572	14.929	22.297

Fonte: SEPIN/SEPLAN-GO (2010).

No ano de 2007, a arrecadação do ICMS apresentou redução de 6,5%, alcançando 13,5 milhões de reais. O ano de 2008 apresentou acréscimo de 9,9% na quantidade de imposto arrecadado, atingindo 14,9 milhões. Para o ano de 2009, o acréscimo apresentado foi 49,3%, o mais significativo do período analisado, saindo de 14,9 milhões para 22,2 milhões de ICMS arrecadado.

Proporcionalmente o maior aumento foi apresentado pelo setor de comércio atacadista e distribuidor, mas nominalmente o setor que apresentou maior aumento foi o de combustíveis, com 3,4 milhões de reais de ICMS arrecadado. A arrecadação do ICMS do item combustível é o que apresenta maior significância para o Município, em termos de valor absoluto.

A quantidade de empregos formais no Município também apresentou crescimentos constantes no período de 2002 a 2008, com exceção do ano de 2004. Saindo de 4.074 para 8.775 vagas de empregos formais, conforme a Figura 8.

O ano de 2003 apresentou crescimento de 6,3% no número de empregos formais em relação a 2002. Já em 2004, a redução do número de empregos formais

apresentada foi de 4,9%. Em 2005, o crescimento apresentado foi de 24,3% no número de empregos, enquanto que em 2006 o crescimento foi de 33,1%. Em 2007, o crescimento foi de 30,3%. O ano de 2008 apresentou redução de 1,5% no número de empregos formais.

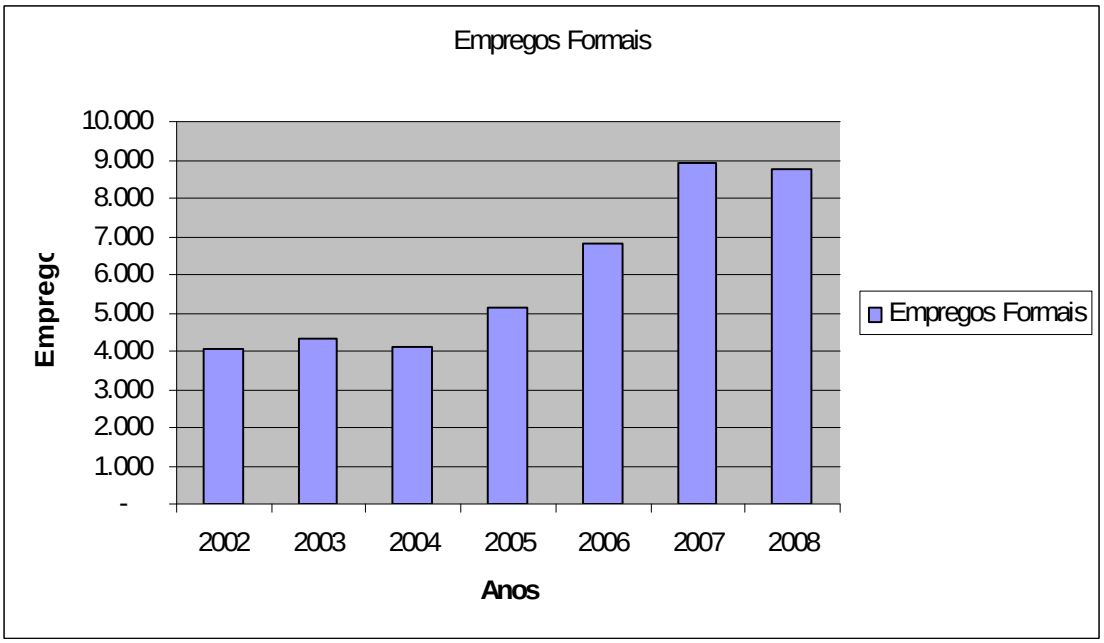

Figura 8. Número de empregos formais no Município de Quirinópolis, no período de 2002 a 2008.
Fonte: SEPIN/SEPLAN-GO (2010).

O número de consumidores de energia elétrica de 2005 a 2009 apresentou crescimento de 13,1%, passando de 13.827 usuários em 2005 para 15.632 no ano de 2009. A quantidade consumida neste período também apresentou crescimento, o consumo que no ano de 2005 foi de 43.739 MWh, passou para 53.905 MWh, representando um aumento de 23,2% no período, conforme a Tabela 11.

Entre tipos de consumidores, o consumidor residencial aumentou de 11.172 em 2005 para 12.435 em 2009. E apresentou maior aumento nominal, passando de um consumo de 17.098 MWh para 21.626 MWh, representando aumento de 26,5% na quantidade consumida no período, mesmo apresentando crescimento de 11,3% no número de consumidores.

Tabela 11. Número de consumidores de energia e quantidade consumida por classe de consumidor no período de 2005 a 2009.

	2005	2006	2007	2008	2009
Consumidores ï produtores	2	3	3	3	2
Consumidores na iluminação pública	1	1	1	1	1
Consumidores no poder púbico	74	81	84	86	87
Consumidores no serviço público	4	5	5	5	5
Consumidores no setor comercial	825	844	892	971	1.199
Consumidores no setor industrial	96	92	90	94	94
Consumidores residenciais	11.172	11.458	11.779	12.123	12.435
Consumidores rurais	1.653	1.685	1.747	1.828	1.809
Total de consumidores (unidade)	13.827	14.169	14.601	15.111	15.632
Consumo do consumidor ï produtor (MWh)	24	24	34	29	31
Consumo na iluminação pública - (MWh)	3.626	3.414	3.001	3.045	3.174
Consumo no poder púbico (MWh)	1.431	1.517	1.772	1.887	1.885
Consumo no serviço público (MWh)	1.795	1.913	1.997	2.341	2.507
Consumo no setor comercial (MWh)	7.813	7.838	8.486	9.628	10.384
Consumo no setor industrial (MWh)	3.044	4.668	6.295	10.048	4.748
Consumo Residencial (MWh)	17.098	17.474	18.687	20.378	21.626
Consumo Rural (MWh)	8.908	8.731	9.121	8.885	9.550
Consumo total (MWh)	43.739	45.579	49.394	56.242	53.905

Fonte: SEPIN/SEPLAN-GO (2010).

O setor comercial apresentou, no período de 2005 a 2009, o maior crescimento proporcional na quantidade de usuários, saindo de 825 para 1.199 usuários, o que representa 45,30%. A quantidade de energia consumida apresentou acréscimo de 32,90%.

O setor rural apresentou aumento de 9,44% na quantidade de usuários no período de 2005 a 2009, mas apresentou aumento no consumo de 7,21%. O maior destaque foi o setor industrial, que mesmo apresentando redução de 2,10% na quantidade de usuários, apresentou acréscimo de 56,00% na quantidade consumida de energia elétrica, saindo de um consumo de 3.044 MWh para 4.748 MWh.

3.2 Estudo de caso

Com intuito de preservar a identificação da Usina pesquisada, a partir deste ponto será chamada apenas de Empresa.

Localizada no Município de Quirinópolis, Estado de Goiás, pertence a um grupo empresarial que atua no mesmo ramo de atividade no Estado de São Paulo, apresentando histórico de produção sucroenergética fora de Goiás.

O grupo escolheu se instalar no Município de Quirinópolis por considerar a Região como fronteira de expansão da cana-de-açúcar, além da proximidade do Município ao porto de São Simão, na hidrovia Paranaíba ï Tietê - Paraná e da malha rodoviária que contribuem para o escoamento da produção. A Empresa conquistou incentivo fiscal proporcionado pelo o Governo do Estado de Goiás para sua instalação no Município citado.

A Empresa iniciou os investimentos no Município no ano de 2005, mas a produção teve inicio em maio de 2008. Trata-se de uma empresa de grande porte no setor sucroenergético.

Para a implantação da unidade o grupo realizou investimento na ordem de um bilhão de reais. Deste total, 20% dos recursos são de origem própria e 80% são recursos financiados através do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social ï BNDES.

A Empresa gera mais de 1.800 empregos diretos, sendo que somente na área industrial seu quadro funcional é constituído de 210 funcionários.

A Empresa atua na produção de dois tipos de álcool, hidratado e industrial, e também na geração de energia elétrica. De acordo com a estratégia do grupo, a unidade não opera na produção de açúcar.

Toda produção de cana-de-açúcar utilizada pela Empresa é originada de lavouras próprias. A localização das lavouras depende do tipo solo, da distância, da acessibilidade e da variedade da cana. A área utilizada para plantio da cana-de-açúcar é constituída em grande parte de terras arrendada.

A Empresa realiza a colheita da cana-de-açúcar de forma mecanizada. O custo da colheita da cana-de-açúcar pode influenciar o custo de produção de toda a unidade produtiva. Quando a cana-de-açúcar é colhida manualmente, seus custos são duas vezes superiores aos apresentados no processo mecanizado.

A Empresa está utilizando 100% da capacidade instalada de moagem que é de 2.250.000 toneladas por ano e já possui planejamento para expansão da capacidade produtiva.

Para a instalação da termelétrica a Empresa investiu um quinto do total do investimento de toda usina, ou seja, 200 milhões de reais.

Esta termelétrica gera 40 MWh de energia elétrica, quantidade suficiente para atender as necessidades internas da usina que alcançam 14 MWh, o excedente da energia elétrica produzida é comercializada.

A Empresa possui um contrato de venda de energia elétrica com a concessionária CELG, o qual estabelece que a Empresa forneça a quantidade de 24 MWh, a um valor pré-estabelecido através de leilão. Com tensão superior a 230 kW, conforme Resolução estabelecida pela ANEEL. A quantidade de energia superior aos 24 MWh contratado, é comercializada com a concessionária a preço do dia. Neste caso, o valor não depende do preço de leilão e nem do valor já contratado.

Considerando a geração de 40 MWh durante vinte e quatro horas por um período de 210 dias, a Empresa gera 201.600 MWh por safra. Utilizando a metodologia de cálculo de conversão proposto pelo CENBIO, a Empresa mantém um taxa de conversão de 89,6 MWh/tonelada de cana.

A Empresa possui apenas uma caldeira em funcionamento, que é alimentada por bagaço de cana-de-açúcar que sai da moenda, sendo conduzido por esteiras, conforme Figura 9.

Figura 9. Caldeira em funcionamento.
Fonte: Arquivo da própria Usina.

O excesso de bagaço vai para um estoque que para ser utilizado em períodos chuvosos, e em períodos que a moenda estiver trabalhando com capacidade inferior a capacidade da caldeira. O estoque também é utilizado para finalizar o processo e iniciar o próximo ciclo produtivo.

A tecnologia utilizada no processo de geração de energia elétrica é o ciclo de contrapressão, sendo que neste ciclo a energia elétrica é gerada antes da demanda de vapor pelo processo produtivo do etanol.

A caldeira instalada é de alta pressão e temperatura, produz vapor a uma pressão de 68 bar, com temperatura de 515° C. Esta caldeira possui capacidade de produzir 250 ton vapor/h, atualmente opera com 88% da capacidade, ou seja, 220 ton vapor/h.

O vapor produzido pela caldeira alimenta um turbo gerador, que absorve o vapor e expande o para pressão de 1,5 bar, com temperatura de 180° C. O vapor expandido é utilizado no processo produtivo do etanol.

No setor sucroenergético existe usinas que utilizam caldeiras de baixa pressão e temperatura, características que limita a produção de excedente de energia elétrica.

Uma segunda caldeira de mesma dimensão e capacidade produtiva da caldeira já instalada está sendo fabricada e será utilizada a partir da safra de 2011. Com a implantação do segundo grupo gerador, a capacidade de geração de energia elétrica dobrará, mas a quantidade de energia comercializada será superior ao dobro da quantidade atualmente comercializa, visto que, a necessidade energética da Empresa não se alterará na mesma proporção.

A Empresa já possui todo equipamento necessário para instalação desta segunda caldeira e do segundo conjunto gerador, conforme Figura 10.

Figura 10. Equipamentos para constituição do segundo grupo gerador.
Fonte: Arquivo da própria Usina.

Toda a Empresa é controlada por painéis eletrônicos, desde a moenda, alimentação de cana na moenda, quantidade de água, controle de caldo, evaporação, recuperação de açúcar que será utilizado no processo.

O processo de geração de energia elétrica utiliza 25 funcionários, ou seja, 11,9% do total de funcionários da unidade industrial.

Caso a Empresa utilizasse a tecnologia de ciclo combinado de caldeira de alta pressão e turbina de condensação, a eficiência energética seria maior. A mesma quantidade de bagaço poderia produzir o dobro da quantidade de energia elétrica.

A diferença entre o ciclo de contrapressão utilizado pela Empresa e o ciclo de condensação é que a caldeira fornece energia para a turbina e o vapor é condensado em uma torre de resfriamento e volta para re-alimentar o sistema.

Quando a usina esta operando, ela não pode trabalhar somente com condensação, o desenvolvimento do processo produtivo de uma usina necessita do ciclo de contrapressão. O ciclo reduz o vapor que tem pressão e temperatura alta em pressão e temperatura mais baixa, mas o vapor poderá ser utilizado no processo para aquecer o caldo sua concentração, processo utilizado nas destilarias para produzir álcool.

A conversão de calor gerado nas caldeiras pode ser ampliada quando empregado as palhas e as pontas da cana-de-açúcar além do bagaço, visto que, a palha e as pontas apresentam unidade menor que o bagaço e maior poder calorífico.

A Empresa ainda não faz uso dessa biomassa para a geração de energia elétrica, por falta de alguns equipamentos que devem ser instalados no processo de limpeza a seco da biomassa.

O processo de limpeza a seco separa a cana-de-açúcar das impurezas sem distinção de mineral e vegetal. Um segundo equipamento realiza a separação entre mineral e vegetal. Desta forma, o que é mineral poderá ser descartado no próprio campo e o que apresentar como vegetal poderá ser utilizada nas caldeiras. Mas para implementação desde processo de limpeza, a Empresa necessita realizar um investimento na ordem de um milhão e quinhentos mil reais.

As usinas antigas tinham foco na produção de açúcar e álcool, a planta era estruturada para produzir energia apenas para o próprio consumo, visando eliminar a compra de energia do sistema. Os equipamentos do processo produtivo destas usinas utilizam instalações que demandavam caldeiras de baixas pressão e temperatura, ou seja, 20 bar de pressão, com vapor na temperatura próxima de 115°C.

O vapor produzido é consumido pela usina. As moendas eram acionadas por vapor da caldeira e não por motores elétricos, o que demandava maior quantidade

de vapor. No processo de cogeração, quanto maiores a pressão e a temperatura, maior será a capacidade de fornecer energia para a turbina, tornando o processo mais eficiente.

As plantas modernas das usinas sucroenergéticas estão todas sendo preparadas para utilização de energia elétrica no processo produtivo, substituindo a alta necessidade de vapor. As novas usinas estão sendo desenvolvidas para produzirem energia elétrica com maior eficiência, com capacidade para atender o próprio consumo e gerar excedentes destinados a comercialização.

3.3 Determinantes da difusão da cogeração no setor sucroenergético

A evolução no setor sucroenergético é constante, mas a implementação de uma nova tecnologia no setor requer tempo. O processo de adoção de uma tecnologia é gradual, devido a heterogeneidade das empresas.

O grau de tecnologia empregada pelas usinas do setor sucroenergético é variável, existem empresas que utilizam tecnologia de ponta, enquanto outras, ainda utilizam praticas como queimada e realizam o processo de colheita manual. Cada empresa avalia a introdução de uma nova tecnologia de cogeração sob uma estratégia diferente.

O processo de difusão de uma tecnologia mais eficiente na cogeração de energia elétrica no setor sucroenergético é determinado por vários fatores, principalmente, pela mensuração de fatores econômicos, como custo e beneficio.

Grande parte das usinas já instaladas em Goiás são empresas antigas e de pequena capacidade. Quando foram instaladas, o objetivo era reduzir o investimento, para que o custo de capital investido fosse menor. Para isso, utilizavam equipamentos elaborados para demandarem alta quantidade de vapor de baixa pressão e pouca quantidade de energia elétrica. Caldeiras de baixa pressão e temperatura reduzem a eficiência da conversão energética das usinas.

A reestruturação da planta produtiva inclui a troca das turbinas e das moendas movidas a vapor por sistemas acionados por motores elétricos. Esta reestruturação é um investimento de alto custo para as usinas já instaladas.

A avaliação das usinas já instaladas é que o investimento se iguala ao investimento de instalação de uma nova usina, visto que, o equipamento antigo ao

ser retirado do processo produtivo, apresenta valor de sucata. Para usinas em processo de instalação, o investimento não representa fator impeditivo.

A informação no setor sucroenergético é muito compartilhada, os usineiros que utilizam uma tecnologia mais eficiente no processo de cogeração, permitem apresentação dos resultados aos usineiros que não fazem uso desta tecnologia. E a indústria produtora de equipamentos possui produção capaz de atender diferentes escalas de usinas.

A energia elétrica co-gerada pelas usinas sucroalcooleiras do Estado de Goiás é comercializada com a concessionária elétrica CELG, atendendo as determinações da ANEEL, estipuladas em contrato de comercialização. A relação comercial estabelecida diminui as incertezas referentes à formação futura de fluxo de caixa, favorecendo a tomada de decisão quanto a realização de investimentos na cogeração de excedentes de energia elétrica.

O valor de comercialização é estipulado em contrato com antecedência, através de leilão, outro fator que favorece a tomada de decisão em realizar o investimento para co-gerar energia elétrica. Mas quando a quantidade de energia destinada a comercialização excede a quantidade estipulada pelo contrato, a concessionária define o valor diariamente.

Por outro lado, as exigências técnicas para regulamentação das usinas de cogeração e para interligação ao sistema, podem desestimular a difusão de uma tecnologia mais eficiente no setor. Várias usinas, que possuem capacidade para gerar energia em quantidade suficiente para comercialização, optam por não assumir maiores riscos, permanecendo com geração energia apenas a quantidade necessária para atender sua própria demanda.

3.4 Resultados da pesquisa

O monopólio existente no setor energético brasileiro proibia que empresas privadas realizassem a geração e comercialização de energia elétrica. Após a reestruturação ocorrida no setor energético, que dividiu as atribuições das atividades entre transmissão e distribuição, os órgãos regulatórios possibilitaram que as empresas privadas explorassem as atividades de geração e comercialização de energia elétrica, mediante licitação e controle da ANEEL.

O uso de combustíveis renováveis na constituição da matriz elétrica brasileira tem se ampliado. O período compreendido entre o ano 2000 e 2007, a participação destes combustíveis cresceu 4,9%, devido principalmente ao desenvolvimento e utilização de técnicas destinadas na produção de energia elétrica. A participação da biomassa de cana-de-açúcar na matriz energética brasileira começa a apresentar crescimento e representatividade.

Após a reestruturação do setor energético, a energia elétrica passou a ser considerada como produto de comercialização viável para as usinas sucroalcooleiras. A atividade de comercialização de energia elétrica de geração própria pode ser considerada como uma inovação de produto, visto que, os seus principais produtos são álcool e açúcar.

A decisão em utilizar uma tecnologia que altera a curva de demanda de seus produtos, devido à produção e comercialização um produto que não pertencia ao seu portifólio, pode trazer vantagens competitivas para a usina.

A difusão de uma tecnologia mais eficiente na geração de energia elétrica possibilita uma maior conversão e consequentemente maior aproveitamento da energia existente na cana-de-açúcar, ampliando assim a eficiência energética das usinas. Com isso, as usinas sucroalcooleira ampliam a quantidade de energia elétrica produzida, alcançando níveis de lucro diferenciado, devido aumento na receita provocado pela inserção de um novo produto.

A análise dos indicadores econômicos de resultados da usina é o principal fator que determina a difusão desta tecnologia no setor sucroenergético. A implantação de outra tecnologia de cogeração em uma usina já instalada e em funcionamento, requer alteração de toda planta industrial. Sendo necessário a substituição de equipamentos que consomem muito vapor de baixa pressão por equipamentos acionados por eletricidade. Requer a substituição de caldeiras de baixa pressão e temperatura por caldeiras de alta pressão, visto que, quanto maior a pressão, maior a quantidade de energia gerada.

Os custos de reestruturação da usina se equiparam ao investimento necessário para implantação de uma nova planta, sem a desativação da unidade existente. Sendo necessário um longo período para o retorno do investimento realizado na reestruturação da usina.

A Empresa iniciou sua implantação em Quirinópolis no ano de 2005 e suas atividades iniciaram em 2008. Este período coincidiu com períodos de ascensão

econômica do Município. Como pode se perceber na oscilação dos indicadores econômicos do Município.

O PIB a preços correntes no ano de 2002 foi de 273 milhões de reais, apresentou aumento de 2,9% para o ano de 2003. Para o ano de 2004, o aumento foi de 1,4%. Do ano 2004 para o ano de 2005, que foi ano de inicio das obras, o aumento apresentado no PIB foi de 0,7%. Mas quando observado os anos posteriores a 2005, percebe-se um aumento relativo mais significante, o ano de 2006 apresentou aumento de 11,1% em relação ao ano de 2005. E no ano de 2007 apresentou acréscimo de 15,3% em relação a 2006.

A produção de cana-de-açúcar, que no ano de 2006 alcançou 600 mil toneladas, passou para 765 mil toneladas em 2007. Em 2008, ano que a Empresa começou a moagem, a quantidade de cana-de-açúcar produzida no município alcançou 2,4 milhões de toneladas, passando para 3,07 milhões de toneladas em 2009.

Do total de cana-de-açúcar produzida em 2008, a Empresa consumiu 1,8 milhões de toneladas e em 2009, utilizou 2,25 milhões de toneladas, ou seja, 73,28% da produção total de cana-de-açúcar de Quirinópolis.

Observa-se também que a arrecadação do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços, ICMS, que em 2004 foi de 7,86 milhões de reais. No ano de 2005 o Município arrecadou 8,07 milhões reais, o que representa um acréscimo de 2,6%. Do ano 2005 para 2006, o acréscimo foi de 79,6%, alcançando 14,5 milhões de reais. Em 2007, a arrecadação apresentou redução de 6,4%, comparado ao ano anterior. Em 2008, a arrecadação volta a apresentar crescimento, saindo de 13,57 milhões de reais para 14,92 milhões de reais, um acréscimo de 9,9%.

O ano de 2009 apresenta maiores reflexos da atuação da Empresa no Município, a arrecadação do ICMS apresentou acréscimo de 49,3%, saindo de 14,92 milhões para 22,29 milhões de reais, sendo que neste ano a arrecadação sobre combustíveis, que é o principal produto produzido pela Empresa, foi o item que apresentou o maior valor absoluto e maior significância na arrecadação de impostos para o Município.

Com relação ao número de empregos formais no Município, do ano de 2002 a 2004, a quantidade apresentou pequena variação, saindo de 4.074 vagas para 4.123 vagas, o que representa variação de 1,2%. A partir do ano de 2005 a 2008, o número de vagas formais apresentou significativo crescimento, saindo de 4.123

vagas para 8.775 vagas, aumento percentual de 112,8%. O quadro funcional da Empresa representa 20,50% do total de vagas formais em Quirinópolis.

As variações dos indicadores econômicos observados possibilitam entender que os efeitos provenientes da atuação da Empresa no Município propiciaram um impulso à economia, desencadeando um processo dinâmico que induz o crescimento econômico na Região.

A Empresa está localizada próxima da fonte de matéria-prima e afastada do mercado consumidor de açúcar, fator que possibilita a inter-relação com empresas de outros setores econômicos. As atividades desempenhadas pela Empresa criaram condições para a realização de novos investimentos produtivos, tanto no meio urbano quanto no meio rural de Quirinópolis, utilizando principalmente, os fatores produtivos locais.

Através de algumas de suas características como exercer atração sobre outras empresas menores na Região, gerar oportunidades de aumento nos lucros das outras empresas, crescimento de destaque na economia e realizar atividades que podem ser consideradas como inovadora entre as empresas do setor, pode-se considerar que a Empresa estudada é uma indústria motriz.

O conceito de pólo de crescimento auxilia na explicação de como os agentes econômicos se organizam no espaço geográfico. A Empresa possui capacidade de relacionar com a economia regional através da realização de investimentos, de compras de insumos, arrendamentos de propriedades e absorção de mão-de-obra. O agrupamento empresarial internaliza os ganhos das atividades podendo atuar de forma positiva na economia.

A utilização de tecnologia que proporciona comercialização de excedente de energia elétrica representa a ampliação das taxas de lucro da Empresa, visto que, se trata de um produto extra aos ofertados pelas usinas do setor. A difusão desta tecnologia pode apresentar importância no aumento da riqueza das regiões.

Utilizando a metodologia de cálculo do CENBIO, que estabeleceu três cenários de conversão energética, considerando as tecnologias disponíveis comercialmente, a tecnologia utilizada pela Empresa alcançou eficiência energética de 89,6 kWh/ton de cana-de-açúcar. Valor superior ao segundo cenário estabelecido de 60 kWh/ ton de cana-de-açúcar e inferior ao terceiro cenário de 120 kWh/ton de cana-de-açúcar.

No período de 2004 a 2006, anos que se têm dados sobre a quantidade efetiva de energia elétrica gerada pelo setor sucroenergético de Goiás, a eficiência energética do setor alcançou, respectivamente, 19,28 kWh/ton de cana-de-açúcar, 18,96 kWh/ton de cana-de-açúcar e 15,04 kWh/ton de cana-de-açúcar.

Os dados apontam que a tecnologia utilizada pela Empresa no processo de cogeração possui eficiência superior à tecnologia utilizada pelas usinas do Estado.

Relacionando a quantidade de cana-de-açúcar colhida em Goiás em 2004 com a eficiência de conversão energética encontrada na Empresa, a quantidade produzida pelo setor representaria 25,88% da quantidade total de energia elétrica ofertada e não 5,05%, que de fato representou. Realizando a mesma relação para o ano de 2005, a quantidade produzida representaria 26,19%, contra 5,02% de representatividade real, quantidade de energia elétrica suficiente para eliminar a dependência externa do Estado de Goiás por energia.

Os efeitos regressivos provocados no município pela implantação da Empresa não foram foco do trabalho. Mesmo porque, esta análise requer também avaliação de indicadores de outros municípios que não foram pesquisados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo que a evolução tecnológica seja constante, sua difusão e implantação é um processo gradual que pode ser influenciado por algumas variáveis além da heterogeneidade das organizações de um mesmo setor econômico.

A cogeração destinada à comercialização é percebida de maneira diferente entre as organizações e apresenta valor conforme a estratégia estabelecida pela usina.

O nível de eficiência na conversão energética das usinas do Estado de Goiás é baixo, porque a tecnologia utilizada na maioria das usinas é antiga. Quando estas usinas foram instaladas a comercialização de energia elétrica por empresas privadas não era permitido pelos órgãos reguladores do setor elétrico.

No mercado atualmente existem tecnologias destinadas ao processo de cogeração de energia elétrica que possibilitam alcançar eficiência energética maior que a alcançada pelo setor sucroenergético.

Este estudo possibilitou alcançar o objetivo proposto de encontrar os determinantes da difusão tecnológica na cogeração de energia elétrica no setor sucroenergético. Constatou-se que a difusão desta tecnologia mais eficiente no setor é determinada, principalmente, por fatores de ordem econômica. Isto possibilita aceitação da hipótese proposta, que sugeriu que os determinantes da difusão são influenciados pelo benefício e custo da tecnologia, tempo de retorno do investimento, custo de oportunidade, questões mercadológicas e regulatórias.

Grande parte das usinas instaladas no Estado de Goiás é antiga e os usineiros possuem informações sobre a existência de tecnologia mais eficiente, mas não decidem por realizar a implantação devido ao alto custo de instalação.

A reestruturação de uma usina já instalada, para torná-la mais eficiente na geração de energia elétrica excedente, exige uma reformulação completa do seu ñlayoutò e uma mudança na alocação de tarefas organizacionais, o que significava que a adoção desta nova tecnologia torna-se um processo bastante dispendioso e tende a ocorrer lentamente.

As usinas de Goiás que geram energia elétrica em quantidade excedente às suas necessidades realizam a comercialização com as Centrais Elétricas de Goiás - CELG, em quantidade e valores estabelecidos em contrato. Esta forma de comercialização reduz as incertezas quanto à formação futura de caixa, realidade

que começou a existir após os Decretos-Lei n° 10.847 e 10.848, que reestruturaram o setor energético brasileiro e instituiu a câmara de comercialização de energia elétrica.

A alteração na tecnologia utilizada no processo de cogeração de energia elétrica pode promover aumento na quantidade de energia elétrica gerada suficiente para atender a demanda interna da usina e o excedente pode eliminar a demanda do Estado de Goiás por energia externa.

A tecnologia instalada e verificada no estudo de caso possui eficiência na conversão energética superior à média da eficiência das usinas do Estado de Goiás. A difusão desta tecnologia pode influenciar e estimular o crescimento econômico também em outras regiões.

O estudo de caso possibilitou, ainda, ampliar a percepção sobre os efeitos da difusão de tecnologia e da polarização sobre o crescimento econômico regional. A implantação da Empresa estudada no Município goiano agregou fatores que possibilitam a ampliação de suas taxas de lucro.

O crescimento da Empresa influencia o crescimento de outras organizações na região, produzindo efeitos propulsores da economia do Município, conforme verificado através de alguns indicadores econômicos.

Percebeu-se que o assunto sobre difusão de tecnologia no setor sucroenergético e seus efeitos na economia é amplo e não está esgotado. Mesmo porque não se teve a pretensão de esgotar o tema. Sugere-se que sejam realizadas novas pesquisas sobre os efeitos da difusão de tecnologia na economia, com outras ênfases, em Dissertações ou mesmo em futuras Teses.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1) ANDRADE, Manuel Correa. **Espaço, polarização e desenvolvimento: uma introdução à economia regional.** São Paulo: Atlas, 1987.

2) ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil.** Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica. 2 ed, 2005.

3) Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES. **Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para desenvolvimento sustentável.** Rio de Janeiro: BNDES, 2008.

4) CALABI, Andréa Sandro; FONSECA, Eduardo Giannetti da; SAES, Flávio Azevedo Marques de; KINDI, Estair; LIMA, José Luiz; LEME, Maria Inês Perrone; REICHSTUL, Henri-Philippe. **A energia e a economia brasileira.** São Paulo: FIPE/PIONEIRA. 1983.

5) Centro Nacional de Referência em Biomassa - CENBIO. **Panorama do potencial de biomassa do Brasil: metodologia de cálculo para conversão energética.** São Paulo: CENBIO. 2008. Disponível em <http://cenbio.iee.usp.br/download/ metodologiabiomassa.pdf> acesso em 25 setembro de 2008.

6) COELHO, Suani Teixeira. **Mecanismos para implementação da co-geração de eletricidade a partir de biomassa. Um modelo para o Estado de São Paulo**. Tese (doutorado). São Paulo: USP, 1999.

7) CORRÊA NETO, Vicente; RAMON Dan. **Análises de opções tecnológicas para projetos de co-geração no setor sucroalcooleiro.** Brasília: SETAP Sustainble Energy Techonology Assistance Program, 2002. Disponível em <www.nuca.ie.ufrj.br> , acesso em 25 setembro 2008.

8) CRIBB, André Yves. **Determinantes da transferência de tecnologia na agroindústria brasileira de alimentos: identificação e caracterização.** Journal of Technology Management & Innovation. v. 4, 2009.

9) CUNHA, Marcelo Pereira. **Inserção do setor sucroalcooleiro na matriz energética do Brasil: uma análise de insumo-produto.** Campinas: Unicamp. (dissertação), 2005.

10) FREEMAN, Christopher. **The economics of innovation.** London: IEE Proceedings, v. 132, n. 4, JULY 1985.

11) GEROSKI, Paul. A. **Models of technology diffusion.** London: Research Policy. n 29, p.603ï 625, 2000.

12) GUARDABASSI, Patrícia Maria. **Sustentabilidade da biomassa como fonte de energia, perspectiva para paises em desenvolvimento.** Dissertação (mestrado). São Paulo: USP, 2006.

13) HALL, Bronwyn H. **Innovation and diffusion**. Massachusetts Avenue: National Bureau Of Economic Research. n. 3, 2004.

14) HALL, Bronwyn H.; KHAN, Beethika. **Adoption of new technology**. Cambrige: National Bureau of Economic Research. n. 9730. may, 2003.

15) LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projetos e relatórios, publicações e trabalhos científicos.** São Paulo: Atlas, 3 ed. 1990.

16) LASTRES, Helena M. M.; CASSIOLATO, José E.; ARROIO, Ana. **Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento.** Rio de Janeiro: Revista Brasileira de Inovação. v.5, n.1. junho 2006.

17) LEITE, Tasso de Sousa. Encontro produtivo e ancoragem territorial: coordenação e relações firma-território em arranjos produtivos agroindustriais. Tese (doutorado), UFRJ, 2004.

18) LIMA, Carmen Lúcia Castro; COSTA, Luiz Fernando Guerreiro. **Considerações sobre o setor sucroalcooleiro no Brasil e na Bahia.** Revista Desenbahia, n.6. mar 2007.

19) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. **Plano nacional de agroenergia.** Brasília: MAPA, 2005.

20) Ministério de Minas e Energia - MME. Balanço energético nacional, ano base 2007. Brasília: MME, 2008.

21) MIRANDA, Vitor; GOMES, Ricardo Avelino. **Potencial de acréscimo de energia elétrica a partir da co-geração no setor sucroalcooleiro no Estado de Goiás.** Goiânia: Conjuntura Econômica Goiana, n. 10. 2009.

22) NASCIMENTO, Fabio Nunes do. **Potencial de geração de excedentes de energia elétrica no setor sucroalcooleiro em Goiás**. Monografia (especialização). Goiânia: UFG, 2009.

23) Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE. **Manual de Oslo: Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação.** Traduzido por FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos. 1997.

24) OLIVEIRA, Gilson Batista de. **Algumas considerações sobre inovação tecnológica, crescimento econômico e sistemas nacionais de inovação**. Curitiba, Revista FAE. v. 4, p. 5-12, set-dez 2001.

25) OLIVEIRA, Silvio Luiz de. **Tratado de metodologia científica: projetos de pesquisa, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses.** São Paulo: Pioneira, 1997.

26) PERROUX, François. **A economia do século XX.** Lisboa: Herder, 1967.

27) PINTO JÚNIOR, Helder Queiroz. ALMEIDA, Edmar Fagundes de. **Economia da energia: fundamentos econômicos, evolução histórica e organização industrial**. Rio de Janeiro: Campus, 1. ed. 2007.

28) ROGERS, Everett M. **Diffusion of preventive innovations**. Albuquerque: Addictive Behaviors. n.27, p. 989ï 993, 2002.

29) REIS, Lineu bélico dos; FADIGAS, Eliane A. Amaral; CARVALHO, Cláudio Elias. **Energia, recursos naturais e a pratica do desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Manole, 2005.

30) SCHUMPETER, Joseph Alois. **Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juros e o ciclo econômico.** Tradução: Maria Sílvia Possas. São Paulo: Nova Cultural, 1997.

31) _____. **Capitalismo, socialismo e democracia**. Rio de Janeiro: Zahar, 1961.

32) Secretaria de Infra-estrutura do Estado de Goiás - SEINFRA. **Balanço energético do Estado de Goiás: BEGO2006, série 1991 ï 2005**. Goiânia: Secretaria de Infra-estrutura do Estado de Goiás, SEINFRA, 2007.

33) Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação / Secretaria de Planejamento do Estado de Goiás - SEPIN/SEPLAN-GO. Disponível em <www.sepin.go.gov.br>, acesso em 26 abril 2010.

34) SILVA, Selma Maria da. **Competitividade e coordenação no sistema agroindustrial de cana-de-açúcar no Estado de Goiás.** Dissertação (mestrado). Goiás: UFG, 2008.

35) SILVA JUNIOR, Gilson Soares da. **Análise da influência de um compensador estático de reativos na operação de sistema elétrico industrial com co-geração**. Dissertação (Mestrado). São Luis do Maranhão: UFMa, 2008.

36) SOUZA, Nali de Jesus de. **Teoria dos pólos, regiões inteligentes e sistemas regionais de inovação**. Porto Alegre: Análise, v. 16, n. 1, p. 87-112. janeiro ï julho 2005.

37) _____. **Desenvolvimento econômico**. São Paulo: Atlas, 2 ed. 1995.

38) _____. **Desenvolvimento polarizado e desequilíbrios regionais no Brasil.** Análise econômica. Ano 11, p.29-59. março 1993.

39) VANDERLEI, Luiz Onélio de Oliveira. **A co-geração como difusão de um processo de inovação tecnológica e estratégia empresarial no setor sucroalcooleiro: o caso da Destilaria Giasa.** Dissertação (mestrado). Recife: UFPe, 2003.

40) WILTGEN, Roberto da Silva. **Notas sobre polarização e desigualdades regionais.** Porto Alegre: Ensaios FEE. v 12. n. 2. p 532-539, 1991.

APÊNDICE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIO
ESCOLA DE AGRONOMIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS
SETOR DE DESENVOLVIMENTO RURAL

ROTEIRO DE ENTREVISTA USINA SUCROENERGÉTICA

Data:
Empresa:
Município:

1. ESTRUTURA DA USINA E DA PROPRIEDADE

1.1 Tempo de atuação da empresa no mercado:

1.2 Tamanho da área plantada:

1.3 Produtividade das lavouras:

1.4 Número de funcionários que a Usina possui:

1.5 Atividades desenvolvidas pela empresa:

1.6 Porque a empresa escolheu se instalar no Município de Quirinópolis e qual o critério utilizado para a instalação?

2. SISTEMA DE PRODUÇÃO

2.3 A usina utiliza cana originada de produção própria ou de terceiros?

2.4 Qual a projeção para expansão da área plantada?

2.5 Qual o critério de definição de localização das plantações?

2.6 A colheita é manual ou mecanizada?

3 PROCESSO PRODUTIVO

3.1 Qual o volume total de investimento realizado para implantação da unidade?

3.2 Os recursos utilizados foram próprios ou de terceiros?

3.3 Caso utilizou recursos de terceiros, qual a proporção?

3.4 Qual a capacidade instalada de moagem?

3.5 Qual o nível de utilização desta capacidade?

3.6 Qual o volume de investimento destinado apenas para geração de energia elétrica?

3.7 Para o setor é interessante a busca por crédito de terceiros para implantação de processo de co-geração?

3.8 Qual o intuito da empresa com a geração de energia elétrica?

( ) Auto-consumo
( ) Venda exclusiva
( ) Auto-consumo associado a venda de excedentes

3.9 A produção de energia elétrica ocorre apenas no período da safra ou existem meios para utilizar o bagaço em período de entressafra?

3.10 Quantos empregados estão envolvidos no processo de geração de energia elétrica?

3.11 Qual a tecnologia utilizada neste processo de geração de energia elétrica?

3.12 Qual a origem da tecnologia utilizada no processo de co-geração de energia elétrica?

3.13 Qual a quantidade de energia gerada por tonelada de cana?

3.14 Existe no mercado algum outro tipo de tecnologia mais eficiente para geração de eletricidade?

3.15 Em caso afirmativo, qual o custo desta tecnologia em relação a usual?

3.16 Por que não se utiliza esta tecnologia mais eficiente?

3.17 Quais as dificuldades enfrentadas pela empresa, para implantação de um sistema gerador de energia elétrica?

3.18 Existe viabilidade na co-geração da energia elétrica? Quais?

3.19 Quais as perspectivas da empresa em relação a geração de energia elétrica?