

1

Introdução

Com a assinatura da Lei Federal número 11.097 de 13 de Janeiro de 2005 (Congresso Nacional, 2005), abre-se um mercado potencial de produção de Biodiesel de aproximadamente 800 mil toneladas anuais. Contudo, para se atenderem às normas nacionais e internacionais de produção e uso do Biodiesel, numerosos trabalhos têm sido publicados a respeito dos diferentes tipos de Biodiesel, provenientes de diferentes matérias primas, diferentes rotas tecnológicas de produção, e também sobre impactos sociais, ambientais estratégicos entre outros. Geralmente, cada trabalho publicado concentra-se em um dos aspectos acima, havendo, ainda, uma lacuna de trabalhos que ponderem, de maneira abrangente, sobre todos os aspectos, positivos e negativos, da implementação do programa de Biodiesel no Brasil.

1.1.

Objetivo

O presente trabalho busca contribuir para esta lacuna, reunindo os principais aspectos técnicos, econômicos, sociais e ambientais a respeito da produção e utilização do Biodiesel no Brasil.

Adicionalmente é apresentado um modelo termodinâmico para se avaliar o comportamento de um motor ciclo diesel de grande porte (Diesel lento) operando com Biodiesel, proveniente de matéria prima tipicamente brasileira. Apesar de já existirem na Europa usinas termelétricas operando com Biodiesel, não foram encontrados, na literatura brasileira, trabalhos de simulação para centrais térmicas deste tipo.

1.2.

Organização do Trabalho

Esta dissertação está dividida em quatro capítulos.

O primeiro capítulo tem como objetivo descrever a situação do setor energético brasileiro, as alternativas de expansão e como o Biodiesel se situa na matriz energética brasileira.

O segundo capítulo aborda os aspectos técnicos, econômicos, sociais e ambientais, incluindo oportunidades do protocolo de Kyoto, sobre a produção e utilização de Biodiesel no Brasil. Neste capítulo é feito um paralelo com as experiências sobre este biocombustível na Europa e Estados Unidos da América.

No capítulo seguinte, o terceiro, é apresentado um modelo de simulação termodinâmica de um motor ciclo diesel utilizando o Biodiesel como combustível. Apesar do programa de utilização de Biodiesel brasileiro não ser destinado à utilização do Biodiesel puro e sim misturado ao diesel mineral, esta alternativa não deve ser descartada. Pode tornar-se atraente, principalmente, para comunidades isoladas, onde o custo do transporte de diesel mineral é elevado.

O capítulo de número quatro trata das conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

1.3.

Situação Atual do Setor Elétrico Brasileiro

O setor elétrico brasileiro tem sofrido grandes mudanças estruturais nos últimos anos com o objetivo de introduzir a livre competição nos segmentos de geração e comercialização (Lora e Nascimento, 2004). A partir de 1991, várias alterações na legislação foram introduzidas visando atrair a participação do capital privado, abrindo espaço para a geração descentralizada de energia. A reformulação também possibilitou a inserção de novos agentes na prestação dos serviços de energia elétrica, entre eles a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL e o Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS.

Lora e Nascimento (2004) citam que a reestruturação do setor foi conduzida pelo Ministério das Minas e Energia – MME e teve como principais objetivos reduzir o papel do Estado nas funções tipicamente empresariais e desverticalizar o setor, o que pode ser verificado pela venda de concessionárias de energia elétrica, como a Light, CERJ, CESP e Excelsa.

Os anos 90 reuniram todos os fatores que poderiam contribuir para o agravamento de uma crise no Setor Elétrico: o esgotamento da capacidade de geração de energia elétrica das hidrelétricas existentes, o aquecimento da economia provocado pelo Plano Real, a necessidade de novos investimentos e a escassez de recursos do Governo para atender a esta necessidade diante de outras prioridades (Lora e Nascimento, 2004).

Fazia-se necessário encontrar alternativas que viabilizassem uma reforma e expansão do setor, com capitais privados e a entrada de novos agentes, onde o governo assumisse o papel de agente orientador e fiscalizador dos serviços de energia elétrica.

Lora e Nascimento (2004) citam que, através do Projeto RE-SEB (Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro) de 1996, iniciou-se a fase de concepção do novo modelo, sob a coordenação da Secretaria Nacional de Energia do Ministério de Minas e Energia, chegando-se à conclusão de que era preciso criar uma Agência Reguladora (Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL), um operador para o sistema (Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS) e um ambiente (Mercado Atacadista de Energia Elétrica - MAE), através de uma operadora (Administradora de Serviços do Mercado Atacadista de Energia Elétrica - ASMAE), onde fossem transacionadas as compras e vendas de energia elétrica. O Projeto RE-SEB foi concluído em agosto de 1998 (Lora e Nascimento, 2004).

No segmento de produção de energia elétrica, o modelo implementado abrange três modalidades de exploração: serviço público, produção independente e autoprodução. A produção independente, em decorrência da criação do Produtor Independente de Energia – PIE no novo modelo, possibilita a entrada de novos investidores com autonomia para realização de contratos bilaterais de compra e venda, de forma competitiva e com flexibilidade para consolidação de suas estratégias neste segmento (Lora e Nascimento, 2004).

No segmento de transporte de energia elétrica, onde o setor de distribuição também está sendo privatizado, a participação do capital privado já é majoritária. No setor de transmissão, o processo de licitação das linhas de transmissão está em andamento (Lora e Nascimento, 2004).

A mudança de papel do Estado no mercado de energia, deixando de ser executor para se tornar basicamente regulador, exigiu a criação de um órgão altamente capacitado para normatizar e fiscalizar as atividades do setor elétrico. Neste contexto de participação de capital privado no setor fez-se necessária à criação da ANEEL, pela Lei nº 9.427 de 1996 (ANEEL, 2005), com finalidade de regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica. Adicionalmente, em 1997, regulamentou-se o acesso às redes de transmissão o que garantiu que o PIE pudesse vender excedentes de eletricidade a terceiros independentemente das concessionárias locais.

As principais diferenças entre modelos, antigo e novo, de acordo com a Câmara de Comércio de Energia Elétrica (CCEE, 2005), são descritas na tabela abaixo:

Tabela 01 – Principais diferenças dos modelos do setor elétrico brasileiro, antes e após a reestruturação do setor.

Fonte: Câmara de Comércio de Energia Elétrica, 2005

Modelo Antigo	Modelo Novo
Financiamento através de recursos públicos	Financiamento através de recursos públicos (BNDES) e privados
Empresas estatais verticalizadas	Concessionárias divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição e comercialização.
Maioria de empresas estatais	Abertura para empresas privadas
Monopólios com competição inexistente	Competição na geração e comercialização
Consumidores cativos	Consumidores Livres e Cativos
Tarifas reguladas	Preços livremente negociados na Geração e Comercialização.

1.4.

Cenário Brasileiro

De acordo com dados do Ministério das Minas e Energia (MME, 2005), o Balanço Energético Nacional de 2004 indica que a geração pública energia elétrica e de autoprodutores do Brasil atingiu 364,9 TWh em 2003, resultado 5,6% superior ao de 2002.

As importações de 37,1 TWh, somadas à geração interna, permitiram uma oferta total de energia de 402,1 TWh, montante 5,2% superior ao de 2002 (MME, 2005).

A geração nuclear, que em 2001 havia tido um grande incremento em decorrência da plena geração de Angra II, passando de 6,1 TWh para 14,3 TWh, teve ligeiro declínio em 2002, passando a 13,8 TWh (-3,1%). Em 2003 seguiu decrescendo, com geração de 13,4 TWh (-3,5%).

Já o gás natural, segundo o MME (2005), continuou a trajetória de crescimento na geração de eletricidade. Na geração pública manteve o patamar

de 9,1 TWh e na geração de autoprodutores passou de 3,3 TWh para 4,04 TWh. O gás natural já participa em 3,6% da geração total do País.

O incremento de 4,7% na geração total de autoprodutores se concentrou, principalmente, nos setores de papel e celulose e sucroalcooleiro .

A estrutura da oferta de energia elétrica de 2003 pode ser observada no gráfico da figura 02:

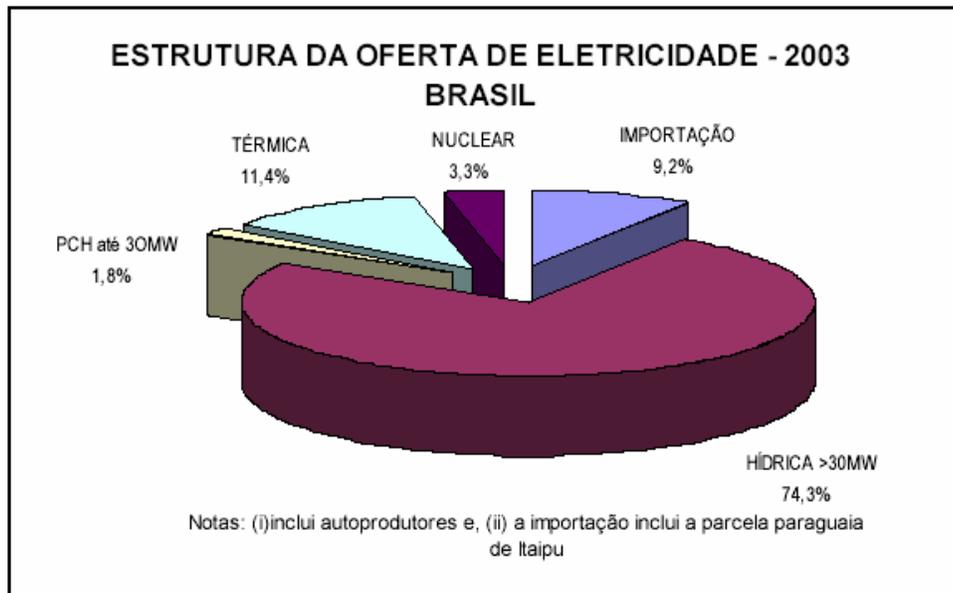


Figura 02: Estrutura da Oferta de Eletricidade no Brasil.
Fonte: Balanço Energético Nacional (MME, 2004)

Segundo o MME (2005), a capacidade instalada de geração do Brasil atingiu, em 2003, com um acréscimo de 4 GW, o montante de 86,5 GW, incluindo serviço público e autoprodutores. As principais usinas que entraram em operação foram: UHE Tucuruí, PA – unidades 13, 14 e 15 (1125 MW), UHE Itapebi, BA – unidades 1, 2 e 3 (450 MW), UTE Fortaleza, CE – unidade 1 (324 MW), UTE Camaçari, BA - unidades 1, 2 e 3 (210 MW), UTE Termonorte II, RO – unidade 3 (194 MW), UTE Termobahia, BA - unidade 1 (179 MW) e UTE Canoas, RS – unidade 1 (160 MW).

1.5.

Análise das Alternativas Atuais e Oportunidades para Expansão do Setor de Geração de Energia Elétrica no Brasil

O sistema elétrico brasileiro é caracterizado por grandes extensões de linhas de transmissão e, como citado, por um parque gerador predominantemente hidrelétrico.

Na década de 90 o Brasil experimentou uma retomada do crescimento econômico, impulsionado pelo controle da inflação por consequência do Plano Real. Este crescimento econômico levou à necessidade de expansão da capacidade de geração de energia elétrica. Contudo, as condições hidrológicas desfavoráveis no ano de 2001, aliadas a sucessivos anos em que o crescimento da demanda não era acompanhado pela oferta (Lora e Nascimento, 2004), resultaram em situação de racionamento energético. Como resultado imediato voltou-se a ter demanda equivalente à de 1995, com recuperação após o término do racionamento. De qualquer forma, os investimentos privados no setor e o crescimento histórico indicam que o consumo de energia elétrica deve expandir-se, nos próximos anos, a uma taxa média anual de 3,5%, sendo 7% na classe residencial, 6% na comercial e 2,5% na industrial (Lora e Nascimento, 2004).

Ainda segundo Lora e Nascimento (2004), investimentos realizados nos últimos anos, da ordem de US\$ 4,5 a 5,0 bilhões ao ano, dos quais cerca de 50% destinados à geração, não têm sido suficientes para garantir acréscimo anuais em torno de 3.500 MW à capacidade instalada de geração, potência necessária para atender ao crescimento verificado na demanda.

Neste cenário, pode-se verificar que as principais oportunidades de negócio do setor são:

- a. Novos empreendimentos de geração de energia elétrica;
- b. Novas linhas de transmissão;^[1]
- c. Privatização de sistemas de distribuição e de geração;
- d. Instalação de sistemas descentralizados, para atender áreas isoladas, utilizando fontes de energia renovável.

[1] O sistema de transmissão, com mais de 170.000km de extensão, é desenvolvido por empresas, na sua maioria, de controle dos governos federal e estaduais, não estando previsto, a curto prazo, a privatização destes ativos. O ingresso de capital privado é exercido através da concessão de novos empreendimentos

1.5.1.

Geração Hidrelétrica

O Brasil tem a maior parte da sua energia elétrica gerada por este tipo de aproveitamento, aproximadamente 74,3% de acordo com o Balanço Energético Nacional de 2004. Segundo o planejamento da Eletrobrás – Plano 2015 (Eletrobrás, 2005) – é recomendada a utilização de todas as fontes de energia para geração de energia elétrica, mas é considerado prioritário o desenvolvimento do programa hidrelétrico complementado por um programa termelétrico nuclear, a carvão e a gás natural (Coelho, 1999).

Atualmente, esforços têm sido dirigidos a incentivar a construção de usinas de menor porte, como as Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH's ^[2], além da recapacitação de grandes centrais existentes.

Novos projetos de centrais de grande porte estão condicionados a fatores como a atratividade econômica e, cada vez mais, a fatores sócio-ambientais; o que não quer dizer que a execução de grandes usinas venha a ser abandonada, uma vez que ainda existem aproveitamentos atrativos, como na região amazônica, e ainda porque até mesmo as previsões mais pessimistas de crescimento de carga indicam a impossibilidade de seu atendimento apenas com pequenas centrais ou outras formas de geração (Coelho, 1999).

1.5.2.

Geração Termelétrica – a partir de fontes renováveis e não renováveis

1.5.2.1.

Geração Termelétrica a partir de fontes não renováveis

A geração termelétrica a partir de fontes não renováveis é ilustrada pelas centrais nucleares, centrais a vapor e centrais a diesel.

As centrais nucleares que se encontram em operação, no momento, são as usinas de Angra I e II. Enquanto isto, a usina de Angra III, que conta com muitos equipamentos já adquiridos e que por este motivo já consumiu e continua consumindo substanciais investimentos, encontra-se no foco de discussões sobre a conveniência ou não de se continuar com o projeto (Lora e Nascimento, 2004). Aliados ao fator econômico, devem ser levados em conta os aspectos sócio-ambientais, em razão da segurança da operação da planta e do destino

[2] Por intermédio do PROINFA, programa coordenado pelo MME, foi estabelecida a contratação de 3.300 MW de energia no Sistema Interligado Nacional (SIN), produzidos por fontes eólica, biomassa e PCHs, sendo 1.100 MW de cada fonte)

dos resíduos, além, é claro, do posicionamento estratégico do Brasil no cenário dos detentores da tecnologia nuclear.

As centrais a vapor têm usado principalmente óleo combustível e carvão (principalmente no Sul do país), enquanto que as centrais diesel têm sido aplicadas principalmente nos sistemas isolados (principalmente no Norte do país).

As centrais a carvão mineral são as com maiores perspectivas de investimento no Brasil, em face da disponibilidade deste combustível no mercado e da existência de políticas energéticas de incentivo, como a Conta de Desenvolvimento Energético – CDE^[3].

As centrais a gás natural permitem a geração de energia elétrica com impactos ambientais menores que outras formas tradicionais, o que o posiciona como um forte candidato a servir como ponte na transição para uma situação energética mais baseada em recursos renováveis, embora a disponibilidade deste combustível esteja ameaçada.

1.5.2.2.

Geração Termelétrica a partir de fontes renováveis

Sua maior aplicação está na cogeração industrial, a partir de resíduos de processo ou uso de biomassa. O bagaço da cana-de-açúcar, por exemplo, é usado no setor sucro-alcooleiro em sistema de cogeração, produzindo vapor e eletricidade para consumo próprio e vendendo o excedente.

Projetos associados à geração de energia elétrica a partir da utilização de resíduos urbanos (lixo) começam a ser considerados no Brasil.

A criação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA, o qual inclui a geração termelétrica a partir de biomassa e se constitui essencialmente da utilização dos recursos da CDE, no sentido de tornar competitivas e ainda da compra compulsória por todos os consumidores finais de energia proveniente, tendo a ELETROBRÁS como comercializadora (Lora e Nascimento, 2004).

[3] O A Lei número 10.438, de 26 de abril de 2002, instituiu a CDE visando, entre outras coisas, a competitividade da geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis, do gás natural e do carvão mineral nacional

1.5.3.

Outras tecnologias de geração

As mais relevantes no momento, devido à maior disponibilidade de aplicação em curto prazo, são as energias eólica e solar. Tais tecnologias têm sido mais difundidas no Brasil em comunidades isoladas e de difícil acesso.

A geração de energia elétrica a partir da energia eólica nem sempre é possível, devido à disponibilidade do vento. Esta tecnologia tem sofrido um grande crescimento em termos mundiais, principalmente em países como os Estados Unidos, Holanda e Alemanha (Lora e Nascimento, 2004). No Brasil, embora com participação ainda tímida, o crescimento é promissor, impulsionado pelo PROINFA que na sua primeira fase possui meta de novos 1.100 MW de geração a partir da fonte eólica (Lora e Nascimento, 2004).

A geração de energia elétrica a partir da energia solar apresenta altos custos de implementação. Estudos sobre o tema acreditam que, em relação à geração fotovoltaica, os custos poderão sofrer uma significativa redução (Lora e Nascimento, 2004), devido ao fator de escala, quando este tipo de geração se tornar mais disseminado. Atualmente sua aplicação se dá tipicamente em países desenvolvidos para a alimentação de pequenos sistemas isolados ou equipamentos solitários.