



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

NILMAER SOUZA DA SILVA

**ANÁLISE DAS EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO E
IMPACTO ECONÔMICO DA SUBSTITUIÇÃO DO DIESEL
POR BIODIESEL NA GERAÇÃO TERMELÉTRICA.**

NILMAER SOUZA DA SILVA

**ANÁLISE DAS EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO E
IMPACTO ECONÔMICO DA SUBSTITUIÇÃO DO DIESEL
POR BIODIESEL NA GERAÇÃO TERMELÉTRICA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Bioenergia da Universidade
Estadual de Londrina, como requisito à obtenção
do título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Carmen Luísa Barbosa
Guedes

Co-Orientadora: Profa. Dra. Irene Domenes
Zapparoli

Londrina
2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Silva, Nilmaer Souza da.

Análise das emissões de dióxido de carbono e impacto econômico da substituição do diesel por biodiesel na geração termelétrica / Nilmaer Souza da Silva. - Londrina, 2014. 88 f. : il.

Orientador: Carmen Luísa Barbosa Guedes.

Coorientador: Irene Domenes Zapparoli.

Dissertação (Mestrado em Bioenergia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Bioenergia, 2014.

Inclui bibliografia.

1. Energia elétrica - Tese. 2. Bioenergia - Tese. 3. Biocombustível - Tese. 4. Lábrea - Tese. I. Guedes, Carmen Luísa Barbosa. II. Zapparoli, Irene Domenes. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Bioenergia. IV. Título.

NILMAER SOUZA DA SILVA

**ANÁLISE DAS EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO E IMPACTO
ECONÔMICO DA SUBSTITUIÇÃO DO DIESEL POR BIODIESEL NA
GERAÇÃO TERMELÉTRICA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Bioenergia da Universidade
Estadual de Londrina, como requisito à
obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Profa. Dra. Carmen Luísa Barbosa
Guedes
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Ricardo Ralisch
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Profa. Dra. Marcia Regina Gabardo da Camara
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 02 de junho de 2014.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pai de todas as matérias, criador uno, o qual com sua misericórdia infinita proporcionou-me condições de concluir mais esta etapa.

À minha amada família, pela inseparabilidade em todas as etapas da minha vida, pelo carinho e amor incondicional. Outra bondade de Deus.

À minha querida orientadora, a Profa. Dra. Carmen Luísa Barbosa Guedes, pelo aceite deste desafio, por trabalhar de forma una, mas multi e interdisciplinar. Pelas constantes orientações e apoio nesta caminhada. Não foi por acaso que surgiu em minha vida.

À minha admirável co-orientadora, a Profa. Dra Irene Domenes Zapparoli, que fez orientações e contribuições *sui generis*, por sua objetividade, comprometimento e clareza. Pujança desta pesquisa.

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Bioenergia, em especial, a banca de examinadores, Dr. Ricardo Ralish e Dra Márcia Regina Gabardo da Camara, pelas contribuições singulares para com esta pesquisa e pelo profundo debate de conhecimento.

A todos os meus colegas do mestrado em Bioenergia, aos amigos do setor elétrico que contribuíram na formação da minha experiência, parcialmente refletida neste trabalho e aos demais amigos, mesmo que não nominados.

A todos que, de alguma forma, participaram desta jornada comigo.

À Universidade Estadual de Londrina - UEL, o templo do saber.

"A diminuição da miséria mental dos desenvolvidos permitiria rapidamente, em nossa era científica, resolver o problema da miséria material dos subdesenvolvidos.

Mas é justamente desse subdesenvolvimento mental que não conseguimos sair, é dele que não temos consciência".

Edgar Morin

SILVA, Nilmaer Souza da. **Análise das emissões de dióxido de carbono e impacto econômico da substituição do diesel por biodiesel na geração termelétrica.** 2014. 88 f. Dissertação (Mestrado em Bioenergia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo mensurar o impacto ambiental e calcular o impacto econômico da inserção gradual do biodiesel no diesel de petróleo no processo de geração de energia elétrica em uma usina termelétrica. Foi utilizada a metodologia de cálculo teórico da emissão de dióxido de carbono para a determinação do impacto ambiental e a metodologia da formação de preço de combustíveis da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis para a avaliação do impacto econômico. Os resultados mostraram benefícios ambientais do aumento da proporção do biodiesel ao diesel de petróleo. A utilização do diesel B S1800 foi responsável pela emissão de 21.784 tCO₂, em 2013. Os cálculos indicaram que com a utilização do B100 haveria uma redução da emissão de 3,48% de CO₂, chegando a 21.025 tCO₂. O CO₂ liberado durante a combustão do biodiesel é absorvido pela fotossíntese, durante o crescimento da biomassa que dará origem ao biocombustível, gerando assim um ciclo de carbono menos impactante ambientalmente do que o do diesel de petróleo. O aumento gradativo do biodiesel ao diesel de petróleo permite ainda a redução da emissão dos óxidos de enxofre, cujos gases contribuem para a formação da chuva ácida e comprometem a saúde humana. Sob a perspectiva econômica, os resultados mostraram não haver, nos limites e critérios considerados nesta pesquisa, viabilidade econômica para a substituição gradual do óleo diesel pelo biodiesel em proporções maiores que as regulamentadas. Os cálculos indicaram que o preço do B100 chega a ser 9,19% maior que diesel de petróleo. O preço médio do biodiesel comercializado em 2013 foi de R\$ 2,1302. O preço do biodiesel que viabilizaria a sua utilização em substituição ao óleo diesel B S1800 é de R\$ 1,8975, isto é, 10,92% menor do que o preço de comercialização de 2013. A utilização do B100 ao invés do B S1800 aumentaria do custo de aquisição do combustível em R\$ 1.943.906,55 ao ano.

Palavras-chave: Energia elétrica. Bioenergia. Combustível. Biocombustível. Lábrea.

SILVA, Nilmaer Souza da. **Analysis of the emissions of the dioxide of the carbon and economic impact of substitution of diesel by biodiesel in thermoelectric generation.** 2014. 88 p. Essay (Master's in Bioenergy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

ABSTRACT

The objective of this research was to measure the economic impact and calculate environmental impact on the gradual insertion of biodiesel into the petroleum diesel in the process of electric energy generation in the thermoelectric plants. Was used the methodology of theoretical calculation of emissions of carbon dioxide for determining the environmental impact and methodology of formation of fuel price from the National Agency of Petroleum, Natural Gas and Biofuels for evaluating the economic impact. The raising of the biodiesel proportion in the petroleum diesel resulted into environmental benefits. The use of the diesel B S1800 was responsible for the emission of 21.784 tCO₂ in 2013, the calculations indicated that with the use of the B100 there would be a reduction in the emission of 3,48% of the CO₂, reaching the 21.025 tCO₂. The CO₂ released during the burning of biodiesel is absorbed by the Photosynthesis, during the growth of the bio mass which will originate the biofuel, creating a carbon cycle less aggressive to the environment than the one that uses petroleum-based diesel. The gradual increase of biodiesel into the petroleum-based diesel allows the reduction of emission of sulfur oxides gas, which contributes to the acid rain formation. Under a economic perspective, the results showed that do not exist economic viability for the gradual substitution of petroleum-based diesel by the biodiesel on proportion bigger than 5% (B5). The calculations indicated that the price of the B100 can be 9,19% bigger than petroleum-based diesel. The average price of the sold biodiesel in 2013 was R\$ 2,1302. The price of the balance for the B100 in relation to the petroleum-based diesel B S1800 would be R\$ 1,8975, it means 10,92% less than the sold price. The use of the B100 instead of B5 would raise the costs for the acquisition of fuel in R\$ 1.943.906, 55 per year.

Keywords: Electric energy. Bioenergy. Fuel. Biofuel. Lábrea

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Capacidade de Geração de Energia Elétrica no Brasil em 2013	28
Tabela 2 – Termelétricas que utilizam combustíveis fósseis na geração de energia elétrica no Brasil em 2013	29
Tabela 3 – Produção, importação e consumo do óleo diesel, em milhares de metros cúbicos, no Brasil de 2003 a 2012.	42
Tabela 4 – Quantidade de unidades consumidoras atendidas pela UTE de Lábrea em 2013	46
Tabela 5 – Parâmetros fornecidos pela UTE de Lábrea, AM, em 2013 para o cálculo das emissões	53
Tabela 6 – Composição dos preços do óleo diesel B S1800 e das misturas de biodiesel com o óleo diesel de petróleo, do B10 ao B100 conforme a metodologia da estrutura de formação de preço da ANP	60
Tabela 7 – Custo de aquisição do combustível para a operação da UTE e o custo por kWh gerado pela UTE de Lábrea em 2013, do B S1800 ao B100.....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Organograma do Ministério de Minas e Energia, Brasil, 2014	21
Figura 2 - Evolução da estrutura da oferta de energia no Brasil, 1970-2030.....	23
Figura 3 - Oferta Interna de Energia no Brasil em 2012	25
Figura 4 - Evolução do Produto Interno Bruto e do consumo energético relativo no Brasil em 2012.....	26
Figura 5 - Oferta Interna de energia primária por fonte no Brasil em 2012.....	27
Figura 6 - Consumo final de energia por fonte no Brasil em 2012.....	27
Figura 7 - Oferta brasileira de energia elétrica por fonte de geração 2012.....	30
Figura 8 - Perfil esquemático do processo de produção de energia elétrica a partir de derivados do petróleo.....	32
Figura 9 - Marco regulatório do biodiesel no Brasil, 2014.....	40
Figura 10 - Evolução da produção do biodiesel (B100) no Brasil de 2005 a 2013	42
Figura 11 - Matérias-primas utilizadas na produção de biodiesel (B100) no Brasil em 2012, em metros cúbicos	43
Figura 12 - O estado do Amazonas e a cidade de Lábrea, AM.....	45
Figura 13 - Usina Termelétrica de Lábrea, AM.....	48
Figura 14 - Emissão de dióxido de carbono do óleo diesel B S1800 e a projeção da emissão das misturas biodiesel com o diesel de petróleo do B10 ao B100 em tCO ₂ na UTE de Lábrea em 2013	54
Figura 15 - Emissão de CO ₂ por kWh gerado pela UTE de Lábrea com óleo diesel B S1800 e a projeção da emissão de CO ₂ das misturas biodiesel e diesel de petróleo de B10 a B100	56
Figura 16 - Preço do litro do óleo diesel B S1800 e das misturas BX de B10 a B100, para a UTE de Lábrea em 2013.....	59
Figura 17 - Preço ideal do biodiesel que viabiliza o emprego das misturas diesel-biodiesel do B10 ao B100	64

LISTA DE ABREVIATURAS

AIE	Agência Internacional de Energia
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
BEN	Balanço Energético Nacional
BIG	Banco de Informações de Geração da ANEEL
CDE	Conta de Desenvolvimento Energético
CEF	Fator de Emissão de Carbono
CIDE	Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico – Combustíveis
CGH	Central Geradora Hidrelétrica
CMSE	Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
CONFAZ	Conselho Nacional de Política Fazendária
COTEPE	Comissão Técnica Permanente do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços
EOL	Central Geradora Eolielétrica
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDA	Ministério do Estado do Desenvolvimento Agrário
MME	Ministério de Minas e Energia
MVA	Margem de Valor Agregado
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PASEP	Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PCI	Poder Calorífico Inferior
PIB	Produto Interno Bruto
PIS	Programa de Integração Social
PMPF	Preço Médio Ponderado ao Consumidor Final

PNPB	Programa Nacional de Produção e uso do Biodiesel
RICMS	Regulamento do Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação – ICMS
SIN	Sistema Interligado Nacional
UE	União Europeia
UFV	Central Geradora Solar Fotovoltaica
UTE	Usina Termelétrica
UTN	Usina Termonuclear

LISTA DE SIGLAS

B20	Mistura de 20% de Biodiesel no Diesel
BX	Mistura de X% de Biodiesel no Diesel
Cal	Calorias
GgC.ano⁻¹	Giga gramas de Carbono por Ano
CO₂e	Dióxido de Carbono equivalente
GgC	Giga gramas de Carbono
J	Joule
kW	quilo watts
kV	quilo volts
kWh	quilo watt-hora
MJ	Mega Joule
TC	Toneladas de Carbono
TCO₂	Toneladas de Dióxido de Carbono
TEP	Tonelada Equivalente de Petróleo
TJ	Tera Joule

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	14
1.1	OBJETIVOS	16
1.1.1	OBJETIVO GERAL.....	16
1.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
2	REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1	ASPECTOS INSTITUCIONAIS ACERCA DA EXPLORAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA.....	18
2.1.1	MATRIZ ELETROENERGÉTICA NACIONAL	22
2.2	OS COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS E AS TERMELÉTRICAS.....	30
2.2.1	ÓLEO DIESEL.....	33
2.2.2	ÓLEO COMBUSTÍVEL.....	36
2.3	OS BIOCOMBUSTÍVEIS E A ENERGIA ELÉTRICA.....	37
2.3.1	O BIODIESEL.....	37
3.	ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS	44
3.1	ESTUDO DE CASO: USINA TERMELÉTRICA (UTE) EM LÁBREA, AM.....	45
3.1.1	ASPECTOS GERAIS E O SETOR ECONÔMICO.....	45
3.1.2	A UNIDADE TERMELÉTRICA DA CIDADE DE LÁBREA.....	47
4	METODOLOGIA	49
4.1	CÁLCULO DA EMISSÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO	49
4.2	FORMAÇÃO DE PREÇO DE COMBUSTÍVEIS	50
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
5.1	EMISSÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO	53
5.2	IMPACTOS ECONÔMICOS	57
6	CONCLUSÃO	65
	REFERÊNCIAS	67
	ANEXO	75

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

As questões energéticas sempre foram e serão motivos de ampla discussão entre os diversos segmentos da sociedade, permeando os debates políticos, sociais e, por consequência, das ciências. De um lado figura a necessidade da prosperidade econômica e bem estar humano, e no outro, as questões ambientais. Fato é que, notadamente, esses fenômenos são indissociáveis. A crescente preocupação com as questões ambientais e a necessidade de se perpetuar a economia sustentável, emerge da necessidade de buscar fontes energéticas menos impactantes ambientalmente e economicamente viáveis. Não se deve dissociar temas como desenvolvimento socioeconômico, matriz energética, consumo, exploração de recursos naturais, mitigação da emissão de poluentes, dentre tantos outros. Há a necessidade de uma avaliação conjuntural e holística dos impactos ambientais e econômicos da substituição, ainda que parcial, de combustíveis fósseis por biocombustíveis na geração de energia elétrica.

Inúmeras pesquisas têm sido realizadas na busca de novos biocombustíveis, na utilização de matérias primas diversas, no aproveitamento de coprodutos em diversas áreas do conhecimento. Vários trabalhos focam o uso dos biocombustíveis nos motores veiculares, principalmente misturas ternárias de biocombustíveis com combustível fóssil. Contudo, poucos trabalhos foram encontrados com enfoque específico no uso de biocombustíveis nas termelétricas em operação no país, principalmente associando questões ambientais e econômicas. A questão que se pretende responder nesta pesquisa é: há benefícios ambientais e viabilidade econômica para a inserção gradual do biodiesel ao diesel de petróleo em proporções superiores às já regulamentados?

Nessa perspectiva, verifica-se que o emprego dos biocombustíveis na geração de energia elétrica possui uma série de vertentes, as quais se destacam: utilização em pequenas comunidades isoladas do Sistema Interligado Nacional (SIN); em indústrias que utilizam combustíveis fósseis na geração de energia elétrica, principalmente, nos horários de pico, aonde a energia elétrica da concessionária chega a ser sete vezes mais cara do que nos horários fora de pico; nas termelétricas, que operam em regime contínuo e àquelas que são acionadas

pelo Operador Nacional do Sistema (ONS) para garantir o suprimento energético em tempos de seca, como em 2013 e 2014.

A característica negativa da exploração dos combustíveis fósseis na geração de energia elétrica passa pela degradação ambiental em todo o seu ciclo de vida, desde a sua extração, passando pelo processo de transformação e, por fim, na operação das usinas e, conseqüentemente, na combustão dos combustíveis fósseis; além dos eventuais e usuais acidentes no curso de suas operações, ocasionando desastres, passivos ambientais e econômicos. Esta pesquisa versou sobre a mensuração das emissões de dióxido de carbono provenientes da combustão do biodiesel em diferentes misturas com o diesel de petróleo e o cálculo do impacto econômico da substituição gradativa dos combustíveis fósseis, como misturas diesel-biodiesel. Feito o delineamento da pesquisa, as considerações sobre o estado da arte, foram retratadas as emissões de CO₂ e o impacto econômico por meio de um estudo de caso, bem como elaborados cenários ambientais e econômicos, designadamente, sobre as emissões antrópicas geradas durante o processo de geração de energia elétrica, por meio da combustão do óleo diesel e, por fim, das emissões provenientes das misturas diesel-biodiesel.

Como estudo de caso foi escolhida a termelétrica da cidade de Lábrea, que fica a 700 km a sudeste da capital do estado do Amazonas, Manaus. A escolha desta região ocorreu em virtude de a região norte do país ser caracterizada pela não conexão com o sistema interligado nacional, de modo que o fornecimento de energia elétrica ocorre por meio de usinas termelétricas movidas, sobretudo, a óleo diesel. O fornecimento de energia elétrica no Amazonas ocorre por meio de 148 usinas, sendo duas hidrelétricas e 146 termelétricas, das quais, 118, aproximadamente 80%, utilizam o óleo diesel como combustível. Dessa forma, esta pesquisa buscou colaborar, sob a perspectiva ambiental e econômica, com a avaliação conjuntural da inserção gradual do biodiesel ao diesel de petróleo no processo de geração de energia elétrica em termelétricas em proporções superiores as já regulamentadas.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar os impactos ambiental e econômico da inserção gradual do biodiesel no diesel de petróleo no processo de geração de energia elétrica em usina termelétrica.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mensurar os impactos ambientais decorrentes da emissão do CO₂ pela combustão do biodiesel em diferentes misturas com o diesel de petróleo em UTE.
- Calcular os impactos econômicos da substituição gradativa do diesel de petróleo pelo biodiesel em UTE.

2 REVISÃO DA LITERATURA

As pesquisas que visam à substituição dos combustíveis fósseis por biocombustíveis nos processos de geração de energia elétrica baseiam-se na busca do equilíbrio das relações entre as necessidades humanas ilimitadas e na limitação de recursos naturais disponíveis. Portanto, torna-se imperativa a investigação de formas de substituição, ainda que parciais, dos combustíveis fósseis na geração de energia elétrica, visto que os derivados fósseis geram impactos ambientais negativos no ambiente (RIBEIRO; MORELLI, 2009). Considerando as apreensões sobre a eventual finitude do petróleo, bem como os impactos ambientais provocados desde o processo da sua extração até a combustão de derivados do petróleo, a energia proveniente da biomassa surge como alternativa para a produção de etanol e biodiesel (CHHETRI et al., 2008; GOLDEMBERG, 2009).

Segundo Udaeta (1997), os aspectos que precisam ser identificados numa política energética baseada no desenvolvimento sustentável são: garantia de suprimento, mediante a diversificação das fontes; novas tecnologias e descentralização da produção de energia; uso, adaptação e desenvolvimento racional de recursos; custo mínimo da energia; valor agregado a partir dos usos, gerados pelos e na otimização dos recursos; custos reais na energia, contemplando impactos ambientais e sociais, devido a represamento, extração, produção, transmissão e distribuição, armazenamento, e uso das energias negociadas no mercado.

A capacidade das nações em gerar riquezas e a qualidade de vida dos seus cidadãos é influenciada pela disponibilidade de energia. Infere-se que quanto mais diversificada for a matriz energética, mais sólido é o processo de desenvolvimento. Portanto, para que haja desenvolvimento econômico e social, há uma expressiva demanda por energia e com isso, advém à necessidade de segurança e de sustentabilidade energética (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007).

2.1 ASPECTOS INSTITUCIONAIS ACERCA DA EXPLORAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

O Ministério de Minas e Energia (MME), órgão da administração federal direta, representa a União como poder concedente e formulador de políticas públicas, bem como indutor e supervisor da implementação dessas políticas nos segmentos: geologia, recursos minerais e energéticos; aproveitamento da energia hidráulica; mineração e metalurgia; petróleo, combustível e energia elétrica, inclusive nuclear (BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2013a).

Em 1996, foi instituída a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), por meio da lei nº 9.427 de 26 de dezembro, que tem como principal incumbência, regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, em conformidade com as políticas e diretrizes do governo federal.

Em 2004, foi criado pela Lei 10.848 o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE), cuja função é acompanhar e avaliar permanentemente a continuidade e a segurança do suprimento eletroenergético em todo o território nacional, o que demonstra a importância das questões energéticas para a manutenção da nação e da economia (BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2013b).

O Ministério de Minas e Energia tem ainda como empresas vinculadas a Eletrobrás e a Petrobrás, as quais são de economia mista. Entre as autarquias vinculadas ao Ministério estão a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), já referenciada, e a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) (BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2013c).

A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) foi implantada pelo Decreto nº 2.455, de 14 de janeiro de 1998, é o órgão regulador das atividades que integram a indústria do petróleo e gás natural e a dos biocombustíveis no Brasil. Autarquia federal, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, a ANP é responsável pela execução da política nacional para o setor energético do petróleo, gás natural e biocombustíveis, de acordo com a Lei do Petróleo (AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, 2013).

A ANEEL é a organização responsável por toda a regulamentação e fiscalização da cadeia de geração até a comercialização de energia elétrica, tudo

conforme as políticas energéticas estabelecidas pelos demais agentes normalizadores. A ANEEL regulamentou, por meio da Resolução Normativa nº 77/04, os procedimentos vinculados à redução das tarifas de uso dos sistemas elétricos de transmissão e distribuição de energia elétrica. Fazem jus a esses descontos, os empreendimentos que geram energias de fontes renováveis, caracterizados como Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), hidrelétricas com potência igual ou inferior a 1.000 kW, e aqueles com base em fonte solar, eólica, biomassa e cogeração qualificada, cuja potência injetada nos sistemas de transmissão ou distribuição seja menor ou igual a 30.000 kW (CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2013).

Esse direito foi estendido, por meio da Resolução Normativa nº 247/2006, aos consumidores especiais - unidade ou conjunto de unidades consumidoras cuja carga seja maior ou igual a 500 kW, além dos consumidores livres, isto é, aqueles com carga maior ou igual a 3.000 kW (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2010).

A regulamentação emanada pela ANEEL surgiu da Lei 9.427/96 e das diretrizes de políticas energéticas, em especial de energia elétrica, para incentivar, com subsídios econômicos os empreendimentos que produzem energia elétrica por meio de usinas de pequeno e médio porte.

Já as distribuidoras que são obrigadas por força regulamentar a procederem aos descontos na tarifa de conexão dos clientes livres e especiais, bem assim dos agentes de geração (geradores de energia) cujos subsídios são ressarcidos pela união, por meio da Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), criada em 26 de abril de 2002 pela Lei nº 10.438. A CDE é gerida pela Eletrobrás, cumprindo programação determinada pelo Ministério de Minas e Energia (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS, 2013).

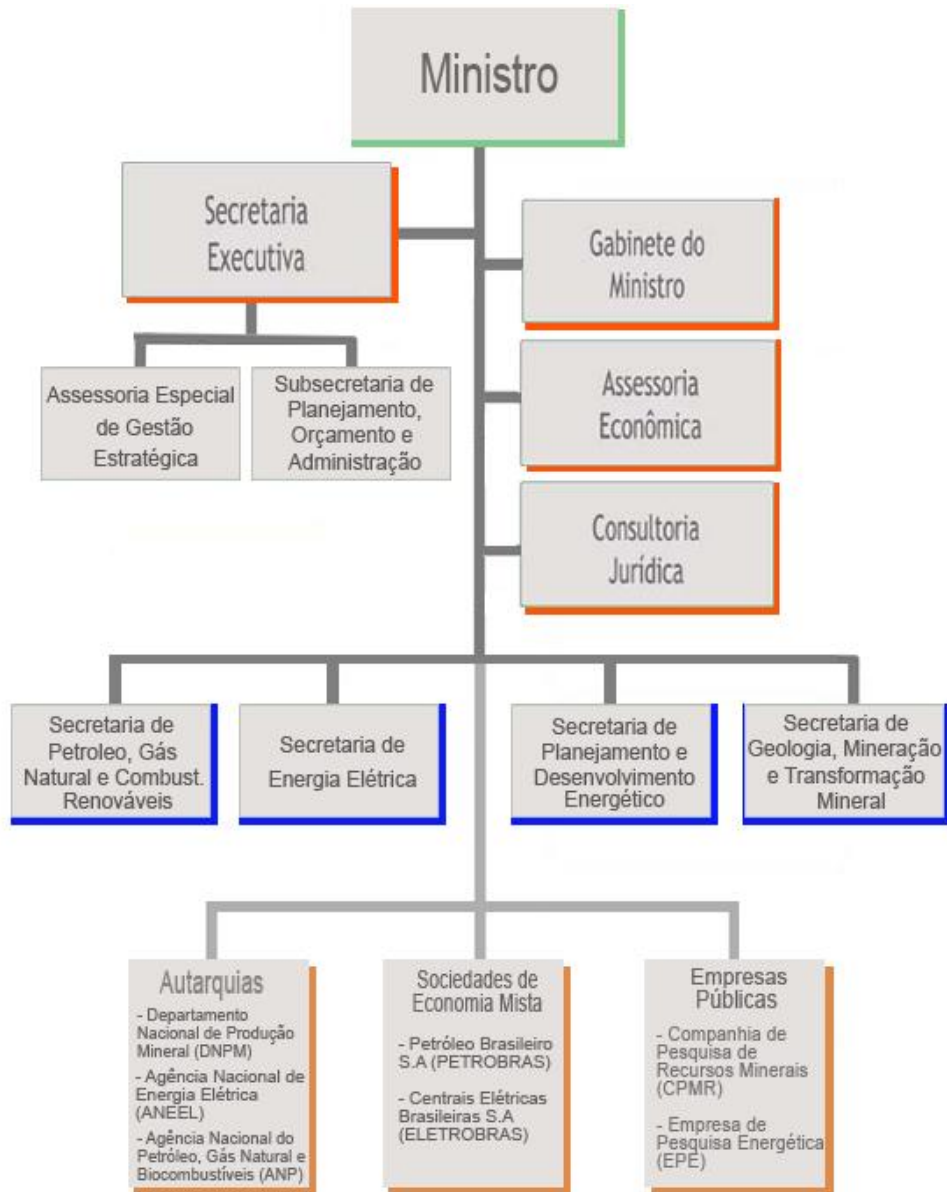
Esses descontos tarifários são concedidos a considerar que as grandes usinas hidroelétricas, em geral, ficam distantes dos centros de consumo, requerendo a construção de grandes linhas de transmissão em alta e extra-alta tensão (230 kV a 750 kV) que muitas vezes atravessam o território de vários estados. Ao contrário das pequenas usinas, geram considerável impacto social e ambiental (CPFL ENERGIA, 2013).

Compõe ainda o setor elétrico brasileiro o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), que é o órgão responsável pela coordenação e controle da

operação das instalações de geração e transmissão de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN), sob a fiscalização e regulação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Em termos práticos, é o ONS quem determina o despacho das usinas de todo o Brasil, por tipo de combustível, incluindo as que utilizam o petrodiesel. O ONS é uma pessoa jurídica de direito privado, sob a forma de associação civil, sem fins lucrativos, criado em 26 de agosto de 1998, pela Lei nº 9.648/98, com as alterações introduzidas pela Lei nº 10.848/04 e regulamentado pelo Decreto nº 5.081/04 (OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO, 2013).

A amplitude e complexidade institucional do setor energético brasileiro podem ser observadas na figura 1 (BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2013d).

Figura 1 - Organograma do Ministério de Minas e Energia, Brasil, 2014



Fonte: Decreto nº 7.798 de 12 de setembro de 2012

- █ - Órgãos de assistência direta e imediata ao Ministro
- █ - Órgãos específicos singulares
- █ - Entidades Vinculadas

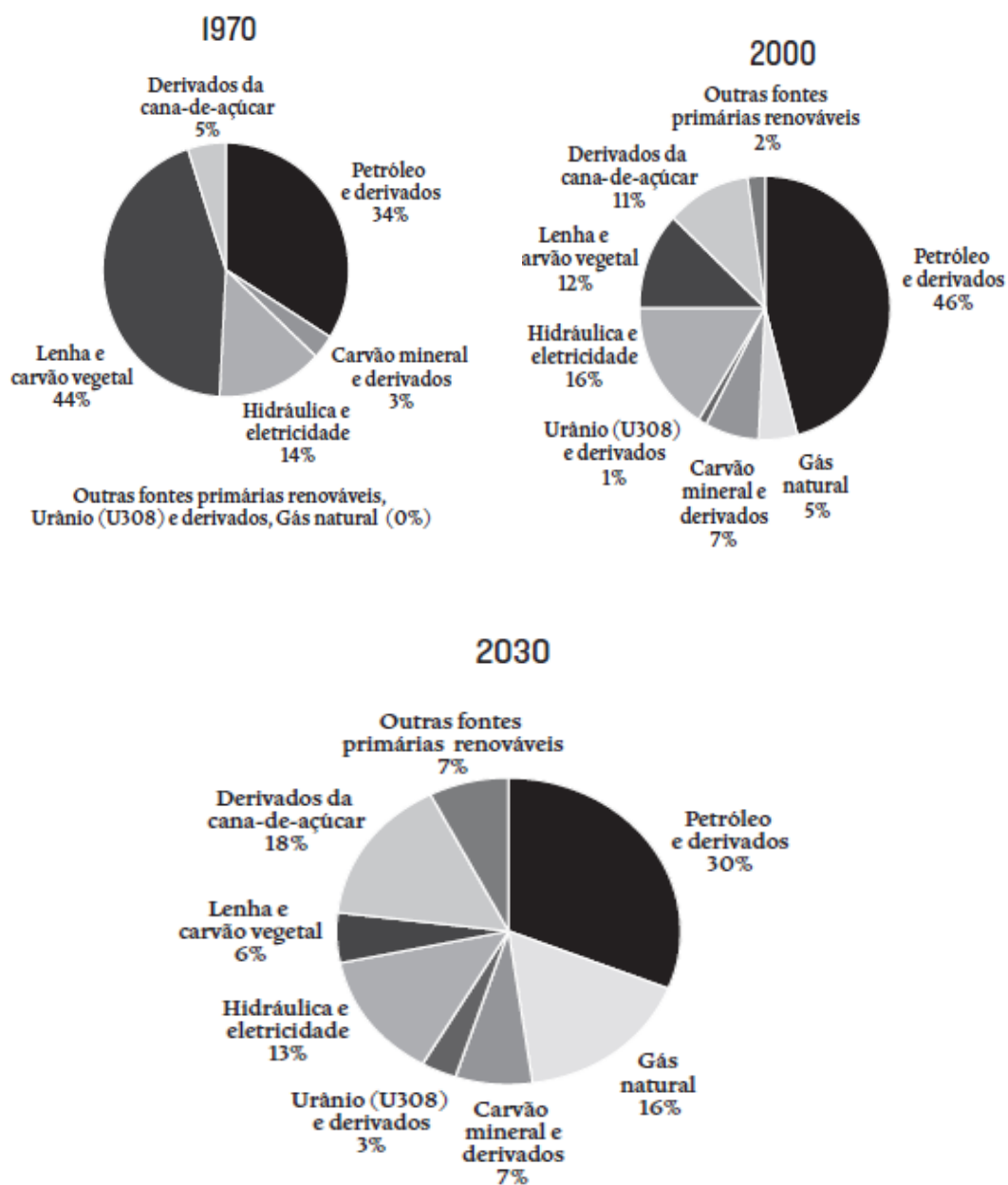
Fonte: BRASIL. Ministério de Minas e Energia (2013d)

2.1.1 MATRIZ ELETROENERGÉTICA NACIONAL

Matriz energética pode ser entendida como toda energia produzida para ser transformada, distribuída e consumida nos processos produtivos, de uma região ou de uma nação (VICHI; MANSOR, 2009). A produção e o consumo energético brasileiro são demonstrados no Balanço Energético Nacional (BEN), publicação anual da Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

No plano brasileiro, historicamente, tendo como marco a década de 70, apenas duas fontes de energia primárias - petróleo e lenha - respondiam por 78% do consumo. Em 2000, três fontes correspondiam a 74% do consumo, além de petróleo e lenha, a energia hidráulica. De acordo com a figura 2, projeta-se para 2030 uma situação em que quatro fontes serão necessárias para satisfazer 77% do consumo: petróleo, energia hidráulica, cana-de-açúcar e gás natural. (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007).

Figura 2 - Evolução da estrutura da oferta de energia no Brasil, 1970-2030



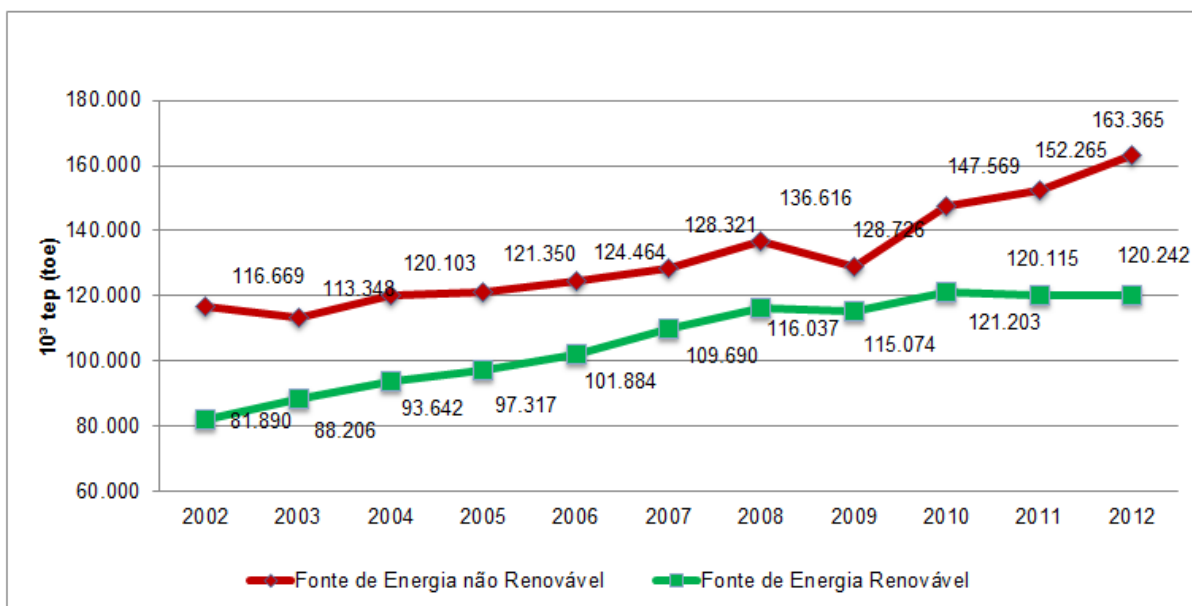
Fonte: Tolmasquim, Guerreiro e Gorini (2007)

Na administração pública brasileira, o Ministério de Minas e Energia (MME) é a instituição responsável por formular os princípios básicos e definir as diretrizes da política energética nacional. Como subsídio, o MME promove, por meio de seus órgãos e empresas vinculadas, diversos estudos e análises orientadas para o planejamento do setor energético. Para tanto, em 2004, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), vinculada ao MME, foi instituída nos termos da Lei n° 10.847, de

15 de março de 2004, e do Decreto nº 5.184, de 16 de agosto de 2004, com a finalidade de prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinados a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral etc. (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2009).

Anualmente, a EPE divulga o Balanço Energético Nacional (BEN), documento que dá publicidade às pesquisas e a contabilidade relativa à oferta e consumo de energia no Brasil, contemplando as atividades de extração de recursos energéticos primários, sua conversão em formas secundárias, a importação e exportação, a distribuição e o uso final da energia. O referido documento demonstra a compleição da matriz energética brasileira, a qual é formada por toda a energia disponibilizada para ser transformada, distribuída e consumida nos processos produtivos (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2013).

A figura 3 traz a evolução histórica da oferta de energia interna primária do Brasil, segmentada por fontes renováveis e não renováveis, em milhares de toneladas equivalentes de petróleo. É possível verificar que a energia proveniente de fontes não renováveis aumentou 3,18% de 2010 para 2011, enquanto a oferta interna de energia de fontes renováveis diminuiu em 0,90% no mesmo período. Constata-se que mesmo com todos os esforços empreendidos para a busca de energias renováveis, estes não estão sendo suficientes para a inversão das posições, isto é, que a energia a partir de fontes renováveis cresça mais do que a energia a partir de fontes não renováveis (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2013).

Figura 3 - Oferta Interna de Energia no Brasil em 2012

Fonte: Adaptado de Empresa de Pesquisa Energética (2013)

Em comparação a 2012, nota-se a ascendência mais acentuada da oferta interna de energia fóssil, chegando a 7,29% maior que o ano anterior, enquanto a energia renovável cresceu apenas 0,11%. Com base nos dados divulgados pela EPE, em 2012, a matriz energética brasileira foi proporcionalmente composta de 57,6% de fontes de energia não renováveis e 42,4% de fontes renováveis, destacando que a energia decorrente do petróleo e seus derivados, em 2011, retomaram os patamares de 2005, quando representou 38,7% da oferta interna, chegando, em 2011, a 38,6%. Em 2012, este percentual atingiu 39,2%, proporção similar ao ano de 2004.

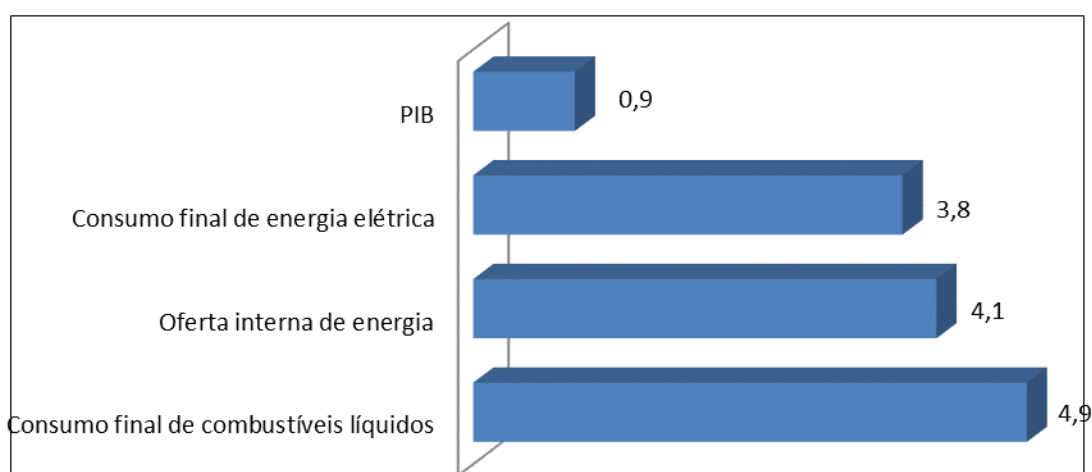
No entanto, em 2012, de acordo com a síntese do relatório final do BEN, o crescimento do consumo final energético, pessoas e empresas, foi inferior ao crescimento da energia disponibilizada, em função do aumento das perdas decorrente do incremento da geração térmica. Ainda de acordo com a síntese do relatório final do BEN, a oferta de energia cresceu em 2012, quando comparado com 2011, em 5,1%. O uso energético cresceu 3,4% e o uso não energético, que inclui perdas na transformação, cresceu 8% (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2013).

O aumento do uso não energético e perdas elevou-se em face do acionamento das térmicas movidas a óleo combustível e diesel, em virtude das condições hidrológicas desfavoráveis, ao passo em que o PIB teve aumento menor

que 1%, dada a recessão econômica mundial. Além disso, na figura 4 é demonstrado que, para um PIB menor que 1%, houve a necessidade de ampliação da oferta de energia em 4,15%.

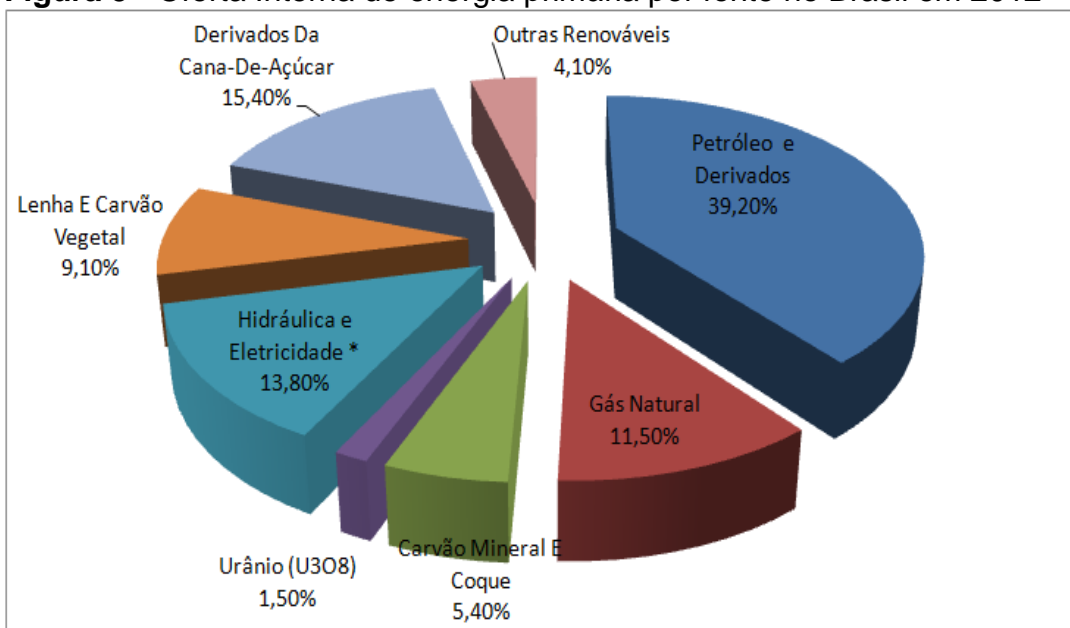
A figura 4 aponta que o consumo de energia elétrica cresce mais que o PIB, residencial e comercial, e o incremento do consumo de combustíveis líquidos, gasolina e diesel, aproximam-se dos 5%, alavancados em virtude do aumento de veículos nas ruas, decorrentes do incentivo ao consumo promovido pelo governo federal. A elevação no consumo no setor de transportes em 2012, em relação a 2011, foi da ordem de 7,2%, enquanto das atividades industriais mantiveram-se paralisadas, com singela elevação em apenas 0,3% (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2013).

Figura 4 - Evolução do Produto Interno Bruto e do consumo energético relativo no Brasil em 2012



Fonte: Adaptado de Empresa de Pesquisa Energética (2013)

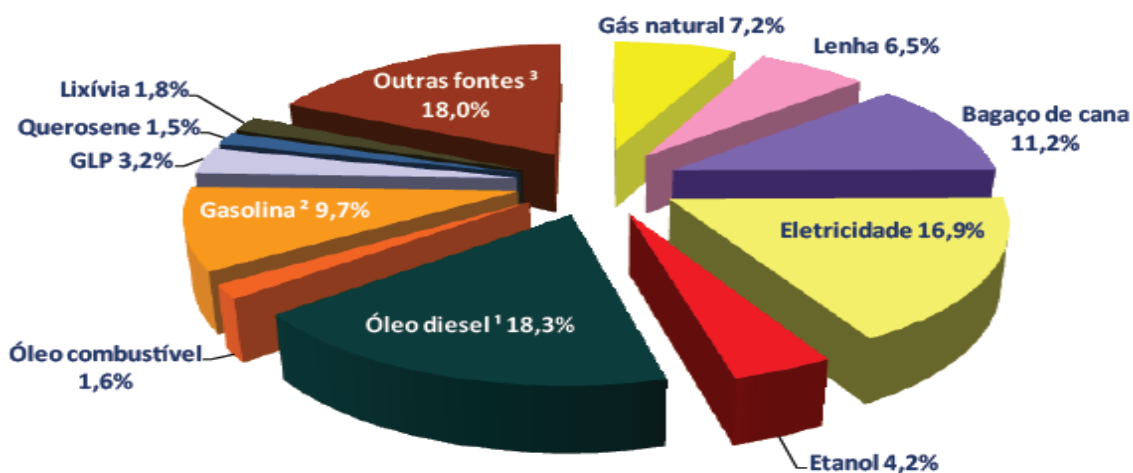
A figura 5 traduz a dependência do homem em relação à natureza, visto que as fontes de energia naturais são ainda predominantes na matriz energética, o que consubstancia a necessidade de busca de substituição do petróleo e seus derivados na composição da matriz (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2013).

Figura 5 - Oferta Interna de energia primária por fonte no Brasil em 2012

Fonte: Adaptado de Empresa de Pesquisa Energética (2013)

Nota: *1 kWh = 860 kcal (equivalente térmico teórico - primeiro princípio da termodinâmica); 1 Inclui biodiesel; 2 Inclui apenas gasolina A (automotiva); 3 Inclui gás de refinaria, coque de carvão mineral e carvão vegetal, dentre outros.

Na figura 6, quando se soma o percentual dos derivados de petróleo, observa-se que totaliza cerca de 41,5%, enquanto a eletricidade cresceu pouco mais de 2,21% (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2013).

Figura 6 - Consumo final de energia por fonte no Brasil em 2012

Fonte: Adaptado de Empresa de Pesquisa Energética (2013)

Nota: 1 Inclui biodiesel; 2 Inclui apenas gasolina A (automotiva); 3 Inclui gás de refinaria, coque de carvão mineral e carvão vegetal, dentre outros.

A tabela 1 mostra a quantidade de empreendimentos de geração de energia elétrica em operação no Brasil, por característica de geração e a respectiva potência instalada por segmento. Verifica-se que a potência instalada das outorgas hídricas em operação somam 68,83% da capacidade instalada, seguida de 27,84% das Usinas Termelétricas (UTE), ratificando, assim, a amplitude desta discussão – aumento da segurança energética por diversificação das fontes, considerando, sobretudo, a significativa dependência das fontes hídricas que, mesmo renováveis, não se traduz em segurança de abastecimento (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2013).

Tabela 1 – Capacidade de Geração de Energia Elétrica no Brasil em 2013

Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	Participação (%)
Central Geradora Hidrelétrica	402	240.007	238.377	0,19
Central Geradora Eólica	88	1.934.534	1.934.538	1,58
Pequena Central Hidrelétrica	439	4.361.287	4.314.958	3,52
Central Geradora Solar Fotovoltaica	12	11.585	7.585	0,01
Usina Hidrelétrica	204	82.486.844	79.910.808	65,2
Usina Termelétrica	1.627	36.003.954	34.118.122	27,8
Usina Termonuclear	2	1.990.000	2.007.000	1,64
Total	2.774	127.028.211	122.531.388	100

Fonte: Banco de Informações de Geração - BIG (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2013).

Com os dados da tabela 1 constata-se que o sistema de produção e transmissão de energia elétrica no Brasil é hidrotérmico de grande porte, haja vista que 98,41% da capacidade de geração de energia é decorrente das fontes hídricas e térmicas (OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO, 2013).

Fazendo frente ao parque de termelétricas no país, a tabela 2 detalha os combustíveis utilizados no processo de geração de energia elétrica, demonstrando a quantidade de usinas e potência instalada por fonte. Este inventário da ANEEL mostra que as usinas que utilizam os derivados do petróleo como combustível representam 33,71% da potência instalada, sendo o óleo diesel 15,39% e o óleo combustível 18,32% (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2013).

Tabela 2 – Termelétricas que utilizam combustíveis fósseis na geração de energia elétrica no Brasil em 2013

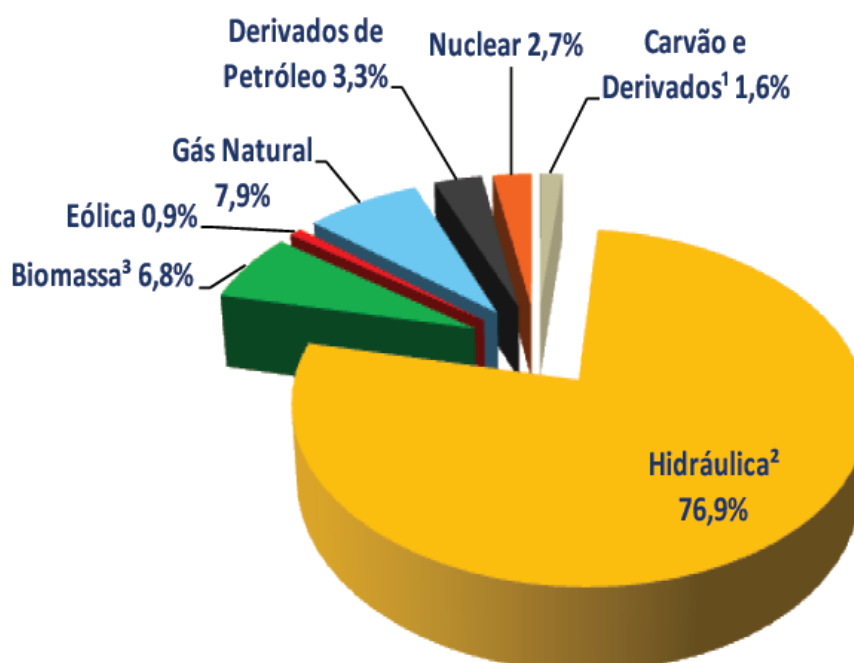
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Participação (%)
Óleo Ultravistoso	1	131.000	0,58
Gás Natural	107	11.830.730	52,62
Óleo Diesel	983	3.460.604	15,39
Gás de Refinaria	7	278.300	1,24
Óleo Combustível	33	4.119.647	18,32
Carvão Mineral	12	2.664.328	11,85
Total	2.774	127.028.211	100

Fonte: Banco de Informações de Geração - BIG (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2013)

O Balanço Energético de 2013, ano base 2012, mostra que a produção de energia elétrica atingiu 598,8 TWh em 2012, resultado 4,4% superior ao de 2011, ao passo que a geração proveniente dos combustíveis fósseis representou 3,3% do total nacional, contra 2,6,% em 2011 (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2013). O óleo diesel é utilizado em aproximadamente 86% das termelétricas em operação no Brasil e quando juntado ao óleo combustível, aproxima-se 89% das UTEs, o que denota o desafio que a sociedade terá de enfrentar nos próximos anos, considerando os aspectos e impactos econômicos e sociais dessas plantas térmicas (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2013).

A Figura 7 demonstra que os derivados do petróleo representaram 3,3% da oferta interna de energia em 2012, ou seja, 0,8% superior ao ano anterior, quando representavam 2,5% (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2013).

Figura 7 - Oferta brasileira de energia elétrica por fonte de geração 2012



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2013).

Nota: 1 Inclui gás de coqueria; 2 Inclui importação; 3 Inclui lenha, bagaço de cana e outras recuperações.

2.2. OS COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS E AS TERMELÉTRICAS

Nas últimas décadas, combustíveis derivados do petróleo foram as principais fontes de energia no mundo. O petróleo é tão importante para o desenvolvimento mundial que a busca do domínio de suas reservas muitas vezes culminou em guerras, como a do Iraque, que teve dentre os seus objetivos principais, o controle do petróleo da Arábia Saudita, ainda que sejam alegados outros motivos para este evento. De todos os recursos naturais disponíveis é o que tem maior probabilidade de provocar guerras entre nações. O petróleo tem destaque por ser um bem essencial, ao menos até agora, na economia global. Nenhuma sociedade pode sobreviver sem empresas altamente industrializadas, as quais dependem, sobremaneira, do suprimento do petróleo (KLARE, 2001).

A publicação anual de 2013 da *World Energy Outlook*, que pode ser traduzida como "perspectivas energéticas mundiais", feita pelo Dr. Fatih Birol, economista-chefe da Agência Internacional de Energia, que ocorreu em Paris, deu

conta que "a demanda por energia crescerá mais de 1/3 até 2035, estimulada pelo aumento dos padrões de vida na China, Índia e Oriente Médio" (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2013).

A Empresa de Pesquisa Energética (2013) registrou que as reservas asseguradas de petróleo cresceram de 1992 a 2002 e de 2002 a 2012, 27% nesses intervalos de tempo. Mesmo que se discuta sobre a finitude do petróleo, os subsídios dessa indústria, no mundo, atingiram 523 bilhões de dólares em 2011. Segundo a Agência Internacional de Energia, o Iraque e o Brasil, juntos, responderão por 75% do crescimento da produção mundial de petróleo até 2035 (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2013).

No processo de geração de energia elétrica há dois derivados do petróleo com significativa participação na matriz eletroenergética do Brasil. O primeiro é o óleo diesel, que é responsável pelo abastecimento de aproximadamente 86% das termelétricas que utilizam combustíveis fósseis em operação no país, correspondendo a mais de 15,3% da potência instalada destes empreendimentos. Já o segundo, o óleo combustível, corresponde a aproximadamente 2,9% das unidades de geração termelétricas em funcionamento e mais de 18,3% da capacidade instalada. Deste modo, juntos, estes derivados do petróleo somam, aproximadamente, 88,9% das usinas termelétricas em operação e mais de 33,7% da potência instalada de usinas que utilizam combustíveis fósseis na geração de energia elétrica (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2013).

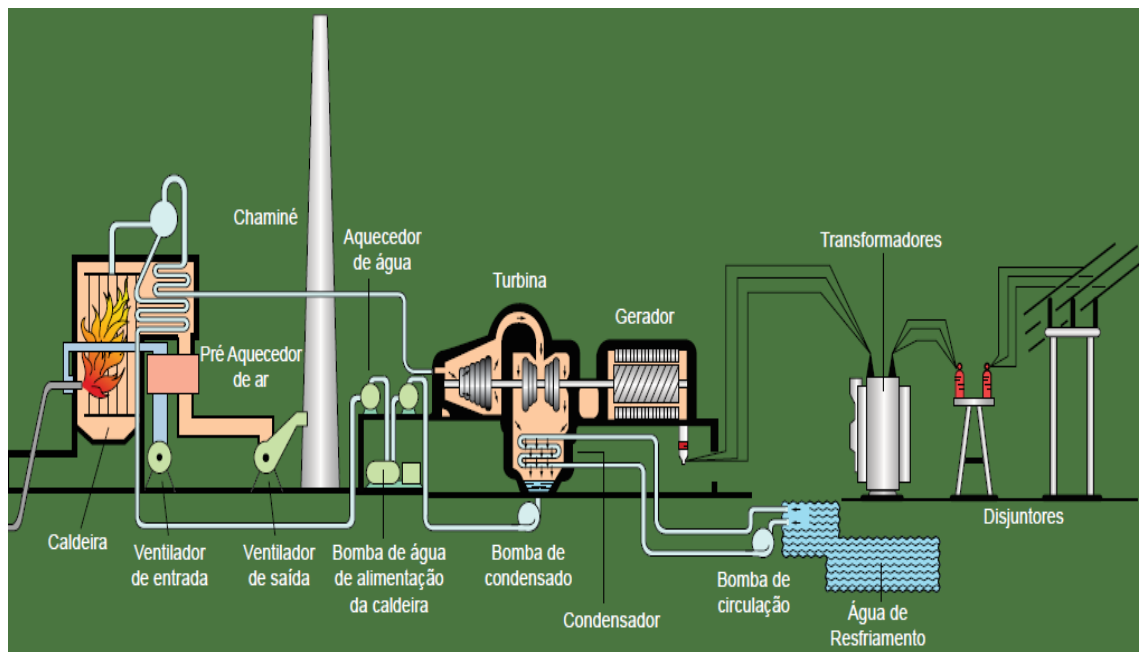
Nesse contexto, o inventário dos empreendimentos que geram energia elétrica fazendo uso do óleo diesel e do óleo combustível aponta que 1.016 unidades de geração de energia elétrica (36,6%) utilizam estes combustíveis, comprovando, mais uma vez, a dependência da matriz energética brasileira em relação aos combustíveis fósseis, ainda que seja considerada uma das mais limpas do mundo (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2013). As usinas termelétricas que abastecem o Sistema Interligado Nacional - SIN constam no anexo B desta pesquisa, denominado Mapa Eletroenergético do Brasil (OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO, 2014).

A geração de energia elétrica ocorre mediante a utilização de diferentes tecnologias. As principais aproveitam um movimento rotatório para gerar corrente alternada, transformando a energia mecânica em energia elétrica. O movimento rotatório pode provir de uma fonte de energia mecânica direta, como a

corrente de uma queda d'água ou o vento, ou de um ciclo termodinâmico (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2008).

A figura 8 evidencia o emprego dos derivados do petróleo no processo de geração de energia elétrica, de forma esquemática. Em suma, o processo de produção de energia elétrica é análogo em todas as usinas que utilizam como matéria prima os combustíveis fósseis em estado sólido ou líquido – o que inclui a maioria dos derivados de petróleo (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2008).

Figura 8 - Perfil esquemático do processo de produção de energia elétrica a partir de derivados do petróleo



Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (2008)

O processo convencional de geração de energia em termelétrica consiste basicamente de uma caldeira, uma turbina a vapor, um condensador e um sistema de bombas. Na caldeira, que recebe o calor liberado pela combustão, a água passa do estado líquido para o gasoso (vapor) a uma pressão bem maior que a atmosférica. Quanto maior a temperatura deste vapor, maior a eficiência das turbinas. Após mover as turbinas, o vapor é direcionado ao condensador para retornar ao estado líquido. A água, que circula dentro de serpentinas conectadas ao equipamento, é o fluido de resfriamento. Este líquido, por sua vez, é direcionado, por meio do sistema de bombas, novamente para a caldeira, que repetirá o processo de

produção da energia térmica que se transformará em mecânica para movimentar as turbinas. As etapas de combustão e resfriamento (que também implica a remoção de gases incondensáveis do vapor) são aquelas em que os gases poluentes são liberados na atmosfera. O volume e o tipo de gás emitido variam conforme a composição do combustível a ser queimado, o processo de queima ou remoção pós-combustão e, ainda, as condições de dispersão dos poluentes, altura da chaminé, relevo e meteorologia (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2008).

Os impactos mais importantes das usinas termelétricas referem-se às emissões de poluentes gasosos na atmosfera e ao uso da água de resfriamento para a condensação do vapor. Outras afetações a considerar são os despejos de águas oleosas e contaminadas com demais reagentes químicos, o ruído, as emissões eletromagnéticas e cinzas (SALOMON, 2003). Para a geração de energia elétrica com combustíveis fósseis, são utilizados, principalmente, o óleo diesel e o óleo combustível (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2008).

2.2.1 ÓLEO DIESEL

O óleo diesel é um combustível derivado do petróleo constituído predominantemente por hidrocarbonetos alifáticos, contendo de 9 a 28 átomos de carbono em sua cadeia. Durante o processo de fracionamento do petróleo, o diesel é extraído a uma temperatura que varia de 160 a 410°C. Outra característica importante do diesel é o alto teor de enxofre, que varia entre 0,1% a 0,5%. A composição do diesel comercial é variada, face às diferentes origens do petróleo e em função dos diversos processos de refino (BRAUN; APPEL; SCHAMAL, 2003).

Além do emprego do óleo diesel nos motores estacionários, utilizados na geração de energia elétrica, em termelétricas, este combustível é amplamente utilizado em veículos tais como: caminhões, ônibus e ainda em veículos de médio porte. Isto ocorre em virtude da eficiência, ou seja, rendimento do óleo diesel quando comparado com a gasolina, por exemplo, ou outros combustíveis, além do aspecto financeiro, isto é, o óleo diesel é mais barato que a gasolina (BRAUN; APPEL; SCHAMAL, 2003).

A sua origem e a qualidade são determinantes para o processo de combustão, porque podem afetar diretamente, positiva ou negativamente, o referido processo, o desempenho do motor e influenciar também as emissões do processo

da queima, comprometendo, assim, invariavelmente, o meio ambiente (CAETANO, 2003). Os impactos das propriedades do óleo diesel em relação aos motores veiculares são referenciados no quadro 1 (PETROBRAS, 2013a).

Quadro 1 – Propriedades do óleo diesel e o desempenho do motor veicular

PROPRIEDADE	O QUE É?	O QUE AFETA?
Densidade	Massa contida em determinado volume	Potência, emissões e economia de combustível
Viscosidade	Tempo de escoamento do combustível em capilar padronizado	Atomização, lubrificação do sistema de injeção
Destilação	Faixa de temperatura de vaporização à pressão atmosférica	Potência, fumaça, depósitos no motor
Número de cetano	Qualidade de ignição	Fumaça, partida a frio, ruído, economia de combustível, emissões
Teor de enxofre	Enxofre total presente	Desgaste de cilindros e anéis, depósitos no motor, emissões
Resíduo de carbono	Tendência à formação de depósitos de carbono	Depósito de coque em partes do motor
Estabilidade a oxidação	Tendência à formação de borra, goma, aderente e escurecimento	Estocagem, filtros, bicos injetores, bomba injetora
Cinzas	Conteúdo de material inorgânico (teor elevado indica existência de contaminação)	Acelera entupimento de filtros
Ponto de Fulgor	Temperatura mais baixa na qual o produto se vaporiza em quantidade suficiente para formar uma mistura inflamável com ar	Segurança, sistema de injeção tamponamento
Corrosividade ao cobre	Potencial de corrosividade do produtos face a presença de enxofre e seus derivados	Vida útil dos tanques, linhas e partes internas do motor
Ponto de entupimento	Temperatura de início de cristalização de parafinas	Entupimento de filtro, escoamento do combustível
Água e sedimentos	Contaminação com água e impurezas	Entupimento de filtro, desgaste de bomba, desgaste do bico injetor, borra no tanque, corrosão, combustão

Fonte: PETROBRAS (2013a)

O desempenho do motor veicular pode ser afetado, conforme o caso, com a diminuição de potência, a depender, por exemplo, da densidade e

destilação, enquanto água e sedimentos causam entupimento de filtro, desgaste de bomba, desgaste do bico injetor, borra no tanque, aumentam corrosão e prejudicam a combustão (PETROBRAS, 2013a).

A resolução nº 45, de 20 de dezembro de 2012, regulamenta as especificações óleo diesel de uso não rodoviário, que são os empregados em veículos e equipamentos de transporte ferroviário, na extração mineral e na geração de energia elétrica. De acordo com esta resolução, o “óleo diesel A” é produzido por processos de refino de petróleo e nas centrais de matérias primas petroquímicas, enquanto o “óleo diesel B” é óleo diesel A adicionado de biodiesel no teor estabelecido pela legislação vigente, que no Brasil é estipulado hoje em 5%. A sigla “S” representa o elemento químico enxofre contido no combustível e o número 1800 define que o teor máximo de enxofre contido no combustível é de 1800 mg/kg de óleo diesel.

A resolução ANP nº 65, de 09 de dezembro de 2011, que tem por objetivo regulamentar as especificações do óleo diesel de uso rodoviário determinou que os óleos diesel A e B devem apresentar nas nomenclaturas o teor máximo de enxofre, sendo eles 10, 50, 500 e 1800 mg/kg de óleo diesel. Determinou ainda esta resolução da ANP que a partir de 1º de janeiro de 2014, o óleo diesel B S1800 de uso rodoviário deveria ser totalmente substituído pelo óleo diesel B S500. Todavia, o óleo diesel B S1800 continua podendo ser utilizado para uso não rodoviário, de acordo com o artigo 4º da resolução nº 45/2012 (AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, 2012).

Segundo Salomon (2003) os principais poluentes originados no processo de geração de energia elétrica provenientes das termelétricas ocorrem durante a queima do combustível fóssil. Os principais poluentes emitidos na utilização do diesel para a geração de energia elétrica são: NO_x (óxido de nitrogênio), dióxido de carbono (CO_2) estes em maiores quantidades, além de SO_x (óxidos de enxofre) e material particulado (PM) (SALOMON, 2003).

Os Óxidos de Nitrogênio (NO_x) são gerados por todos os tipos de usinas termelétricas. São gases tóxicos que sofrem reações químicas e fotoquímicas na atmosfera promovendo a formação do ozônio troposférico e também compostos que contribuem à formação de chuva ácida e do efeito estufa. Seu efeito sobre a

saúde causa danos ao sistema respiratório fazendo com que o indivíduo fique sujeito a infecções das vias respiratórias e dos pulmões.

A emissão do Óxido de Enxofre (SO_x) depende da quantidade de enxofre contido no combustível. É produzido durante a combustão do óleo diesel e pode causar lesões do aparelho muco-ciliar, uma defesa importante do organismo, provocando traqueobronquite crônica e problemas respiratórios, como por exemplo, broncopneumonias (SALOMON, 2003). Os compostos de enxofre emitidos pela queima de combustíveis fósseis causam poluição atmosférica e problemas de saúde e têm um elevado impacto no ambiente e contribuiu significativamente para chuva ácida nos últimos anos (AMAI; DONATI; NÓBREGA, 2012). Uma variação importante do SO_x que decorre da queima do óleo diesel é o SO_2 , que é um gás incolor e tóxico, que, por ser solúvel em água, quando entra em contato com as gotículas de água presentes da atmosfera formam a chuva ácida, que causa danos à vegetação e aos seres vivos, provocando doenças pulmonares (MAIA et al., 2005).

O Monóxido de Carbono (CO) é tóxico, prejudica a oxigenação dos tecidos, é um asfíxiante sistêmico. O Dióxido de Carbono (CO_2) que é o resultado da queima completa do carbono que faz parte da composição do óleo diesel é o principal gás de efeito estufa (SALOMON, 2003). A queima dos combustíveis fósseis é uma das consequências das atividades humanas e aumenta a concentração do CO_2 na atmosfera provocando um desequilíbrio das condições naturais dos gases que formam o efeito estufa (OLIVEIRA; SUAREZ; SANTOS, 2008).

No contexto das emissões advindas da combustão do óleo diesel, tem-se que material particulado é qualquer substância que exista em estado líquido ou sólido na atmosfera; tem dimensões microscópicas, submicroscópicas (exceto a água pura), porém maiores que as dimensões particuladas (LORA, 2002).

2.2.2 ÓLEO COMBUSTÍVEL

Outro combustível fóssil derivado do petróleo é o óleo combustível, o qual também compõe a matriz eletroenergética brasileira. O óleo combustível está presente em 33 usinas termelétricas no Brasil e supre aproximadamente 18% da capacidade instalada das usinas termelétricas brasileiras (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2013). O óleo combustível é definido como mistura das

frações residuais de alta viscosidade resultantes do processo de refino do petróleo, como o resíduo de vácuo, diluído com frações mais leves como o óleo decantado. O óleo combustível é empregado nas centrais termelétricas e em equipamentos destinados a produzir calor, tal como: fornos e caldeiras (PETROBRÁS, 2013b).

O óleo combustível deve ser, tanto quanto possível, livre de impurezas, que sejam homogêneos, livres de ácidos inorgânicos e isentos, sobretudo, de partículas sólidas ou fibrosas, as quais determinam, sobremaneira, a necessidade de limpeza de ou substituição de filtros (PETROBRAS, 2013b). As características técnicas dos óleos combustíveis são determinadas pela ANP, por meio da Portaria ANP nº 80, de 30.4.1999 - DOU 3.5.1999, que estabelece a especificação dos óleos combustíveis a serem comercializados no país, sendo eles de origem nacional ou de origem importada, definindo-os como óleos residuais de alta viscosidade, obtidos do refino do petróleo ou através da mistura de destilados pesados com óleos residuais de refinaria. As características contempladas por esta especificação são aquelas de maior importância para a determinação do desempenho deste produto e seu impacto ambiental, nas finalidades em que é mais comumente utilizado (AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, 1999).

2.3 OS BIOCOMBUSTÍVEIS E A ENERGIA ELÉTRICA

Os biocombustíveis são definidos como combustíveis líquidos ou gasosos produzidos a partir de biomassa. A motivação do uso dos biocombustíveis surge da preocupação com as condições ambientais, alta dependência da humanidade em relação ao petróleo e a limitação das reservas de combustíveis fósseis (DIAZ-CHAVEZ, 2011).

Leite e Leal (2007) afirmaram que as principais motivações para o emprego dos biocombustíveis são: diminuir a dependência externa de petróleo, por razões de segurança de suprimento ou impacto na balança de pagamentos; minimizar os efeitos das emissões veiculares na poluição local, principalmente nas grandes cidades; controlar a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera.

O etanol do milho é dominante na produção doméstica nos Estados Unidos, enquanto o Brasil produz etanol a partir de cana-de-açúcar. Na União

Europeia, a produção do biodiesel é derivada principalmente de oleaginosas, tais como canola e girassol (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2010).

2.3.1 O BIODIESEL

A busca por combustíveis alternativos ao petróleo e seus derivados é histórica. Os primeiros ensaios tiveram início quando da invenção do motor a diesel, pelo engenheiro francês de origem alemã Rudolph Christian Carl Diesel (1858-1913) no final do século XIX. Rudolph Diesel patenteou o motor à combustão interna por compressão, com a intenção de que este funcionasse com uma diversa variedade de óleos vegetais (TORRES et. al., 2006).

No entanto, o que prosperou foi a utilização do óleo diesel nos motores a diesel, dada a abundância do petróleo, a sua viabilidade econômica e ainda, por dificuldades técnicas na utilização direta dos óleos vegetais *in natura*. As principais dificuldades do emprego do óleo vegetal diretamente nos motores a diesel são: a) excessivo depósito de carbono no motor; b) entupimento nos filtros de óleo e bicos injetores; c) comprometimento da vida útil do motor; d) maximização dos custos de manutenção; e) queima incompleta do combustível, dentre outras (SCHUCHARDT; LOPES, 1988; RAMOS, et al., 2003).

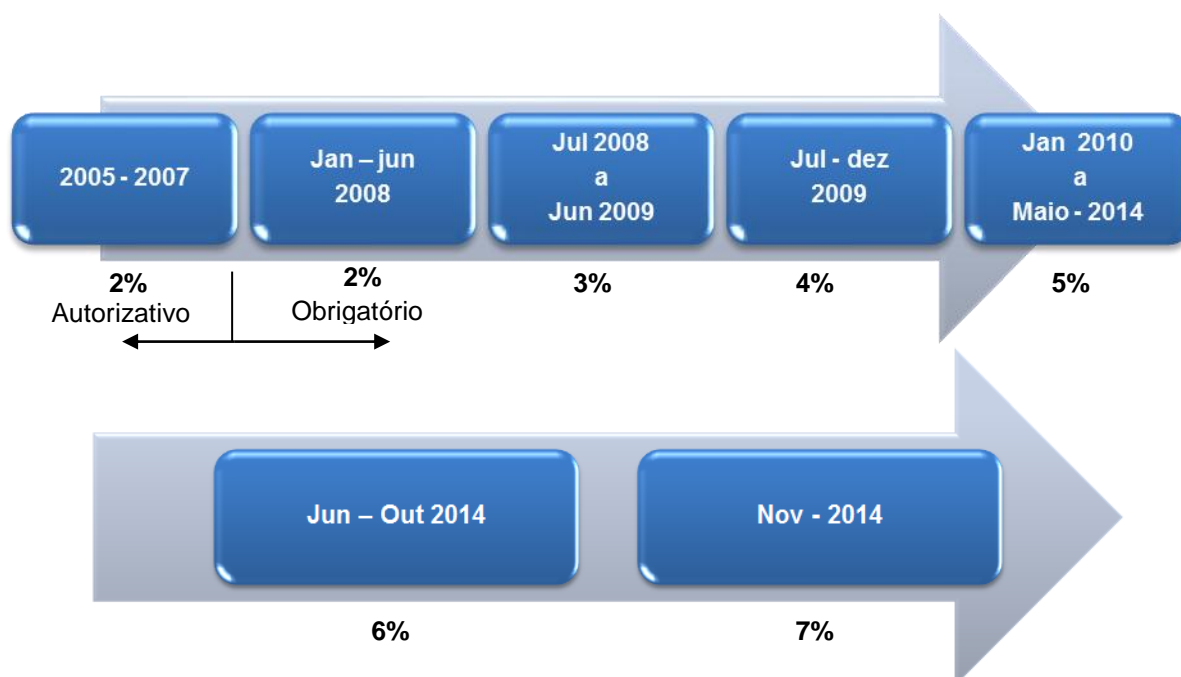
Em agosto de 1937, foi depositada a primeira patente relacionada ao biodiesel, pelo pesquisador belga Charles George Chavanne. Esta patente visava à transformação de um óleo vegetal em ésteres metílicos e etílicos de ácidos graxos de cadeia longa (DABDOUB; BRONZEL; RAMPIN, 2009).

O biodiesel pode ser utilizado diretamente em motores de ignição por compressão, ou seja, motores de ciclo diesel, sem a necessidade de alterações (SILVA, 2005; GERPEN, 2005; MURUGESAN et al., 2009). Dezenas de espécies vegetais presentes no Brasil podem ser usadas na produção do biodiesel, entre elas soja, dendê, girassol, babaçu, amendoim, mamona e pinhão-manso. Para se tornar compatível com os motores a diesel, o óleo vegetal precisa passar por um processo químico chamado transesterificação, realizado nas instalações produtoras de biodiesel autorizadas pela ANP (AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, 2013). Citam Barnwal e Sharma (2005) que o uso do biodiesel em substituição ao diesel de petróleo possui benefícios ambientais, tais

como: redução da emissão de monóxido de carbono, dióxido de carbono e ainda, na eliminação da emissão de enxofre. O biodiesel não possui enxofre na sua composição, diminuindo, assim, o impacto ambiental do uso de motores a combustão interna (OLIVEIRA; SUAREZ; SANTOS, 2008). A utilização do biodiesel permite o estabelecimento de um ciclo de carbono menos impactante ambientalmente do que o do diesel de petróleo, pois o CO₂ liberado no processo de combustão é integralmente absorvido durante a fotossíntese, durante o crescimento da biomassa que dará origem ao biodiesel (PETERSON; HUSTRULID, 1998).

Em dezembro de 2004, o governo brasileiro difundiu o Programa Nacional do Biodiesel (PNPB), com o propósito de introduzir este biocombustível na matriz energética. Tendo em vista as condições geográficas favoráveis, as dimensões continentais deste país, e ainda as condições climáticas, o programa apresentou como seu objetivo, a busca pela convergência técnica, socioeconômica e ambiental deste biocombustível (PADULA et al., 2012). Além disso, o programa persegue a inclusão social e o desenvolvimento das mais diversas regiões, pretendendo promover a inclusão social, gerando emprego e renda, respeitando as vocações regionais. O marco regulatório do biodiesel, no Brasil, adveio da promulgação do decreto nº 5.488, em 20 de maio de 2005, que regulamentou a Lei 11.097, de 13 de janeiro de 2005. A mistura do biodiesel no diesel que era de 2% (B2), tinha como previsão legal chegar a 5% (B5) em 2013. Todavia, esta meta foi alcançada em janeiro de 2010, isto é, com antecipação de três anos da expectativa anterior (LEONETI; ARAGÃO-LEONETI; OLIVEIRA, 2012). A partir de junho de 2014 a mistura de biodiesel ao diesel de petróleo passa a ser de 6% e, em novembro, de 7%, de acordo com a medida provisória nº 647, de 28 de maio de 2014, conforme demonstra a figura 9.

Figura 9 – Marco regulatório do biodiesel no Brasil, 2014



Fonte: Lei 11.097 de 13 de janeiro de 2005; Medida Provisória nº 647, de 28 de maio de 2014

O biodiesel é vendido misturado ao diesel de petróleo em mais de 30 mil postos de abastecimento espalhados pelo país. A produção desse tipo de biocombustível saltou de 69 milhões de litros, em 2006, para 2,7 bilhões de litros em 2011 (BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2013e). Preconiza, ainda, o MME, que as diretrizes basais do PNPB favorecem a implementação de um programa sustentável, que promova a inclusão social, garantindo preços competitivos, qualidade de produto e o seu suprimento. Buscam, do mesmo modo, produzir o biodiesel de fontes oleaginosas de diversas fontes, considerando as regiões diversas (BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2013e).

Pode-se observar que o PNPB possui outra vertente estratégica, que é a minimização da importação de energia (diesel), criação de empregos nas áreas rurais e redução de impacto ambiental, pois é um combustível renovável. Sob a égide social, o PNPB criou o selo social, que por intermédio do Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA), estabelece percentuais mínimos de matéria-prima que os produtores de biodiesel devem adquirir dos agricultores familiares (COLARES, 2008; GARCEZ; VIANNA, 2009). Este percentuais são: 15% para as aquisições provenientes das regiões Norte e Centro-Oeste; 30% para as aquisições

provenientes das regiões Sudeste, Nordeste e Semiárido; 35% na safra 2012/2013 e 40% a partir da safra 2013/2014, para as aquisições provenientes da região Sul (BRASIL. MINISTÉRIO DO ESTADO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO, 2012)

Em contrapartida, os produtores de biodiesel que adquirem matéria prima nas condições acima têm alguns benefícios, tais como: acesso a alíquotas diferenciadas do Programa de Integração Social e do Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS/PASEP) e da Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS) e acesso às melhores condições de financiamento junto ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). É possível ainda, obter as mesmas benesses junto a outras instituições financeiras habilitadas, como por exemplo, o Banco do Brasil, com condições especiais de financiamentos para projetos com selo do combustível social (VILLELA, 2009). Todo esse contexto estratégico-político, objetiva, em linhas gerais, além de minimizar os impactos ambientais provocados pela cadeia de produção e consumo do óleo diesel e das questões sociais diretamente atreladas, fazer frente ao cenário energético brasileiro, além da busca do equilíbrio das importações de óleo diesel (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2013).

Na tabela 3, nota-se que de 2003 a 2012, o consumo total de diesel cresceu 50,03%. Ainda neste interstício, as importações brasileiras alavancaram de 9,93% para 16,84%, denotando, notadamente, a dependência que temos deste combustível e ainda, a vinculação das importações para o suprimento do mercado interno (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2013). Não fossem os esforços empreendidos na produção do biodiesel, haveria a necessidade de mais importação do óleo diesel, afetando, diretamente, a balança comercial brasileira. De acordo com as demonstrações dos preços correntes de fontes de energia, o óleo diesel custou, ao consumidor final, em 2012, 1.068 US\$/m³ com impostos (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2013).

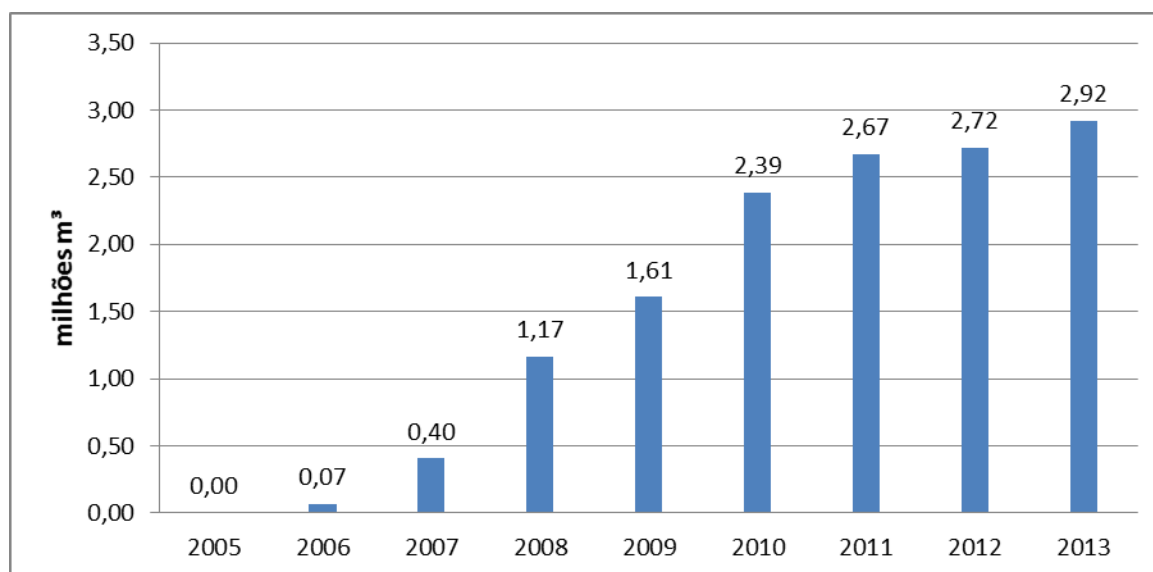
Tabela 3 – Produção, importação e consumo do óleo diesel, em milhares de metros cúbicos, no Brasil de 2003 a 2012

Fluxo	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Produção	35.421	39.235	38.396	38.729	39.516	42.244	44.051	43.827	45.564	48.294
Importação	3.820	2.695	2.971	3.545	5.099	5.829	3.515	9.007	9.333	9.719
Consumo Total	38.462	40.939	40.729	41.032	43.253	46.823	45.947	51.488	53.817	57.704
Dependência Externa	9,93%	6,58%	7,29%	8,64%	11,79%	12,45%	7,65%	17,49%	17,34%	16,84%

Fonte: Adaptado de Empresa de Pesquisa Energética (2013)

Considerando a taxa média de câmbio do dólar em 2012 a R\$ 1,88, de acordo com o Banco Central do Brasil (2013), o consumidor brasileiro pagou R\$ 2,007874 por litro de óleo diesel. Vale destacar que a dependência estrangeira do óleo diesel custou cerca de US\$ 7 bilhões (R\$ 14 bilhões). Por outro lado, a produção do biodiesel nacional evitou um custo US\$ 2,3 bilhões em 2012. Entretanto, houve uma desaceleração da evolução da produção do biodiesel, a qual pode ser observada na figura 10 (AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, 2014).

Figura 10 - Evolução da produção do biodiesel (B100) no Brasil de 2005 a 2013

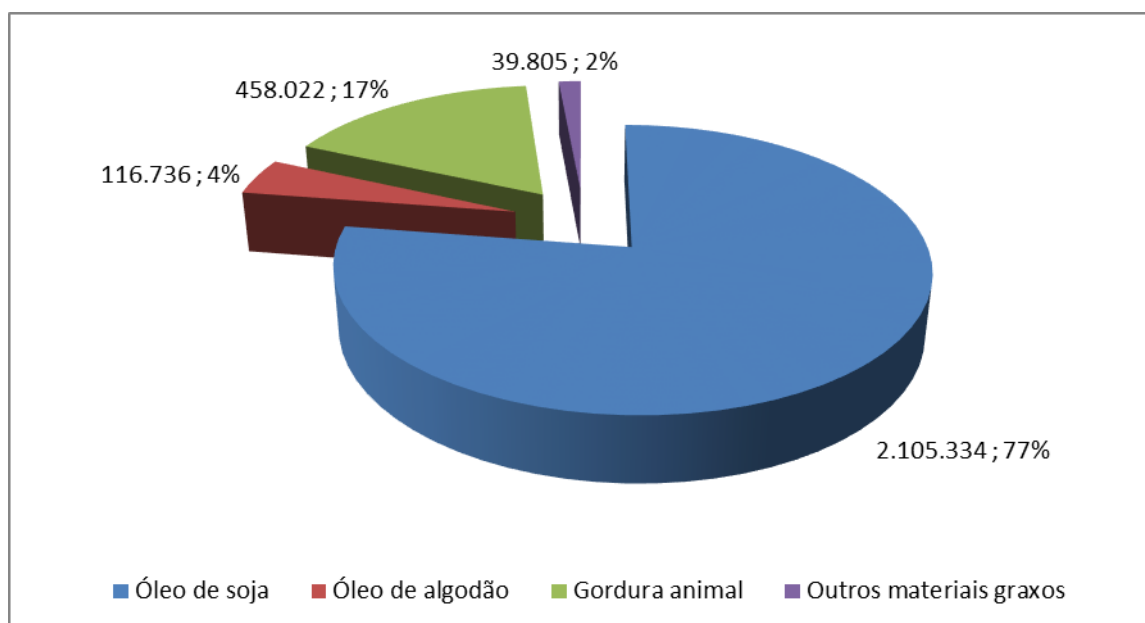


Fonte: Adaptado de Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2014)

Nota-se que a produção de biodiesel cresceu de 2007 a 2013, 486%, 189%, 38%, 48%, 12%, 2% e 7%, respectivamente. No plano mundial, o Brasil figura entre os três principais produtores de biodiesel, sendo precedido pela Alemanha e Estados Unidos (BRASIL. Ministério de Minas e Energia, 2013e).

As principais matérias-primas utilizadas na produção do biodiesel brasileiro são apresentadas na figura 11. Mais de três quartos do biodiesel produzido advém da cultura da soja. Os dados atualizados sobre o emprego das matérias-primas podem ser obtidos nos sítios eletrônicos da EPE e da ANP, na publicação denominada "Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis" (AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, 2013).

Figura 11 - Matérias-primas utilizadas na produção de biodiesel (B100) no Brasil em 2012, em metros cúbicos



Fonte: Adaptado da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2013)

3 ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS

Segundo a ABNT ISO 14001 (1996) o aspecto ambiental pode ser definido como "elemento das atividades, produtos e serviços de uma organização que podem interagir com o meio ambiente" e impacto ambiental como "qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização".

Valle (2011) considera o impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por alguma forma de matéria ou energia e resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente afetam a segurança, a saúde, o bem-estar, as atividades socioeconômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias e a qualidade dos recursos ambientais. É possível inferir que os aspectos ambientais são variáveis potenciais que, criadas por determinado processo produtivo, quando interferem no meio ambiente, geram determinado impacto ambiental. Este, por sua vez, pode ser compreendido como uma interação de um aspecto ambiental com o meio ambiente, o qual provoca de alguma forma, alterações das condições naturais do meio ambiente.

Alterações das condições naturais provocadas pelo homem podem ser vistas no aumento das concentrações dos gases do efeito estufa, que é definido por Tolentino e Rocha-Filho (1998) como um processo natural de retenção de calor solar pela atmosfera terrestre e que viabiliza a vida na Terra. No entanto, as atividades humanas resultam em emissões de gases do efeito estufa tais como: CO₂, CH₄, N₂O e SO_x em proporções e velocidade maiores do que a capacidade de remoção natural destes gases na atmosfera. As mudanças nas concentrações atmosféricas dos gases de efeito podem ser fatores de mudança climática, as quais podem afetar a absorção, a dispersão e a emissão de radiação no interior da atmosfera e na superfície da Terra. As fontes predominantes do aumento dos gases do efeito estufa são provenientes da combustão de combustíveis fósseis, tal como o óleo diesel. O dióxido de carbono é o gás do efeito estufa emitido em maior quantidade pelas atividades humanas, chegando a representar aproximadamente 77% do total de emissões antropogênicas. O uso dos combustíveis fósseis, o que inclui o diesel, representa aproximadamente 56,6% das emissões de CO₂ das atividades humanas (ROGNER; ZHOOU, 2007).

3.1 ESTUDO DE CASO: USINA TERMELÉTRICA (UTE) EM LÁBREA, AM

3.1.1 ASPETOS GERAIS E O SETOR ECONÔMICO

O estado do Amazonas possui área de 1.559.159,148 km², com população de 3.483.985 habitantes, em 2010, e projetada, para 2013, de 3.807.921 habitantes. Apresenta densidade demográfica de 2,23 hab./km², nos seus 62 municípios (IBGE, 2013a).

Lábrea é uma cidade do interior do estado do Amazonas, que fica a sudeste de Manaus, capital do estado, cerca de 700 km. O censo de 2010 apontou uma população de 37.701 habitantes e estimativa de 41.600 habitantes para 2013. Possui 68.233,824 km² de extensão territorial e tem densidade demográfica de 0,55 hab./km², ou seja, com densidade demográfica de um quarto em relação ao mesmo índice estadual (IBGE, 2013b). Na figura 12, é possível verificar a localização da cidade de Lábrea

Figura 12 - O estado do Amazonas e a cidade de Lábrea, AM



Fonte: Guianet (2014)

A economia de Lábrea é fundamentada na agricultura e no extrativismo. Na agricultura, predominam as culturas temporárias, tais como: mandioca, abacaxi, arroz, batata-doce, cana-de-açúcar, feijão, fumo e milho. Entre as culturas permanentes ressaltam-se abacate, banana, laranja e limão. A pecuária, assim como a avicultura não são significativas e restringem-se ao abastecimento local. A indústria é formada por usinas de beneficiamento de borracha, estaleiro, serralherias, marcenarias, olarias e padarias. No setor terciário, despontam o comércio varejista e o atacadista e serviços de escritórios, oficinas de reparos em aparelhos eletrodomésticos, hotéis, supermercados e agências bancárias, entre outros (AMAZONAS. SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 2012).

Em 2008, o Produto Interno Bruto do município correspondeu ao valor de R\$ 369.021, milhões posicionando-o na 6^o posição no ranking dos municípios do Amazonas com maior PIB. Naquele ano, o PIB per capita chegou a R\$ 9597,18. Um aspecto importante a ser ressaltado é que o fornecimento de energia está a cargo da empresa Eletrobrás Amazonas Energia, por meio de uma usina termelétrica que possui potência instalada 6.930 kW, tendo atendido, em 2013, a mais de 6700 unidades consumidas (ligações) de energia elétrica (AMAZONAS ENERGIA, 2012). A tabela 4 demonstra a quantidade de ligações de energia elétrica existente na cidade de Lábrea.

Tabela 4 – Quantidade de unidades consumidoras atendidas pela UTE de Lábrea em 2013

Classe de consumo	Quantidade de Unidades
Residencial	5.825
Industrial	19
Comercial	477
Rural	241
Demais Classes	205
Grupo "A" (Alta Tensão)	16
Total	6783

Fonte: UTE de Lábrea, AM (2013)

3.1.2 A UNIDADE TERMELÉTRICA DA CIDADE DE LÁBREA

O interior do estado do Amazonas não está conectado ao Sistema Interligado Nacional (SIN), ou seja, está isolado do sistema nacional de produção de energia elétrica, o que determina a necessidade de geração própria de energia elétrica, por meio de usinas termelétricas. A Eletrobrás Amazonas Energia é a concessionária responsável pela geração, transmissão e distribuição de energia elétrica em todo o Estado do Amazonas (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS, 2013). As usinas termelétricas que realizam o suprimento de energia elétrica na região norte do país são coordenadas pelo grupo técnico operacional da região norte – GTON, que atua sob responsabilidade da Eletrobrás, que é vinculada ao Ministério de Minas e Energia (2013d). A localização das termelétricas que operam no sistema isolado brasileiro é apresentada no anexo C (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS, 2009).

A Amazonas Energia divide o sistema elétrico que lhe é concedido em dois, sendo o primeiro responsável pelo suprimento energético da capital do estado e as cidades de Iranduba, Manacapuru e Presidente Figueiredo. O sistema Manaus, o maior dentre os sistemas isolados brasileiros, representa cerca de 60% do total do mercado de energia elétrica desses sistemas. De acordo com o plano anual de operação dos sistemas isolados de 2013 da Eletrobrás, o sistema Manaus é responsável pelo fornecimento de 8.437.116 MWh/ano, o que equivale a 946,4 MW médios, isto é, uma média de 703.093 MWh/mês, com demanda máxima de 1.421 MW (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS, 2013).

Já o sistema elétrico do interior do estado do Amazonas, o qual Lábrea faz parte, é suprido por meio de parque térmico, utilizando predominantemente como combustível o óleo diesel, transportado por via fluvial, com deslocamentos que podem durar até 40 dias, o que demanda especial atenção em relação aos aspectos logísticos e ambientais, devido ao constante risco de acidentes com vazamentos nos rios e também terrestres (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS, 2013).

O sistema interior é responsável pelo abastecimento de energia elétrica da ordem de 1.517.448 MWh/ano, o mesmo que 173,22 MW médios, com demanda máxima de 268,36 MW. Esses montantes equivalem a 126.454 MWh/mês.

A UTE de Lábrea - AM possui capacidade instalada de 6.300 kW de potência ativa, sendo constituída de oito grupos geradores, operando com motores ciclo diesel de injeção direta, tendo consumido em 2012 cerca de 8.354 m³ de óleo diesel e gerado, com isso, 26.955.000 kWh (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2006). Na figura 13 é apresentada a fachada da UTE de Lábrea.

Figura 13 – Usina Termelétrica de Lábrea, AM



Fonte: UTE de Lábrea, AM (2012)

Segundo informações de funcionários da UTE de Lábrea, a Usina Termelétrica utilizou até 31 de dezembro de 2013, o óleo diesel denominado "Óleo diesel B S1800" e a partir de janeiro de 2014 passou a utilizar o "Óleo diesel B S500". A ficha técnica do Óleo Diesel B S1800 pode ser consultada no anexo deste trabalho.

O óleo diesel Tipo B, ou seja, diesel de petróleo contendo biodiesel, desde 2010, com 5% de adição do biocombustível que abastece a UTE de Lábrea, AM é adquirido junto a Petrobras Distribuidora S/A no Terminal de Manaus (TEMAN). De acordo com a Amazonas Energia, detentora de concessão de geração e distribuição de energia na localidade, o combustível é transportado por via fluvial, pela calha do rio Purus, e entregue na UTE da cidade de Lábrea, distante 700 km da Capital Manaus.

4 METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesta pesquisa foi segmentada em duas esferas. A primeira foi a avaliação do impacto ambiental provocado pela UTE de Lábrea, por meio da realização de cálculo da emissão de dióxido de carbono resultante da queima do diesel de petróleo e projeções das misturas de biodiesel com óleo diesel em diversas proporções, tendo como base o planejamento energético de 2013. A segunda foi a avaliação do impacto econômico, por meio da estrutura de formação de preço dos combustíveis, com o objetivo de avaliar a viabilidade econômica do aumento do percentual de biodiesel ao diesel de petróleo, em diversas proporções.

4.1 CÁLCULO DA EMISSÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO

A mensuração da emissão relativa de dióxido de carbono proveniente da combustão do óleo diesel B S1800 e do éster metílico (biodiesel) foi realizado considerando o fator de emissão de 3,11 kg de CO₂ por kg de óleo diesel utilizado como combustível e de 2,86 kg de CO₂ por kg de biodiesel utilizado (PETERSON; HUSTRULID, 1998). Foi considerada a densidade de 0,840 kg/l para o óleo diesel B S1800 e a densidade de 0,880 kg/l para o biodiesel, de acordo com as publicações oficiais do BEN 2013 (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2013).

Para o procedimento de cálculo da eficiência operacional da UTE de Lábrea, foi utilizada a relação de eficiência entre o consumo do combustível e a energia elétrica gerada pela usina termelétrica, a qual é obtida pela equação 1.

Equação (01)

$$RCC = \frac{V}{E}$$

Onde:

RCC = Relação de consumo de combustível;

V = Volume de combustível consumido em litros

E = Energia gerada em kWh pela UTE de Lábrea

Foi estabelecida uma relação entre a emissão de dióxido de carbono proveniente da combustão de fonte estacionária e a geração de energia elétrica gerada pela UTE, que pode ser calculada pela equação 2 (SIMS; SCHOCK, 2007).

Equação (02)

$$E_{YkWh} = \frac{EP_Y}{E}$$

Onde:

E_{YkWh} = Emissão do poluente (Y), que nesta pesquisa será o CO₂, expresso em kg.gás/kWh;

EP_Y = Toneladas do poluente (Y), que nesta pesquisa será o CO₂,

E = Energia gerada, em kWh, pela UTE de Lábrea.

4.2 FORMAÇÃO DE PREÇO DE COMBUSTÍVEIS

Para a composição do preço das misturas do biodiesel com o diesel de petróleo foram consideradas as estruturas de formação dos preços de combustíveis, elaboradas pela (AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, 2014).

Equação (03)

1. Composição do preço do óleo diesel (sem mistura de biodiesel) no produtor ou importador:

- A. Preço de realização (1);
- B. Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico - Cide (2);
- C. PIS/PASEP e Cofins (3);
- D. Preço de faturamento sem ICMS $D = A + B + C$;
- E. ICMS produtor $E = [(D / (1 - ICMS\%)) - D$ (4);
- F. Preço de faturamento com ICMS (sem o ICMS da Substituição Tributária) $F = D + E$;

G. (i) ICMS da Substituição Tributária (com PMPF) $G (i) = (PMPF \times ICMS\% / (1 - MIX (5)) - E$;

H. Preço de faturamento do produtor (ex refinaria) com ICMS $H = F + G (i)$ ou $G (ii)$;

Dedução da Substituição tributária;

I. Preço Final do diesel de petróleo;

2. Composição do preço do biodiesel (B100), a ser misturado ao óleo diesel (a partir do produtor de óleo diesel):

J. Preço do biodiesel a ser adquirido, pela distribuidora, do produtor de biodiesel (Incluso PIS/PASEP e COFINS) (1);

K. ICMS da Substituição tributária;

L. Preço final do Biodiesel (B100);

3. Composição do preço do diesel BX (mistura de diesel com biodiesel - B100) a partir da distribuidora:

M. Custo de aquisição da distribuidora $M = (I \times (1 - MIX (5)) + (L \times MIX (5))$;

N. Margem da distribuidora e logística de entrega até a UTE de Lábrea;

4. Preço final para a UTE de Lábrea

O preço de realização do óleo diesel e do biodiesel pelos produtores é FOB (*free on board*) e já incluem a margem do agente econômico. A previsão legal da CIDE decorre da Lei nº 10.336, de 12/12/01, e suas alterações, combinada com o Decreto nº 5.060, de 30/04/04, e suas alterações. A incidência do PIS/PASEP e da COFINS é prevista na Lei nº 10.865, de 30/04/04, e suas alterações, combinada com o Decreto nº 5.059, de 30/04/04, e suas alterações (para os contribuintes que optaram pela alíquota específica). O preço médio ao consumidor final (PMPF) é estabelecido por Ato Cotepe. O MIX (5) é o percentual de mistura obrigatória biodiesel (B100) ao óleo diesel.

Para a avaliação econômica das misturas de biodiesel ao diesel de petróleo foi estabelecida uma relação entre o custo do combustível utilizado e a energia elétrica gerada pela UTE, que pode ser calculado pela equação 4.

Equação (04)

$$C_{GkWh} = \frac{CC \cdot V}{E}$$

Onde:

C_{GkWh} = Custo de geração por kWh, expresso em R\$/kWh;

CC = Custo de aquisição do combustível, expresso em R\$/Litro;

V = Volume de combustível utilizado, expresso em litros;

E = Energia gerada pela UTE de Lábrea, expressa em kWh.

Para a composição do preço ideal do biodiesel que compõe as misturas de B10 a B100 em que os preços destas misturas se equivalham ao preço do óleo diesel B S1800 praticado em 2013, que foi de R\$2,53/l foi estabelecida a equação 5 (JACQUES, 2010).

Equação (05)

$$Preço_{Diesel} \times PMD + Preço_{Biodiesel} \times (100 - PMD) + CF = 2,53$$

Onde:

Preço do óleo diesel de petróleo A S1800 = R\$ 1,8853;

PMD = Percentual de Mistura de óleo diesel de petróleo no combustível;

CF (Custo Fixo) = R\$ 0,6325;

2,53 = Preço de aquisição do óleo diesel B S1800 em 2013 pela UTE de Lábrea;

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO

Neste estudo teórico, a avaliação do impacto ambiental ficou restrita ao cálculo da emissão relativa de dióxido de carbono provocada pela combustão do óleo diesel B S1800 na geração de energia elétrica na UTE de Lábrea e a projeção da emissão de CO₂ das misturas de biodiesel com o óleo diesel de petróleo, em diferentes proporções, durante a queima destes combustíveis.

Considerando o planejamento energético, para o ano de 2013, é possível obterem-se alguns resultados e realizar considerações sobre os impactos ambientais gerados a partir da queima do óleo diesel B S1800 para a geração de energia elétrica na UTE de Lábrea, conforme apresentado na tabela 05.

Tabela 5 – Parâmetros fornecidos pela UTE de Lábrea, AM, em 2013 para o cálculo das emissões

Parâmetros	Valores
Volume de óleo diesel B S1800 (m ³)	8.354
Produção de energia elétrica (kWh)	29.332

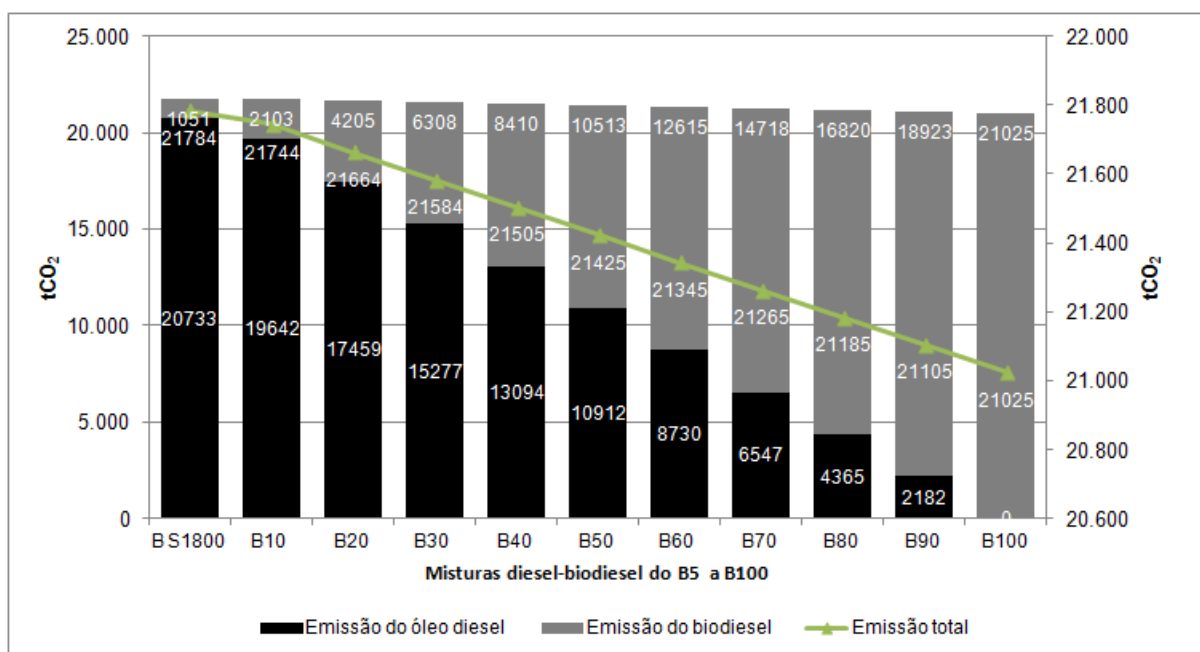
Fonte: UTE de Lábrea, AM (2013)

Nota-se que a UTE de Lábrea utilizou em 2013 8.354 m³ de óleo diesel B S1800 e, com esse combustível, gerou 29.332 MWh, determinando a relação de consumo entre o combustível e a energia elétrica gerada de 0,284 l/kWh. A emissão de CO₂ à atmosfera proveniente da queima do óleo diesel B S1800 na UTE de Lábrea em 2013 utilizando os 8.354 m³ foi de 21.784 tCO₂.

Para Salomon (2003) o CO₂ é um dos principais gases poluentes emitidos pela queima do óleo diesel na geração de energia elétrica. Rogner e Zhouu (2007) citam que as principais fontes poluidoras responsáveis pelo aumento da concentração dos gases do efeito estufa (GEE) são os combustíveis fósseis, sendo CO₂ o gás mais emitido pelas ações humanas, responsável por mais de 77% de todas as emissões antropogênicas. O uso dos combustíveis fósseis, tal como o óleo diesel de petróleo, é responsável por 56% das emissões de CO₂ de todas as atividades humanas (ROGNER; ZHOOU, 2007).

Para Barnwal e Sharma (2005) a inserção gradativa do biodiesel ao diesel de petróleo permite a redução da emissão de CO₂ decorrente da combustão. De acordo com Peterson e Hustrulid (1998) e considerando a densidade do combustível, a cada litro de óleo diesel queimado para a geração de energia elétrica são gerados 2,61 kg de CO₂, enquanto emissão de CO₂ por litro de biodiesel é de 2,52 kg por litro, isto é, 3,45% menor. Dessa forma, o aumento do percentual de biodiesel ao diesel de petróleo minimiza a quantidade de CO₂ emitido na combustão, conforme pode ser verificado na figura 14.

Figura 14 - Emissão de dióxido de carbono do óleo diesel B S1800 e a projeção da emissão das misturas biodiesel com o diesel de petróleo do B10 ao B100 em tCO₂ na UTE de Lábrea em 2013



Fonte: Calculado pelo autor de acordo com a metodologia de (PETERSON; HUSTRULID,1998)

Com base nos dados da figura 11, pode ser constatado que a emissão proveniente da combustão do óleo diesel B S1800 foi de 21.784 tCO₂ e é reduzida a 21.025 tCO₂ com a utilização do B100, ou seja, há uma redução da emissão de CO₂ na combustão de 3,45%, o equivalente a 759 tCO₂.

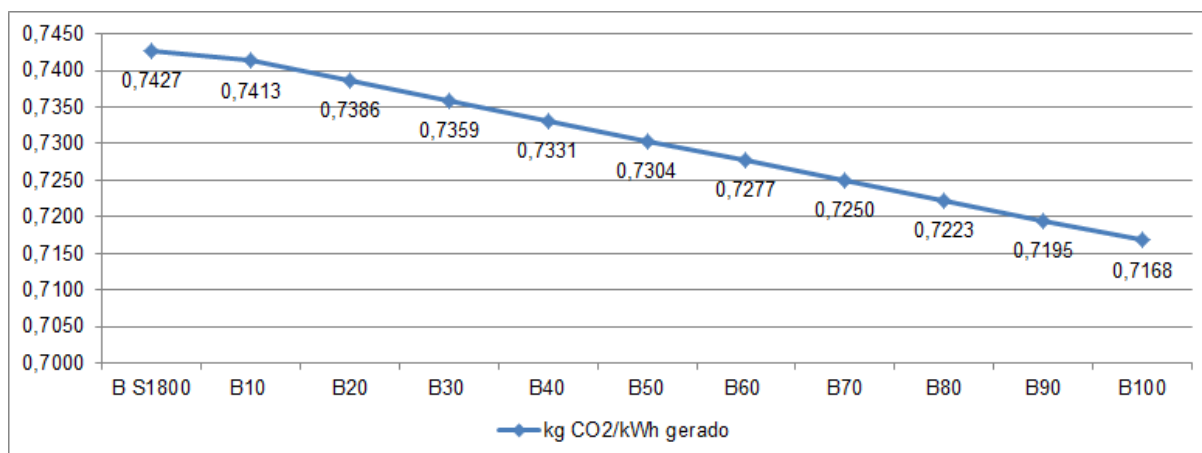
Outro fato de destaque é que a UTE de Lábrea utilizou até 31 de dezembro de 2013 o óleo diesel B S1800, ou seja, combustível que possui em sua composição 1800 mg de enxofre por quilograma de combustível. A partir de 01 de janeiro de 2014, a UTE de Lábrea passou a utilizar o óleo diesel B S500, isto é, que

possui em sua composição 500 mg de enxofre por quilograma de combustível, reduzindo assim, 1300 mg de enxofre por quilo de combustível utilizado na UTE. Ressalta-se que, além da redução da emissão de CO₂ quando o diesel de petróleo é substituído pelo biodiesel, a redução da quantidade de enxofre é outro benefício ambiental. A emissão de enxofre à atmosfera provoca problemas de saúde aos seres humanos e contribui com a formação de chuva ácida. Já o biodiesel não contém enxofre na sua composição (OLIVEIRA; SUAREZ; SANTOS, 2008; AMAIS; DONATI; NÓBREGA, 2012).

Além da redução da emissão de CO₂ quando se utiliza o biodiesel em substituição ao diesel de petróleo, o dióxido de carbono emitido durante a queima do biodiesel é absorvido pelas oleaginosas que dão origem ao biodiesel, gerando um ciclo de carbono menos impactante ambientalmente. Esta foi a conclusão dos estudos de Peterson e Hustrulid (1998) considerando como matéria prima para o biodiesel o óleo de colza. No caso do Brasil, a produção de biodiesel é realizada em mais de 77% com base na produção de soja. No entanto, o raciocínio de reciclagem do dióxido de carbono é o mesmo, ou seja, com a utilização do biodiesel em detrimento ao diesel de petróleo é possível uma redução da concentração de CO₂ na atmosfera (PETERSON; HUSTRULID, 1998). Destaca-se que à medida que se emprega o biodiesel no diesel de petróleo há a redução da emissão de SO_x até a sua completa eliminação, quando da utilização do B100 (BARNWAL; SHARMA, 2005). A substituição do diesel de petróleo pelo biodiesel promove a redução das concentrações destes gases na atmosfera, os quais são atribuídos, por alguns pesquisadores, como fatores de mudança climática (PETERSON; HUSTRULID, 1998; ROGNER; ZHOOU, 2007).

A figura 15 apresenta a relação entre a emissão de CO₂ proveniente da queima do combustível em fonte estacionária, utilizado na UTE de Lábrea e a geração de energia elétrica pela UTE com o óleo diesel B S1800, bem como com as misturas de B10 a B100. Os cálculos foram feitos conforme a equação 3 (SIMS; SCHOCK, 2007). Constata-se que ao utilizar o B S1800 em 2013, a cada kWh gerado pela UTE foi emitido 0,7427 kg de CO₂, ao passo que, ao utilizar o B100, é possível reduzir a emissão de CO₂ para 0,7168 kg de CO₂/kWh, reduzindo assim, 26 gramas de CO₂ por kWh gerado.

Figura 15 - Emissão de CO₂ por kWh gerado pela UTE de Lábrea com óleo diesel B S 1800 e a projeção da emissão de CO₂ das misturas biodiesel e diesel de petróleo de B10 a B100



Fonte: Calculado pelo autor de acordo com a metodologia de Sims e Shock (2007).

Extrapolando os resultados obtidos nesta pesquisa, em que a substituição do diesel de petróleo pelo biodiesel mitiga a emissão de 759 tCO₂ por ano, para uma termelétrica de 6.300 W de potência ativa e, considerando como hipótese que as 983 usinas termelétricas do país que utilizam o óleo diesel, as quais totalizam 3.460.604 kW, operam com o mesmo rendimento energético, é admissível inferir que seria possível mitigar a emissão de 416.920 tCO₂, ao ano, substituindo o óleo diesel pelo biodiesel (B100) nas termelétricas em operação no Brasil.

Além da redução da emissão de CO₂ com a substituição do diesel pelo biodiesel, não há emissão do dióxido de enxofre com a utilização do biodiesel, uma vez que este biocombustível não possui enxofre na sua composição. Esta projeção demonstra o impacto ambiental positivo que a substituição do diesel pelo biodiesel, na geração de energia elétrica, em termelétricas, pode proporcionar ao meio ambiente. Outro fato relevante é que a emissão de CO₂ proveniente da queima do biodiesel é reciclada durante o crescimento das oleaginosas que são matéria prima para a produção do biodiesel. No entanto, para novos estudos, recomenda-se o monitoramento da emissão de CO₂ da cultura que dará origem ao biodiesel, quer seja mensuração em campo, quer seja por intermédio de análise do ciclo de vida, como para a soja, por exemplo, que é matéria prima de 77% do biodiesel.

É especialmente importante a análise da utilização do biodiesel em detrimento ao óleo diesel em termelétricas, considerando o cenário energético que o país atravessa desde o final de 2012. Em condições hidrológicas normais, as usinas hidrelétricas são responsáveis por mais 76% do abastecimento de energia elétrica

no país. No entanto, quando há falta de chuva, tal como ocorreu em 2001, momento em que o baixo nível dos reservatórios prejudicou o processo de geração de energia elétrica, culminando no chamado "apagão", são necessários os acionamentos das usinas termelétricas, especialmente as movidas a óleo combustível e a óleo diesel. Efeito similar ao de 2001 tem sido sentido recentemente, quando no quarto trimestre de 2012 o Operador Nacional dos Sistemas - ONS determinou o despacho de usinas termelétricas movidas a combustíveis fósseis para controlar o nível dos reservatórios das hidrelétricas, as quais continuam em operação. Neste contexto, a inserção do biodiesel no óleo diesel, em proporções maiores que as já regulamentadas poderiam minimizar a emissão de CO₂ à atmosfera, quer seja para as usinas que operam nos sistemas isolados, quer seja para as usinas despachadas pelo ONS em situações emergenciais para controlar o nível dos reservatórios de água.

5.2 IMPACTOS ECONÔMICOS

As discussões sobre a utilização do biodiesel em proporções superiores as já regulamentadas, em usinas termelétricas, sob a perspectiva econômica é de extrema relevância. Prova disso é que a utilização do óleo diesel nas termelétricas, que estão em operação por conta dos baixos níveis dos reservatórios, tem reflexo na balança comercial. De dezembro de 2013 para janeiro de 2014, houve uma evolução de 40% na importação do óleo diesel, alavancada pela utilização do diesel nas termelétricas (AMORIN; BAHNEMANN, 2014).

Outro fato relevante é que o custo de operação desses empreendimentos é superior ao das usinas hidrelétricas. A utilização das termelétricas no Brasil em detrimento às hidrelétricas, só em 2013, custou R\$ 9,5 bilhões ao governo federal, custo que será repassado ao consumidor em parcelas que vão de 2014 a 2018 nos processos de revisão tarifária das distribuidoras de energia. Em 2014, já foram aportados R\$ 9 bilhões na Conta de Desenvolvimento Energético – CDE, com fundamento no Decreto nº 7.891, de 23 de janeiro de 2013, atualizado pelo Decreto nº 7.945, de 7 de março de 2013.

Além dessas medidas, o conselho nacional de política energética – CNPE, por meio da Resolução nº 3, de 6 de março de 2013, autorizou a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE a captar mais recursos financeiros

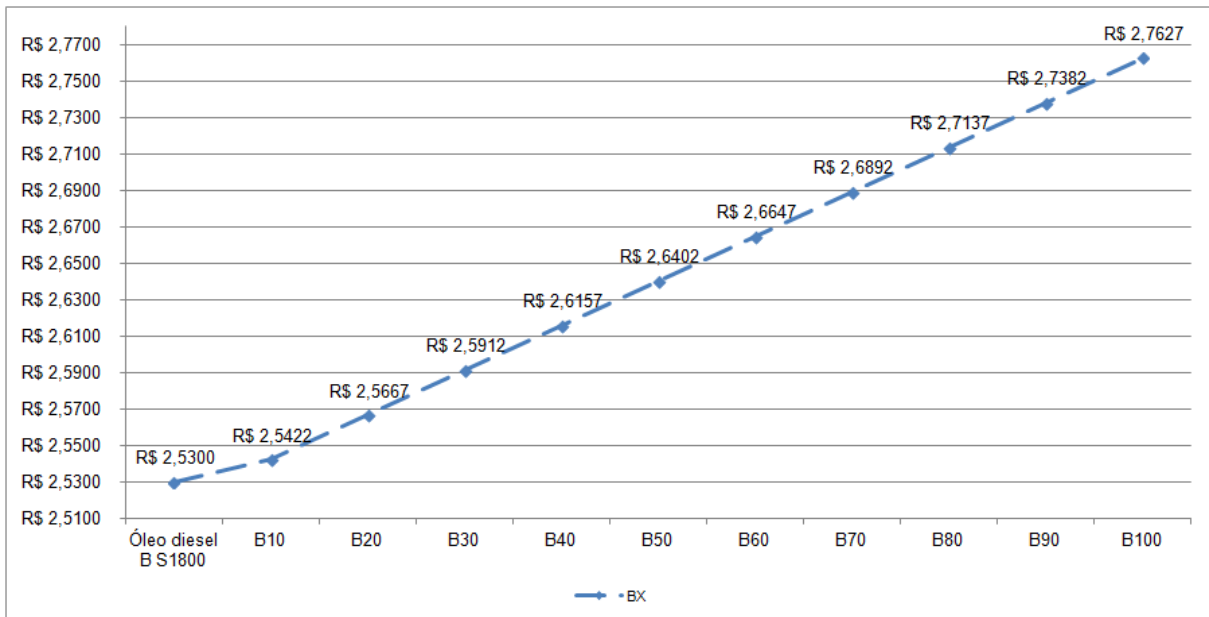
para suportar a geração de energia elétrica das usinas termelétricas a diesel. Em síntese, o ônus das operações das usinas termelétricas será repassado nas tarifas de energia elétrica dos consumidores, bem como dividida entre os demais agentes do setor elétrico, tais como: clientes livres; usinas e distribuidoras, por meio do Encargo de Serviços do Sistema.

Neste estudo teórico a avaliação do impacto econômico ficou restrita à formação dos preços do óleo diesel B S1800, bem como das misturas de biodiesel com o diesel de petróleo em diferentes proporções, isto é do B10 ao B100. Com a análise da formação de preço das misturas de biodiesel com o óleo diesel de petróleo é possível avaliar se há viabilidade econômica para o emprego destas misturas na UTE de Lábrea.

Para a análise do impacto econômico das misturas de biodiesel com o óleo diesel de petróleo foi necessário, inicialmente, o preço médio pago pelo litro do óleo diesel B S1800 em 2013, uma vez que todos os dados coletados sobre o planejamento energético são de 2013. O preço de aquisição do óleo diesel B S1800 utilizado na UTE de Lábrea em 2013, segundo as informações da Amazonas Energia foi de R\$ 2,53/l.

Na sequência, buscou-se obter o preço médio do biodiesel (B100) para o ano de 2013, que foi R\$ R\$ 1,9977/l., sendo este o preço médio homologado nos leilões de biodiesel, isto é, recebido pelo produtor de biodiesel. Com os preços do óleo diesel B S1800 e do B100, em conjunto com a metodologia da estrutura de formação de preços da ANP foi possível compor os preços das misturas. Os preços, por litro de combustível, do óleo diesel B S1800 ao B100 são apresentados na figura 16. É possível verificar que, considerando a estrutura de formação de preço do combustível da ANP e nos limites estabelecidos por esta pesquisa, o preço do B100 é 9,20% maior que o óleo diesel B S1800 utilizado em 2013 da UTE de Lábrea.

Figura 16 – Preço do litro do óleo diesel B S1800 e das misturas BX de B10 a B100, para a UTE de Lábrea em 2013



Fonte: Calculado pelo autor de acordo com a metodologia da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2014)

Na tabela 6 é apresentada detalhadamente composição dos preços do óleo diesel B S1800 e das misturas de biodiesel com o óleo diesel de petróleo, do B10 ao B100, de acordo com a metodologia da estrutura de formação de preço da (AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS, 2014).

Tabela 6 – Composição dos preços do óleo diesel B S1800 e das misturas de biodiesel com o óleo diesel de petróleo, do B10 ao B100 conforme a metodologia da estrutura de formação de preço da ANP

Estrutura de formação de preços	Óleo diesel B S1800										
	B10	B20	B30	B40	B50	B60	B70	B80	B90	B100	
1. Composição do preço do óleo diesel (sem mistura de biodiesel) no produtor ou importador											
A. Preço de realização (1)	R\$ 1,4168	R\$ 1,4168	R\$ 1,4168	R\$ 1,4168	R\$ 1,4168	R\$ 1,4168	R\$ 1,4168	R\$ 1,4168	R\$ 1,4168	R\$ 1,4168	R\$ 1,4168
B. Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico - Cide (2)	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
C. PIS/PASEP e Cofins (3)	R\$ 0,1480	R\$ 0,1480	R\$ 0,1480	R\$ 0,1480	R\$ 0,1480	R\$ 0,1480	R\$ 0,1480	R\$ 0,1480	R\$ 0,1480	R\$ 0,1480	R\$ 0,1480
D. Preço de faturamento sem ICMS D = A + B + C	R\$ 1,5648	R\$ 1,5648	R\$ 1,5648	R\$ 1,5648	R\$ 1,5648	R\$ 1,5648	R\$ 1,5648	R\$ 1,5648	R\$ 1,5648	R\$ 1,5648	R\$ 1,5648
E. ICMS produtor E = [(D / (1 - ICMS%)) - D (4)]	R\$ 0,3205	R\$ 0,3205	R\$ 0,3205	R\$ 0,3205	R\$ 0,3205	R\$ 0,3205	R\$ 0,3205	R\$ 0,3205	R\$ 0,3205	R\$ 0,3205	R\$ 0,3205
F. Preço de faturamento com ICMS (sem o ICMS da Substituição Tributária) F = D + E	R\$ 1,8853	R\$ 1,8853	R\$ 1,8853	R\$ 1,8853	R\$ 1,8853	R\$ 1,8853	R\$ 1,8853	R\$ 1,8853	R\$ 1,8853	R\$ 1,8853	R\$ 1,8853
G. (i) ICMS da Substituição Tributária (com PMPF) G (i) = (PMPF x ICMS% / (1 - MIX (5))) - E	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325
H. Preço de faturamento do produtor (ex refinaria) com ICMS H = F + G (i)	R\$ 2,0178	R\$ 2,0178	R\$ 2,0178	R\$ 2,0178	R\$ 2,0178	R\$ 2,0178	R\$ 2,0178	R\$ 2,0178	R\$ 2,0178	R\$ 2,0178	R\$ 2,0178
I. Dedução da Substituição tributária	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325
J. Preço Final do diesel de petróleo	R\$ 1,8853	R\$ 1,8853	R\$ 1,8853	R\$ 1,8853	R\$ 1,8853	R\$ 1,8853	R\$ 1,8853	R\$ 1,8853	R\$ 1,8853	R\$ 1,8853	R\$ 1,8853
2. Composição do preço do biodiesel (B100), a ser misturado ao óleo diesel (a partir do produtor de óleo diesel)											
K. Preço do biodiesel a ser adquirido, pela distribuidora, do produtor de biodiesel (Incluso PIS/PASEP e COFINS) (1)	R\$ 1,9977	R\$ 1,9977	R\$ 1,9977	R\$ 1,9977	R\$ 1,9977	R\$ 1,9977	R\$ 1,9977	R\$ 1,9977	R\$ 1,9977	R\$ 1,9977	R\$ 1,9977
L. ICMS da Substituição tributária	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325	R\$ 0,1325
M. Preço final do Biodiesel (B100)	R\$ 2,1302	R\$ 2,1302	R\$ 2,1302	R\$ 2,1302	R\$ 2,1302	R\$ 2,1302	R\$ 2,1302	R\$ 2,1302	R\$ 2,1302	R\$ 2,1302	R\$ 2,1302
3. Composição do preço do diesel BX (mistura de diesel com biodiesel - B100) a partir da distribuidora											
N. Custo de aquisição da distribuidora M = (J x (1 - MIX (5))) + (M x MIX (5))	R\$ 1,8975	R\$ 1,9098	R\$ 1,9343	R\$ 1,9588	R\$ 1,9833	R\$ 2,0078	R\$ 2,0323	R\$ 2,0568	R\$ 2,0813	R\$ 2,1057	R\$ 2,1302
O. Margem da distribuidora e logística de entrega até a UTE de Lábrea	R\$ 0,6325	R\$ 0,6325	R\$ 0,6325	R\$ 0,6325	R\$ 0,6325	R\$ 0,6325	R\$ 0,6325	R\$ 0,6325	R\$ 0,6325	R\$ 0,6325	R\$ 0,6325
4. Preço final para a UTE de Lábrea	R\$ 2,5300	R\$ 2,5422	R\$ 2,5667	R\$ 2,5912	R\$ 2,6157	R\$ 2,6402	R\$ 2,6647	R\$ 2,6892	R\$ 2,7137	R\$ 2,7382	R\$ 2,7627

Fonte: Elaborado pelo autor a partir da metodologia da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2014)

Nota: (1) Preço FOB (free on board). Já inclui a margem do agente econômico; (2) Lei nº 10.336, de 12/12/01, e suas alterações, combinada com o Decreto nº 5.060, de 30/04/04, e suas alterações; (3) Lei nº 10.865, de 30/04/04, e suas alterações, combinada com o Decreto nº 5.059, de 30/04/04, e suas alterações (para os contribuintes que optaram pela alíquota específica); (4) Preço Médio ao Consumidor Final (PMPF) estabelecido por Ato Cotepe / PMPF; MIX (5) % de mistura obrigatória biodiesel (B100) ao óleo diesel.

O preço do óleo diesel BX ao consumidor final é composto da seguinte maneira: na parcela pertencente ao produtor do óleo diesel de petróleo, considera-se o preço realizado na produção, que para o a região norte do país é de 56% do preço final (BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2013f). Logo, 56% de R\$ 2,53 do óleo diesel B S1800 é igual a R\$ 1,4168. A incidência da CIDE, hoje no Brasil é nula. Incidem PIS/PASEP e COFINS na proporção de R\$ 26,36/m³ e R\$ 121,64/m³, respectivamente, de acordo com o artigo 4º da Lei nº 9.718 de 27 de novembro de 1998. A alíquota de ICMS para o produtor de óleo diesel no estado do Amazonas é de 17% de acordo com o artigo 12, I, c do Decreto nº. 20.686, de 28 de dezembro de 1999 – RICMS/AM. Ainda com base no RICMS é cobrado do produtor de óleo diesel, como substituição tributária, o ICMS presumido pelo Preço Médio Ponderado ao Consumidor Final, que em dezembro de 2013 foi de R\$2,5317 por litro de óleo diesel B S1800 comercializado.

O biodiesel (B100) tem o seu preço definido em leilões realizados pela ANP. O preço médio do litro do biodiesel comercializado em 2013 foi de R\$ 1,9977. No entanto, para a avaliação econômica, foi deduzido o ICMS da substituição tributária que ocorreu junto ao produtor do óleo diesel de petróleo e acrescentado na composição do preço do biodiesel, atingindo, assim, o preço médio de R\$ 2,1302/l. Para a composição das misturas BX, foi realizada a média ponderada das misturas, como, por exemplo, para o óleo diesel B S1800, 95% do preço do óleo diesel de petróleo mais 5% de B100, chegando a um valor de R\$ 1,8975. Acrescentou-se, por último, o valor de R\$ 0,6325/l relacionado à logística de coleta do óleo diesel de petróleo, do biodiesel, ambos até a distribuidora, a margem de comercialização da distribuidora e logística de entrega de Manaus até Lábrea, compondo, assim, o preço de R\$ 2,53 por litro de óleo diesel B S1800, R\$ 2,5422 para o B20 até o preço do B100, que foi de R\$ 2,7627 o litro.

Na tabela 7 é apresentado o custo de aquisição de combustível do óleo diesel B S1800 e as projeções das demais misturas de B10 a B100, para o ano de 2013, considerando o volume de 8354 m³ de combustível. O custo de aquisição do óleo diesel B S1800, que foi utilizado em 2013 para a UTE de Lábrea foi de R\$ 21.237.930,87. Tendo em vista o preço de o biodiesel ser maior, nas condições e limites desta pesquisa, que o preço do B5, na medida em que o aumento de biodiesel é considerado, o custo das misturas também evolui, chegando a R\$ 23.079.526,55, isto é, a adoção do B100 encareceria o custo de aquisição do

combustível em R\$ 1.943.906,55 para a UTE de Lábrea em 2013. Ainda na tabela 07 é apresentada a relação entre o custo do combustível utilizado em 2013, que foi o B S1800 (B5) e a energia elétrica gerada pela UTE, expresso em kWh, bem como as projeções dos custos do kWh do B10 ao B100. Em 2013 a UTE de Lábrea operou com óleo diesel B S1800 e teve uma relação entre o custo do combustível comprado que foi de R\$ 21.135.620,00 e a energia elétrica gerada, que foi de 29.332.000 kWh, de R\$ 0,7206/kWh. Com a adoção do B10, considerando o mesmo rendimento energético, o custo do kWh seria de R\$ R\$ 0,7241. Já com a adoção do B100, o custo do kWh gerado passaria para R\$ 0,7868/kWh, isto é, 9,19% superior ao B5.

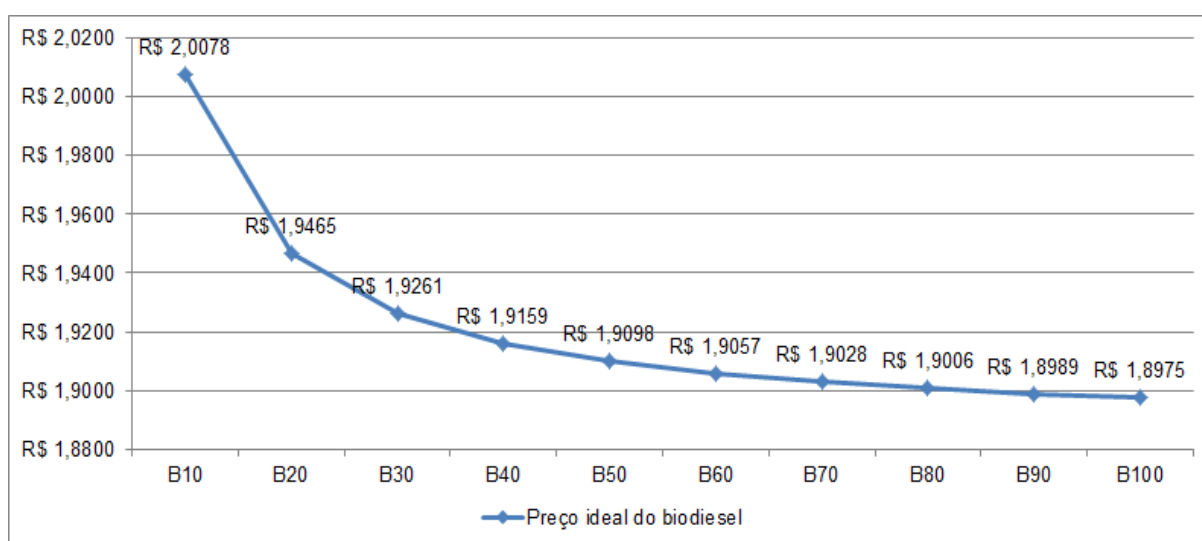
Tabela 7 – Custo de aquisição do combustível para a operação da UTE e o custo por kWh gerado pela UTE de Lábrea em 2013, do B S1800 ao B100

Parâmetro	Óleo diesel B S1800	B10	B20	B30	B40	B50	B60	B70	B80	B90	B100
Custo de aquisição do combustível em 2013	R\$ 21.135.620,0000	R\$ 21.237.930,87	R\$ 21.442.552,61	R\$ 21.647.174,36	R\$ 21.851.796,10	R\$ 22.056.417,84	R\$ 22.261.039,58	R\$ 22.465.661,33	R\$ 22.670.283,07	R\$ 22.874.904,81	R\$ 23.079.526,55
Custo do kWh gerado por combustível em 2013	R\$ 0,7206	R\$ 0,7241	R\$ 0,7310	R\$ 0,7380	R\$ 0,7450	R\$ 0,7520	R\$ 0,7589	R\$ 0,7659	R\$ 0,7729	R\$ 0,7799	R\$ 0,7868

Fonte: Calculado pelo autor a partir de dados fornecidos pela UTE de Lábrea, AM (2013)

No plano do estudo de caso desta pesquisa, buscou-se ainda o estabelecimento do preço ideal do biodiesel que atingisse, na composição final de cada mistura (BX), o preço de equivalência do óleo diesel B S1800, utilizado em Lábrea em 2013, que foi de R\$ 2,53 em relação às misturas de B10 a B100. Para tanto, calculou-se o preço do litro do biodiesel contido nas misturas de B10 a B100, considerando a proporção de diesel e de biodiesel de cada mistura, de modo que o custo total não ultrapassasse o preço do óleo diesel B S1800 (R\$ 2,53). O resultado é apresentado na figura 17 e mostrou que as misturas de B10 a B100 atingem o preço ideal quando o preço por litro de biodiesel está entre R\$ 2,0078, para o B10 a R\$ 1,8975 para o B100, com variação máxima de 10,92%. Dessa forma, o preço médio do litro do biodiesel que foi de R\$ 2,1302, em 2013, deveria ser reduzido a R\$ 1,8975, com impostos, para que o óleo diesel fosse substituído em 100% pelo biodiesel, de modo que fossem mantidos os mesmos custos de aquisição de combustível da UTE de Lábrea em 2013. Caso o biodiesel viesse a atingir preço inferior a R\$ 1,8975, a UTE de Lábrea passaria a ter redução do custo de aquisição de combustível, viabilizando, nas condições e limites desta pesquisa, o emprego do B100.

Figura 17 – Preço ideal do biodiesel que viabiliza o emprego das misturas diesel-biodiesel do B10 ao B100



Fonte: Calculado pelo autor a partir da metodologia de Jacques (2010).

6 CONCLUSÃO

Há 983 usinas termelétricas no país que utilizam o óleo diesel como combustível para a geração de energia elétrica. A utilização dos combustíveis fósseis é responsável por mais de 56% da emissão de CO₂ das atividades humanas em todo o mundo. A utilização do biodiesel em substituição ao diesel de petróleo pode minimizar a quantidade de dióxido de carbono emitido durante a combustão e reciclar o CO₂ emitido pela queima do biocombustível quando do crescimento das oleaginosas que servirão como matéria prima para a produção de biodiesel. Um dos motivos que dificultam o aumento do percentual de biodiesel ao diesel de petróleo é a inviabilidade econômica, pois o custo da produção do diesel de petróleo ainda é menor do que o custo de produção do biodiesel.

Considerando o estudo de caso desta pesquisa, sob a ótica ambiental, os resultados permitem concluir que a UTE de Lábrea emitiu 21.784 tCO₂ proveniente da combustão do óleo diesel B S1800 para a produção de 29.332 MWh de energia em 2013. As projeções realizadas mostraram decréscimo da emissão de CO₂ quando há aumento na proporção de biodiesel ao diesel de petróleo, sendo que a utilização do B100 reduziria a emissão de CO₂ decorrente da queima do combustível em 759 tCO₂, atingindo 21.025 tCO₂ para o ano de 2013. O aumento do percentual de biodiesel ao diesel de petróleo reduz ainda a emissão do SO_x emitido durante a queima do óleo diesel, que provoca danos à saúde do ser humano e é um dos responsáveis pela formação de chuva ácida. Com isso, conclui-se que a adoção do biodiesel pode minimizar a concentração de CO₂ e SO_x decorrentes das atividades humanas. Extrapolando os resultados desta pesquisa para todo o parque de geração de energia elétrica que utilizam o óleo diesel como combustível no Brasil, considerando, hipoteticamente, que todas as usinas operam com o mesmo rendimento energético, seria possível mitigar a emissão de 416.920 tCO₂, ao ano, para a potência instalada de 3.460.604 kW.

Na perspectiva econômica, foi possível concluir que, nos limites desta pesquisa, considerando os preço de produção do óleo diesel de petróleo e os preços médios de comercialização do biodiesel em 2013, não há, nestas condições, viabilidade econômica para a inserção do biodiesel sem que haja o aumento do custo de aquisição de combustível da UTE de Lábrea. O preço médio do litro do óleo diesel B S1800 em 2013, para a UTE de Lábrea foi de R\$2,53. A adoção do B10,

por exemplo, elevaria o preço a R\$ 2,5422, chegando a R\$ 2,7627 com o emprego do B100, elevando o custo em 9,19%. O custo de aquisição do combustível para a operação em 2013 foi de R\$ 21.135.620,00 e, com o B100, atingiria R\$ 23.079.526,55, elevando o custo de operação da termelétrica em R\$ 1.943. 906,55, ao ano. Calculado o preço ideal do litro de biodiesel que viabilizaria o aumento gradativo de biodiesel em substituição ao óleo diesel B S1800, que foi de R\$ 2,53, o preço por litro do biodiesel, para o B10 deveria ser R\$ 2,0078, com impostos e não de R\$ 2,1302. Para o B100, o preço ideal seria R\$ 1,8975, isto é, 10,92% menor do que o preço praticado em 2013, isto é, o B100 deveria ter, em toda a sua cadeia produtiva, o custo máximo de R\$1,8975, para que houvesse a viabilidade econômica para a adoção do B100 em substituição ao óleo diesel B S1800.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sistemas de gestão ambiental - Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio.** NBR ISO 14.001. Rio de Janeiro: ABNT, 1996. p.30-32

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Despacho 2.280, de 03 de outubro de 2006. Regulariza, junto à ANEEL, a potência instalada da UTE de Lábrea e da outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 04 out. 2006. Seção 1, p.76.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília, 2008. p.105-107.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **BIG - Banco de Informações de Geração**. 2013. Capacidade de Geração do Brasil. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 2 mar. 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Informações Gerenciais – março de 2012**. Brasília, Trimestral, 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa nº 414**, de 9 de setembro de 2010. Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/bren2010414.pdf>>. Acesso em: 4 abr. 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Competências da ANP**. 2013. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=60389&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1362253546376>>. Acesso em: 2 mar.2013.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Estruturas de formação dos preços**. 2014. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=62871&m=estruturas%20de%20forma%E7%E3o%20dos%20pre%E7os&t1=&t2=estruturas%20de%20forma%E7%E3o%20dos%20pre%E7os&t3=&t4=&ar=0&ps=1&cachebust=1399375605709>>. Acesso em: 6 maio.2014.

AMAI, R. S.; DONATI, G. L.; NOBREGA, J. A. Interference standard applied to sulfur determination in biodiesel microemulsions by ICP-QMS. **Journal of the Brazilian Chemical Society**. ,São Paulo, v. 23, n. 5, May 2012 .

AMAZONAS. SECRETARIA DE ESTADO DA FAZENDA. Decreto nº 20.686, de 28 de dezembro de 1999. Aprova o Regulamento do Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação - ICMS e dá outras providências. **Diário Oficial [do] Estado do Amazonas**. Poder Executivo, Manaus, 28 dez.1999 p. 3

AMAZONAS. Secretaria de Estado de Planejamento e Desenvolvimento Econômico. **Perfil Econômico dos Municípios do Amazonas**. 2012. Disponível em: <<http://www.seplan.am.gov.br/>>. Acesso em: 5 ago. 2014.

AMAZONAS ENERGIA. FEITOZA, B. S. **Informações sobre geração encaminhamento da DG** - Diretoria de Geração da Eletrobrás. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por <nilmaer.souza@redenergia.com> em 7 dez. 2012

AMAZONAS ENERGIA. GUIMARAES, S.A.R. **Informações sobre geração encaminhamento da DG - Diretoria de Geração da Eletrobrás**. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por <nilmaer.souza@redenergia.com> em 4 nov. 2013

AMORIN, D.; BAHNEMANN, W. O acionamento das térmicas a óleo diesel já tem reflexo na balança comercial. **Estadão**. Rio de Janeiro, 04 mar. 2014. Economia. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,acionamento-de-termicas-a-oleo-diesel-ja-tem-reflexo-na-balanca-comercial-imp-,1137067>>. Acesso em 06 mar. 2014.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (BC). **Taxa de Câmbio - R\$/US\$ - Média - Média do ano - Período de 01/01/2012 a 31/12/2012 para 2012 a 2012**. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/expectativas/publico/?wicket:interface=:0:2::> . Acesso em: 30 de set. 2013.

BARNWAL, B.K.; SHARMA, M.P. Prospects of biodiesel production from vegetable oils in India. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.9, p. 363-378, 2005.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Competências**. 2013a. Disponível em <http://www.mme.gov.br/mme/menu/aceso_a_informacao/institucional/competencia_s.html>. Acesso em: 02 mar. 2013.

____. Ministério de Minas e Energia. **Histórico do Ministério de Minas e Energia**. 2013b. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/mme/menu/institucional/ministerio.html>>. Acesso em: 7 abr. 2013.

____. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2021**. Rio de Janeiro: EPE, 2012. 2v.

____. Ministério de Minas e Energia. **A ANP**. 2013c. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/menu/entidades_vinculadas/anp.html>. Acesso em: 7 abr. 2013.

____. Ministério de Minas e Energia. **Estrutura Organizacional do MME**. 2013d. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/menu/institucional/estrutura_organizacional.html>. Acesso em: 4 abr. 2013.

____. Ministério de Minas e Energia. **Programa Nacional de Produção e uso do Biodiesel**. 2013e. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/programas/biodiesel/menu/biodiesel/pnpb.html>>. Acesso em: 24 set. 2013.

____. Ministério de Minas e Energia. 2013f, **Relatório do Mercado de Derivados de Petróleo**, n. 96, dez, 2013. p.1-10.

____. Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996. Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 27 dez. 1996. Seção 1, p. 142

____. Lei nº 9.718, de 27 de novembro de 1998. Altera a Legislação Tributária Federal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 28 nov 1998. Seção 1, Edição Extra, p. 2

____. Lei nº 10.336, de 12 de dezembro de 2001. Institui Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico incidente sobre a importação e a comercialização de petróleo e seus derivados, gás natural e seus derivados, e álcool etílico combustível (Cide), e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 12 dez. 2001. Seção 1, p. 8

____. Lei nº 10.865, de 30 de abril de 2004. Dispõe sobre a Contribuição para os Programas de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público e a Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social incidentes sobre a importação de bens e serviços e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 30 abril 2004. Seção 1, p. 1

____. Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004. Dispõe sobre a comercialização de energia elétrica [...] e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 16 mar. 2004. Seção 1, p. 6.

____. Lei n 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nos 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências. . **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 13 jan. 2005. Seção 1, p. 8.

____. Decreto 2.455, de 14 de janeiro de 1998. Implanta a Agência Nacional do Petróleo - ANP, autarquia sob regime especial, aprova sua Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e Funções de Confiança e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 15 jan. 1998. Seção 1, p. 41.

____. Decreto nº 5.059, de 30 de abril de 2004., de 27 de novembro de 1998. Reduz as alíquotas da Contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS incidentes sobre a importação e a comercialização de gasolina, óleo diesel, gás liquefeito de petróleo (GLP) e querosene de aviação. . **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 30 abril 2004 Seção 1, p. 24

____.MEDIDA PROVISÓRIA Nº 647, DE 28 DE MAIO DE 2014. Dispõe sobre a adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final, e dá outras providências. . **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 29 maio. 2014. Seção 1, p. 1.

____. Resolução nº 3, de 6 de março de 2013. Estabelece diretrizes para a internalização de mecanismos de aversão a risco nos programas computacionais para estudos energéticos e formação de preço, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 08 mar. 2013. Seção 1, p. 1.

____. Decreto nº 7.891, de 23 de janeiro de 2013. Regulamenta a Lei nº 12.783, de 11 de janeiro de 2013, que dispõe sobre as concessões de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, sobre a redução dos encargos setoriais e sobre a modicidade tarifária, e a Medida Provisória nº 605, de 23 de janeiro de 2013, que altera a Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 24 jan. 2013. Seção 1, p. 1.

____. Decreto nº 7.945, de 7 de março de 2013. Altera os decretos nº 5.163, de 30 de julho de 2004 e nº 7.891, de 23 de janeiro de 2013. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 08 mar. 2013. Seção 1, p. 2.

____. Ministério de Minas e Energia. **O ONS**. 2013. Disponível em: <http://www.ons.org.br/institucional_linguas/o_que_e_o_ons.aspx>. Acesso em: 4 abr. 2013.

____. Ministério do Estado do Desenvolvimento Agrário. **Procedimentos relativos à concessão, manutenção e uso do selo Combustível Social**. 2012. Disponível em: <http://portal.mda.gov.br/portal/saf/arquivos/view/biodisel/arquivos-2012/PORTARIA_N%BA_60_2012.pdf>. Acesso em: 30 set. 2013.

____. Portaria ANP Nº 80, de 30 de abril de 1999. Estabelece o Regulamento Técnico ANP nº 003/99, anexo a esta Portaria, que especifica os óleos combustíveis de origem nacional ou importados a serem comercializados em todo o território nacional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 3 maio 1999. Seção 1, p.16.

____. Resolução ANP nº 65, de 9 de dezembro de 2011. Regulamenta as especificações dos óleos diesel de uso rodoviário, consoante as disposições contidas no Regulamento Técnico ANP nº 8/2011, parte integrante desta Resolução, e as obrigações quanto ao controle da qualidade a serem atendidas pelos diversos agentes econômicos que comercializam o produto em todo o território nacional.. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 12 dez. 2011. Seção 1, p.195-201.

____. Resolução ANP nº 45, de 20 de dezembro de 2012. Regulamenta a especificação do óleo diesel de uso não rodoviário, doravante denominado óleo diesel não rodoviário, consoante as disposições contidas no Regulamento Técnico ANP nº 8/2012, parte integrante desta Resolução, e as obrigações quanto ao controle da qualidade a serem atendidas pelos diversos agentes econômicos que comercializam o produto em todo o território nacional... **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 21 dez. 2012. Seção 1, p.838-839.

BRAUN, S.; APPEL, L. G.; SCHAMAL, M. A poluição gerada por máquinas de combustão interna movidas à diesel - a questão dos particulados. Estratégias atuais para a redução e controle das emissões e tendências futuras. **Química Nova**, v.27, n.3, p. 472-482, 2003.

CAETANO, T. **Estudo de miscibilidade de etanol com componentes do diesel e biodiesel**. 2003. 118 fls. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química, Campinas, 2003.

CAMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. **Regras de Comercialização**. Cálculo do Desconto Aplicado à TUSD/TUST: Apresentação. São Paulo, 2013.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS. **Sistemas Isolados - mapas eletrogeográfico - 2009**. Disponível em: <<http://www.eletrabras.com/ELB/main.asp?ViewID={FC887C50-FE1A-4B1A-BC32-671B3A391036}>>. Acesso em: 15 fev. 2013.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS. **Fundos Setoriais**. 2013. Disponível em: <<http://www.eletrabras.com/elb/data/Pages/LUMISB29596DDPTBRIE.htm>>. Acesso em: 07 jul. 2013.

CHHETRI, A. B.; TANGO, M. S.; BUDGE, S. M.; WATTS, K. C.; ISLAM, M. R. Non-edible plant oils as new sources for biodiesel production. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 9, p. 169-180, 2008.

COLARES, J. F. A Brief History of Brazilian Biofuels Legislation. **Syracuse Journal of Law & Commerce**, v. 35, n. 2, p.0-16, 25 jun. 2008. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1079994>>. Acesso em: 25 sep. 2013.

CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA FAZENDÁRIA. Ato COTEPE/PMPF nº 7, de 8 de abril de 2014. Aprova o Manual de Instruções de que trata a cláusula décima quinta do Convênio ICMS 54/02 e a da cláusula quinta, do Protocolo ICMS 04/14, que estabelece procedimentos para o controle de operações interestaduais [...]. **Diário oficial**, 8 abr. 2014, p. 29-120. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=29&data=09/04/2014>>. Acesso em: 15 abr. 2014.

CPFL ENERGIA. **Setor Elétrico no Brasil: características gerais**. 2013. Disponível em: <http://cpfl.riweb.com.br/Show.aspx?id_canal=ppnXWDY7XvCglEh8qlJmgQ==>. Acesso em: 8 jul. 2013.

DABDOUB, M. J.; BRONZEL, J. L.; RAMPIN, M. A. Biodiesel: visão crítica do status atual e perspectivas na academia e na indústria. **Química Nova**, São Paulo, v.32, n.3, p.776-792, 2009.

DIAZ-CHAVEZ, R. Assessing biofuels: Aiming for sustainable development or complying with the market? **Energy policy**., v. 39, n. 10, p. 5763-5769, May 2011.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balço Energético Nacional 2013 – Ano base 2012**. Rio de Janeiro: EPE, 2013.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2008/2017**. Rio de Janeiro: EPE, 2009. 2 v.

GARCEZ, C. A. G.; VIANNA, J. N. S. Brazilian Biodiesel Policy: Social and environmental considerations of sustainability. **Energy**, v. 34, p. 645-654, 2009.

GERPEN, J. V. Biodiesel processing and production. **Fuel Processing Technology**. v. 86, n.10, p. 1097-107, 2005.

GOLDEMBERG, J. Biomassa e Energia. **Química Nova**. v. 32, n. 3, p. 582- 587, 2009.

GUIANET. **Mapa rodoviário do estado do Amazonas**. Disponível em: <<http://www.guianet.com.br/am/mapaam.htm>>. Acesso em 15 abr.2014

IBGE. **IBGE cidades**. 2013a. Disponível em:<<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=130240&search=amazonas|labrea>>. Acesso em: 15 nov. 2013.

IBGE. **IBGE estados**. 2013b. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=am>>. Acesso em: 15 nov. 2013

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Sustainable production of second - generation biofuels**: Potential and perspectives in major economies and developing countries. Paris. p.1-2, feb. 2010. Disponível em: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/second_generation_biofuels.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2013

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **World Energy Outlook 2013**. Paris. abr. 2013. Disponível em:<http://www.iea.org/media/training/presentations/Day_1_Session_1b_World_Energy_Outlook.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2013.

JACQUES, I. **Matemática para economia e administração**, 6ª Ed.São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010. p.120-128.

KLARE, M.T. The New Geography of Conflict. **Council on Foreign Relations**. New York, v.80, n. 3, p.49-56, may-jun. 2001. Disponível em:<www.jstor.org/stable/20050150>. Acesso em: 14 jul. 2013.

LEITE, R.C. de C.; LEAL, M. R. L. V. O biocombustível no Brasil. **Novos Estud. - CEBRAP**, São Paulo, n. 78, jul. 2007.

LEONETI, A. B.; ARAGÃO-LEONETI, V.; OLIVEIRA, S. V. W. B. Glycerol as a by-product of biodiesel production in Brazil: Alternatives for the use of unrefined glycerol. **Renewable Energy**., v 45 , p. 138-145, sep. 2012.

LORA, E. S. **Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte**. Rio de Janeiro: Interciência, 2002.

MAIA, D.J.; GAZOTTI, W.I.; CANELA, M.C; SIQUEIRA. A.E. Chuva ácida, equilíbrio químico e acidez. **Química nova na escola**, n.21, p.1-3, mai. 2005

- MURUGESAN, A. et al. Biodiesel as an alternative fuel for diesel engines: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 13, n. 13, p. 653-662, Apr. 2009.
- OLIVEIRA, F.C.C.;SUAREZ,P.A.Z.; SANTOS,W.L.P. Biodiesel: Possibilidades e Desafios. **Química nova na escola**, n.28, p.1-6, mai. 2008
- OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. **O setor elétrico**. 2013. em:< http://www.ons.org.br/institucional/modelo_setorial.aspx>. Acesso em: 26 jun. 2013.
- OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. **Mapas do SIN - 2014**.Disponível em:< http://www.ons.org.br/institucional/modelo_setorial.aspx>. Acesso em: 01 maio 2014.
- PADULA, A. D.; SANTOS, M. S.; FERREIRA, L.; BORENSTEIN, D. The emergence of the biodiesel industry in Brazil: Current figures and future prospects. **Energy Policy**, v. 44 p. 395–405, 2012.
- PETERSON, C. L.; HUSTRULID, T. Cabon Cycle for Rapeseed Oil Biodiesel Fuels. **Biomass and Bioenergy**, v.14, n.2, p.91-101, 1998.
- PETROBRAS. **Manual do produto: Add Cleaner Petrobras**. 2013b. Disponível em:<<http://www.br.com.br/wps/wcm/connect/925aab8043a7a31182598fecc2d0136c/addcleaner-manual.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 30 maio 2013.
- PETROBRAS. Produtos. Indústria e Termelétricas. **Óleo Combustível**. Disponível em:<<http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/produtos/paraindustriasetermeletricas/oleocombustivel/>>. Acesso em: 12 dez. 2012
- PETROBRAS. **Propriedades do Óleo Diesel X Desempenho do Motor**. 2013a.Disponível em: < <http://petrobras.com.br/pt/> > Acesso em: 20 abril 2013
- PETROBRAS. Produtos. **Indústria e Termelétricas**. Óleo Diesel. Disponível em:<<http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/produtos/paraindustriasetermeletricas/OleoDiesel/>>. Acesso em: 20 abr. 2013c.
- RAMOS, L. P.; KUCEK, K. T.; DOMINGOS, A. K.; WILHELM, H. M. Biodiesel: um projeto de sustentabilidade econômica e sócio-ambiental para o Brasil. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v. 31, p. 28-37, 2003.
- RIBEIRO, D.V.; MORELLI, M.R. **Resíduos Sólidos: Problemas ou Oportunidades?**. Rio de Janeiro: Interciência, 2009.
- ROGNER, H.H., ZHOOU, D. (Coord.). 2007 IPCC: Introduction. In: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.Chapter1, p.100-104.
- SALOMON, K. R. **Avaliação quantitativa do impacto ambiental das emissões gasosas e do uso da água de resfriamento em instalações de geração termelétrica**. 2003. 195 f. (Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Itajubá, Faculdade de Engenharia Elétrica. Itajubá.

SCHUCHARDT, U.; LOPES, O. C. Tetramethylguanidine catalyzed transesterification of fats and oils - a new method for rapid-determination of their composition. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v.65, n.12, p. 1940-194, dec.1988.

SILVA, C. L. M. **Obtenção de ésteres etílicos a partir da transesterificação do óleo de andiroba com etanol**. 2005. 64 fls. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SIMS, R.E.H.; SCHOCK, R. N.(Coord). **2007 IPCC. Energy supply**. In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.,Chapter 4, p.295.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO.;R. C. A química no efeito estufa. **Química Nova na Escola**, n 8, p. 10-14, nov.1998

TOLMASQUIM, M. T.; GUERREIRO, A.; GORINI, R. Matriz energética brasileira: uma prospectiva. **Novos Estudos - CEBRAP**, São Paulo, n. 79, nov. 2007. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-33002007000300003&script=sci_arttext>. Acesso em: 04 jul.2013.

TORRES, E. A.; SANTOS, D. C.; SOUZA, D. V. D.; PEIXOTO, L. B.; FRANÇA, T. Ensaio de motores estacionários do ciclo diesel utilizando óleo diesel e biodiesel (B100). In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6., 2006, Campinas. **Proceedings online...** Disponível em:<http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000_000022006000100057&script=sci_arttext>. Acesso em: 22 Sep. 2013.

UDAETA, M. E. M. **Planejamento integrado de recursos energéticos –pir– para o setor elétrico: pensando o desenvolvimento sustentável**. 1997. Tese (Doutorado em Engenharia) - USP, São Paulo. Disponível em: <<http://www.seeds.usp.br/pir/arquivos/tesepir%20memu%201997.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2012.

VALLE, C. E. do. **Qualidade Ambiental**. ISO 14000. 11. ed. São Paulo: Ed. SENAC, 2011.

VICHI, F. M.; MANSOR, M.R.C. Energia, meio ambiente e economia: o Brasil no contexto mundial. **Química Nova**, v 32, n.3, p.757-767, 2009.

VILLELA, A. A. **O Dendê como Alternativa Energética Sustentável em Áreas Degradadas na Amazônia**. 2009. 160 fls. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

ANEXOS

ANEXO A



Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico - FISPQ

PRODUTO: **ÓLEO DIESEL S 1800**

Página 1 de 10

Data: 18/07/2011

Nº FISPQ: BR0112

Versão: 1

Anula e substitui versão: Todas as anteriores

1 - IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA

Nome do produto: ÓLEO DIESEL S1800

Código interno de identificação: BR0112

Nome da empresa: PETROBRAS DISTRIBUIDORA S.A.

Endereço: Rua General Canabarro 500
20271-900 - Maracanã - Rio de Janeiro (RJ).

Telefone: 0800 78 9001

Telefone para emergências: 08000 24 44 33

Telefone para emergências: 08000 24 44 33

2 - IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS

PERIGOS MAIS IMPORTANTES: Líquidos e vapores inflamáveis. Nocivo se inalado. Causa irritação à pele. Causa dano ao trato gastrointestinal, sistema nervoso central e pulmões se ingerido. Pode causar dano ao fígado e rins se ingerido. Pode causar sonolência e vertigem (efeitos narcóticos). Pode causar irritação respiratória (irritação da área respiratória). Pode ser mortal em caso de ingestão e por penetração nas vias respiratórias. Este produto contém gás sulfídrico, extremamente tóxico e inflamável.

EFEITOS DO PRODUTO

- Efeitos adversos à saúde humana: O produto pode causar efeitos narcóticos e irritação respiratória se inalado. Pode causar irritação aos olhos. Causa dano ao trato gastrointestinal, sistema nervoso central e pulmões se ingerido. Pode causar dano ao fígado e rins se ingerido. Pode causar morte se aspirado.

- **Efeitos ambientais:** Este produto pode apresentar perigo para o meio ambiente em caso de grandes derramamentos.
- **Perigos físicos e químicos:** Líquidos e vapores inflamáveis.
- **Perigos específicos:** Líquidos e vapores inflamáveis. Recipientes podem explodir quando aquecidos. Quando aquecidos, este líquido libera gases irritantes e tóxicos.
- **Principais sintomas:** Vermelhidão, dor e lacrimejamento ocular. Náuseas, vômitos, cólicas abdominais. Tosse e insuficiência respiratória se inalado. Tontura, vertigens, dores de cabeça, confusão mental, perda de consciência. Engasgos e dispnéia.
- **Classificação de perigo do produto:** Líquidos inflamáveis – Categoria 3
Toxicidade aguda – Inalação – Categoria 4
Corrosivo/irritante à pele – Categoria 2
Toxicidade sistêmica ao órgão-alvo após única exposição



Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico - FISPQ

PRODUTO: **ÓLEO DIESEL S 1800**

Página 2 de 10

Data: 18/07/2011

Nº FISPQ: BR0112

Versão: 1

Anula e substitui versão: Todas as anteriores

- **Sistema de classificação adotado:** Categoria 3
Perigo por aspiração – Categoria 1
Norma ABNT-NBR 14725-Parte 2:2009.
Adoção do Sistema Globalmente Harmonizado para a Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos, ONU.
- **Visão geral das emergências:** LÍQUIDO INFLAMÁVEL E PERIGOSO PARA A SAÚDE HUMANA.

ELEMENTOS APROPRIADOS DA ROTULAGEM

- **Pictogramas:**



- **Palavra de advertência:**

PERIGO

- **Frases de perigo:**

Líquidos e vapores inflamáveis.
Nocivo se inalado.
Causa irritação à pele.
Causa dano ao trato gastrointestinal, sistema nervoso central e pulmões se ingerido.
Pode causar dano ao fígado e rins se ingerido.
Pode causar sonolência e vertigem (efeitos narcóticos).
Pode causar irritação respiratória (irritação da área respiratória).
Pode ser mortal em caso de ingestão e por penetração nas vias

- Frases de precaução:

Pode ser mortal em caso de ingestão e por penetração nas vias respiratórias.

Mantenha afastado de calor [faíscas] [e chama] [não fume].

Armazene em local fresco/baixa temperatura, em local bem ventilado [seco] [afastado de fontes de calor e de ignição].

Nunca aspire (poeira, vapor ou névoa).

Quando em uso não [fume] [coma] [ou beba].

Não use em local sem ventilação adequada.

Evite contato com olhos e pele.

Use equipamento de proteção individual apropriado.

Se ingerido, lave a boca com água [somente se a vítima estiver consciente].

Em caso de indisposição, consulte um médico.

Use meios de contenção para evitar contaminação ambiental.



Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico - FISPQ

PRODUTO: **ÓLEO DIESEL S 1800**

Página 3 de 10

Data: 18/07/2011

Nº FISPQ: BR0112

Versão: 1

Anula e substitui versão: Todas as anteriores

Não permita o contato do produto com corpos d'água.

3 - COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÃO SOBRE OS INGREDIENTES

>>>SUBSTÂNCIA DE PETRÓLEO

Grupo de substância de petróleo:

Gasóleos: Óleo diesel

Gasóleos e óleos destilados são misturas complexas de petróleo, compostas primariamente de hidrocarbonetos saturados (parafínicos ou naftênicos) ou aromáticos com cadeia carbônica composta de 9 a 30 átomos de carbono e ponto de ebulição entre 150 e 471°C.

Numero de registro CAS:

684/6-30-2

Ingredientes que contribuem para o perigo:

Ingredientes	Concentração (%)	CAS
Composto sulfurado.	-	NA
Composto nitrogenado.	-	NA
Composto oxigenado.	-	NA
Enxofre	Máx 1800 mg/Kg	NA

4 - MEDIDAS DE PRIMEIROS SOCORROS

Inalação:

Remova a vítima para local arejado e mantenha-a em repouso. Monitore a função respiratória. Se a vítima estiver respirando com dificuldade, forneça oxigênio. Se necessário aplique respiração artificial. Procure atenção médica. Leve esta FISPQ.

Contato com a pele:	Remova as roupas e sapatos contaminados. Lave a pele exposta com grande quantidade de água, por pelo menos 15 minutos. Procure atenção médica. Leve esta FISPQ.
Contato com os olhos:	Lave com água corrente por pelo menos 15 minutos, mantendo as pálpebras abertas. Retire lentes de contato quando for o caso. Procure atenção médica imediatamente. Leve esta FISPQ.
Ingestão:	Lave a boca da vítima com água em abundância. NÃO INDUZA O VÔMITO. Procure atenção médica. Leve esta FISPQ.
Proteção do prestador de socorros e/ou notas para médico:	Evite contato com o produto ao socorrer a vítima. Mantenha a vítima em repouso e aquecida. Não forneça nada pela boca a uma pessoa inconsciente. O tratamento sintomático deve compreender, sobretudo, medidas de suporte como correção de distúrbios hidroeletrólíticos, metabólicos, além de assistência respiratória.



Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico - FISPQ

PRODUTO: **ÓLEO DIESEL S 1800**

Página 4 de 10

Data: 18/07/2011

Nº FISPQ: BR0112

Versão: 1

Anula e substitui versão: Todas as anteriores

5 - MEDIDAS DE COMBATE A INCÊNDIO

Meios de extinção apropriados:	Produto inflamável. Compatível com pó químico, dióxido de carbono (CO ₂) e neblina de água.
Meios de extinção não recomendados:	Jatos d'água. Água diretamente sobre o líquido em chamas.
Métodos especiais de combate:	Contêineres e tanques envolvidos no incêndio devem ser resfriados com jatos d'água.
Perigos específicos no combate:	Recipientes podem explodir quando aquecidos. Vapores podem se dispersar e atingir fontes de ignição e provocar chamas de retrocesso. Risco de explosão em ambientes fechados. Este produto contém gás sulfídrico, extremamente inflamável.
Proteção de bombeiros/brigadistas:	Equipamento de proteção respiratória do tipo autônomo (SCBA) com pressão positiva e vestuário protetor completo.

6 - MEDIDAS DE CONTROLE PARA DERRAMAMENTO OU VAZAMENTO

Precauções pessoais

Remoção de fontes de ignição:	Produto inflamável. Remova todas as fontes de ignição. Impeça fagulhas ou chamas. Não fume.
--------------------------------------	---

Prevenção da inalação e do contato com a pele, mucosas e olhos:	Não toque nos recipientes danificados ou no material derramado sem o uso de vestimentas adequadas. Evite inalação, contato com os olhos e com a pele. Utilize equipamento de proteção individual conforme descrito na Seção 8.
Precauções ao meio ambiente:	Evite que o produto derramado atinja cursos d'água e rede de esgotos. Utilize spray d'água para reduzir a concentração de fumos no ar. Utilize sistema de ar forçado para manter as concentrações de gás abaixo da explosiva.
Métodos para limpeza:	
Procedimentos a serem adotados:	Colete o produto derramado e coloque em recipientes próprios. Adsorva o produto remanescente, com areia seca, terra, vermiculite, ou qualquer outro material inerte. Coloque o material adsorvido em recipientes apropriados e remova-os para local seguro.
Prevenção de perigos secundários:	Não descarte diretamente no meio ambiente ou na rede de esgoto. A água de diluição proveniente do combate ao fogo pode causar poluição.

7 - MANUSEIO E ARMAZENAMENTO

MEDIDAS TÉCNICAS APROPRIADAS PARA O MANUSEIO

Prevenção da exposição do Evite inalação e o contato com a pele, olhos e roupas. Evite respirar



Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico - FISPQ

PRODUTO: ÓLEO DIESEL S 1800

Página 5 de 10

Data: 18/07/2011

Nº FISPQ: BR0112

Versão: 1

Anula e substitui versão: Todas as anteriores

trabalhador:	vapores/névoas do produto. Utilize equipamento de proteção individual ao manusear o produto, descritos na Seção 8.
Precauções e orientações para manuseio seguro:	Manuseie o produto somente em locais bem arejados ou com sistemas de ventilação geral/local adequado. Evite formação de vapores ou névoas.
Medidas de higiene:	Não coma, beba ou fume durante o manuseio do produto. Lave bem as mãos antes de comer, beber, fumar ou ir ao banheiro. Roupas contaminadas devem ser trocadas e lavadas antes de sua reutilização.

MEDIDAS TÉCNICAS APROPRIADAS PARA O ARMAZENAMENTO

Apropriadas: Mantenha o produto em local fresco, seco e bem ventilado, distante de fontes de calor e ignição. O local de armazenamento deve conter bacia de contenção para reter o produto, em caso de vazamento. Mantenha os recipientes bem fechados e devidamente identificados. O local de armazenamento deve ter piso impermeável, não oxidante e com dique de contenção para reter em caso de vazamento.

Inapropriadas:	Temperaturas elevadas. Fontes de ignição. Contato com materiais incompatíveis.
Materiais seguros para embalagens:	
Recomendadas:	Não especificado.

8 - CONTROLE DE EXPOSIÇÃO E PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Parâmetros de controle específicos

Limites de exposição ocupacional:

Ingredientes	TLV – TWA (ACGIH)	TLV – STEL (ACGIH)
Óleo diesel.	100 mg/m ³	-

Medidas de controle de engenharia: Promova ventilação combinada com exaustão local, especialmente quando ocorrer formação de vapores/névoas do produto. É recomendado tornar disponíveis chuveiros de emergência e lava olhos na área de trabalho.

Equipamento de proteção individual apropriado

Proteção respiratória: Recomenda-se a utilização de respirador com filtro para vapores orgânicos para exposições médias acima da metade do TLV-TWA. Nos casos em que a exposição exceda 3 vezes o valor TLV-TWA, utilize respirador do tipo autônomo (SCBA) com suprimento de ar, de peça facial inteira, operado em modo de pressão positiva. Siga orientação do Programa de Prevenção Respiratória (PPR), 3ª ed. São Paulo: Fundacentro, 2002.



Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico - FISPQ

PRODUTO: **ÓLEO DIESEL S 1800**

Página 6 de 10

Data: 18/07/2011

Nº FISPQ: BR0112

Versão: 1

Anula e substitui versão: Todas as anteriores

Proteção das mãos:	Luvas de proteção de PVC.
Proteção dos olhos:	Óculos de proteção com proteção lateral.
Proteção da pele e corpo:	Vestimenta protetora adequada.
Precauções especiais:	Evite usar lentes de contato enquanto manuseia este produto.

9 - PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Aspecto:	Líquido límpido (isento de materiais em suspensão), vermelho intenso (adição de corante conforme legislação).
Odor:	Característico.
pH:	Não aplicável.
Ponto de fusão/ponto de congelamento:	Não disponível.

Ponto de ebulição inicial e faixa de temperatura de ebulição:	Não disponível.
Ponto de fulgor:	38 °C Mín.; Método NBR 7974
Taxa de evaporação:	Não disponível.
Inflamabilidade:	Produto inflamável.
Limite inferior/superior de inflamabilidade ou explosividade:	Não disponível.
Pressão de vapor:	Não disponível.
Densidade de vapor:	Não disponível.
Densidade:	0,820 – 0,865 @ 20 °C; Método NBR-7148.
Solubilidade:	Na água: Insolúvel. Em solventes orgânicos: Solúvel.
Coefficiente de partição – n-octanol/água:	Não disponível.
Temperatura de auto-ignição:	Não disponível.
Temperatura de decomposição:	400°C.
Viscosidade:	2,5 – 5,5 cSt a 40°C; Método D445/NBR-10441.
Outras informações:	Faixa de destilação: 100 – 400 °C a 101,325 kPa (760 mmHg);



Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico - FISPQ

PRODUTO: **ÓLEO DIESEL S 1800**

Página 7 de 10

Data: 18/07/2011

Nº FISPQ: BR0112

Versão: 1

Anula e substitui versão: Todas as anteriores

Método NBR-9619

10 - ESTABILIDADE E REATIVIDADE

Estabilidade química:	Estável sob condições usuais de manuseio e armazenamento. Não sofre polimerização.
Materiais/substâncias incompatíveis:	Agentes oxidantes.
Produtos perigosos da decomposição:	Hidrocarbonetos leves e pesados e coque.

11 - INFORMAÇÕES TOXICOLÓGICAS

Toxicidade aguda:	Pode ser irritante aos olhos com vermelhidão, dor e lacrimejamento. Causa dano ao trato gastrointestinal, sistema nervoso central e pulmões se ingerido com náuseas, vômitos, cólicas abdominais, dores de cabeça, irritação e edema pulmonares. Pode causar dano ao fígado e rins se ingerido. Pode causar efeitos narcóticos se inalado com tontura, vertigens, dores de cabeça, confusão mental, perda de consciência. Pode causar a morte se aspirado com manifestação de pneumonite severa, séria irritação pulmonar, tosse, insuficiência respiratória, engasgos e dispnéia. Pode causar irritação respiratória. Este produto contém gás sulfídrico, extremamente tóxico. CL50 (inalação, ratos, 4h): 4,6 mg/l DL50(oral, ratos): 12000 mg/kg DL50 (dérmica, coelhos): > 2000 mg/kg
Toxicidade crônica:	Pode causar dermatite após contato repetido e prolongado com a pele.
Efeitos específicos:	Carcinogenicidade: Não classificado como carcinogênico para humanos (Grupo 3 - IARC).

12 - INFORMAÇÕES ECOLÓGICAS

Efeitos ambientais, comportamentos e impactos do produto

Ecotoxicidade:	Em caso de grandes derramamentos o produto pode ser perigoso para o meio ambiente devido à possível formação de uma película do produto na superfície da água diminuindo os níveis de oxigênio dissolvido.
Persistência e degradabilidade:	É esperada baixa degradação e alta persistência.
Potencial bioacumulativo:	É esperado potencial de bioacumulação em organismos aquáticos.

13 - CONSIDERAÇÕES SOBRE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO

Métodos recomendados para tratamento e disposição aplicados ao:



Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico - FISPQ

PRODUTO: ÓLEO DIESEL S 1800	Página 8 de 10
Data: 18/07/2011	Nº FISPQ: BR0112
Versão: 1	Anula e substitui versão: Todas as anteriores

Produto:	Evite a exposição ocupacional ou a contaminação ambiental. Recicle qualquer parcela não utilizada do material para seu uso aprovado ou retorná-lo ao fabricante ou ao fornecedor. Outros métodos consultar legislação federal e estadual: Resolução CONAMA 005/1993, NBR 10.004/2004.
Restos de produtos:	Manter restos do produto em suas embalagens originais, fechadas e dentro de tambores metálicos, devidamente fechados, de acordo com a legislação aplicável. O descarte deve ser realizado conforme o estabelecido para o produto, recomendando-se as rotas de processamento em cimenteiras e a incineração.
Embalagem usada:	Nunca reutilize embalagens vazias, pois elas podem conter restos do produto e devem ser mantidas fechadas e encaminhadas para serem destruídas em local apropriado. Neste caso, recomenda-se envio para rotas de recuperação dos tambores ou incineração.

14 - INFORMAÇÕES SOBRE O TRANSPORTE

Regulamentações nacionais e internacionais

Terrestre:	Decreto nº. 96.044, de 18 de maio de 1988: Aprova o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos e dá outras providências. Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT): Resoluções Nº. 420/04, 701/04, 1644/06, 2657/08, 2975/08 e 3383/10.
Hidroviário:	DPC - Diretoria de Portos e Costas (Transporte em águas brasileiras) Normas de Autoridade Marítima (NORMAM) NORMAM 01/DPC: Embarcações Empregadas na Navegação em Mar Aberto NORMAM 02/DPC: Embarcações Empregadas na Navegação Interior IMO – “International Maritime Organization” (Organização Marítima Internacional) International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code) – Incorporating Amendment 34-08; 2008 Edition.
Aérea:	DAC – Departamento de Aviação Civil: IAC 153-1001. Instrução de Aviação Civil – Normas para o transporte de artigos perigosos em aeronaves civis. IATA – “International Air Transport Association” (Associação Nacional de Transporte Aéreo) Dangerous Goods Regulation (DGR) – 51 st Edition, 2010.
Nº ONU:	1202
Nome apropriado para o embarque:	ÓLEO DIESEL



Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico - FISPQ

PRODUTO: ÓLEO DIESEL S 1800	Página 9 de 10		
Data: 18/07/2011	Nº FISPQ: BR0112	Versão: 1	Anula e substitui versão: Todas as anteriores
Classe de risco:	3		
Número de risco:	30		
Grupo de embalagem:	III		

15 - REGULAMENTAÇÕES

Regulamentações:	Decreto Federal nº 2.657, de 3 de julho de 1998 Norma ABNT-NBR 14725-4:2009 Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos). Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010.
-------------------------	---

Produto sujeito a controle e fiscalização do Ministério da Justiça – Departamento de Polícia Federal – MJ/DPF, quando se tratar de importação, exportação e reexportação, sendo indispensável Autorização Prévia de DPF para realização destas operações.

16 - OUTRAS INFORMAÇÕES

Esta FISPQ foi elaborada baseada nos conhecimentos atuais do produto químico e fornece informações quanto à proteção, à segurança, à saúde e ao meio ambiente.

Adverte-se que o manuseio de qualquer substância química requer o conhecimento prévio de seus perigos pelo usuário. Cabe à empresa usuária do produto promover o treinamento de seus empregados e contratados quanto aos possíveis riscos advindos do produto.

Siglas:

ACGIH - *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*

CAS - *Chemical Abstracts Service*

DL₅₀ - Dose letal 50%

IARC – *International Agency for Research on Cancer*

STEL – *Short Term Exposure Limit*

TLV - *Threshold Limit Value*

TWA - *Time Weighted Average*

NA – *Não Aplicável*

Bibliografia:

[ACGIH] AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. Disponível em: <http://www.acgih.org/TLV/>. Acesso em: dezembro de 2010.

[ECB] EUROPEAN CHEMICALS BUREAU. Diretiva 67/548/EEC (substâncias) e Diretiva 1999/45/EC



Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico - FISPQ

PRODUTO: **ÓLEO DIESEL S 1800**

Página 10 de 10

Data: 18/07/2011

Nº FISPQ: BR0112

Versão: 1

Anula e substitui versão: Todas as anteriores

(preparações). Disponível em: <http://ecb.jrc.it/>. Acesso em: dezembro de 2010.

[EPI-USEPA] ESTIMATION PROGRAMS INTERFACE Suite - United States Environmental Protection Agency. Software.

[HSDB] HAZARDOUS SUBSTANCES DATA BANK. Disponível em: <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>. Acesso em: dezembro de 2010.

[IARC] INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. Disponível em: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>. Acesso em: dezembro de 2010.

[IPCS] INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY – INCHEM. Disponível em: <http://www.inchem.org/>. Acesso em: dezembro de 2010.

[IPIECA] INTERNATIONAL PETROLEUM INDUSTRY ENVIRONMENTAL CONSERVATION ASSOCIATION. Guidance on the application of Globally Harmonized System (GHS) criteria to petroleum substances. Version 1. June 17th, 2010. Disponível em: http://www.ipieca.org/system/files/publications/ghs_guidance_17_june_2010.pdf. Acesso em: dezembro de 2010.

[NIOSH] NATIONAL INSTITUTE OF OCCUPATIONAL AND SAFETY. International Chemical Safety Cards. Disponível em: <http://www.cdc.gov/niosh/>. Acesso em: dezembro de 2010.

[NITE-GHS JAPAN] NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY AND EVALUATION. Disponível em: http://www.safe.nite.go.jp/english/ghs_index.html. Acesso em: dezembro de 2010.

[PETROLEUM HPV] PETROLEUM HIGH PRODUCTION VOLUME. Disponível em: <http://www.petroleumhpv.org/pages/petroleumsubstances.html>. Acesso em: dezembro, 2010

[REACH] REGISTRATION, EVALUATION, AUTHORIZATION AND RESTRICTION OF CHEMICALS. Commission Regulation (EC) No 1272/2008 of 16 December 2008 amending and repealing Directives 67/548/EEC and 1999/45/EC, and amending Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council on the Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals.

[SIRETOX/INTERTOX] SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE RISCOS DE EXPOSIÇÃO QUÍMICA. Disponível em: <http://www.intertox.com.br>. Acesso em: dezembro de 2010.

[TOXNET] TOXICOLOGY DATA NETWORKING. ChemIDplus Lite. Disponível em: <http://chem.sis.nlm.nih.gov/>. Acesso em: dezembro de 2010.

ANEXO B

Mapa Eletroenergético do Brasil

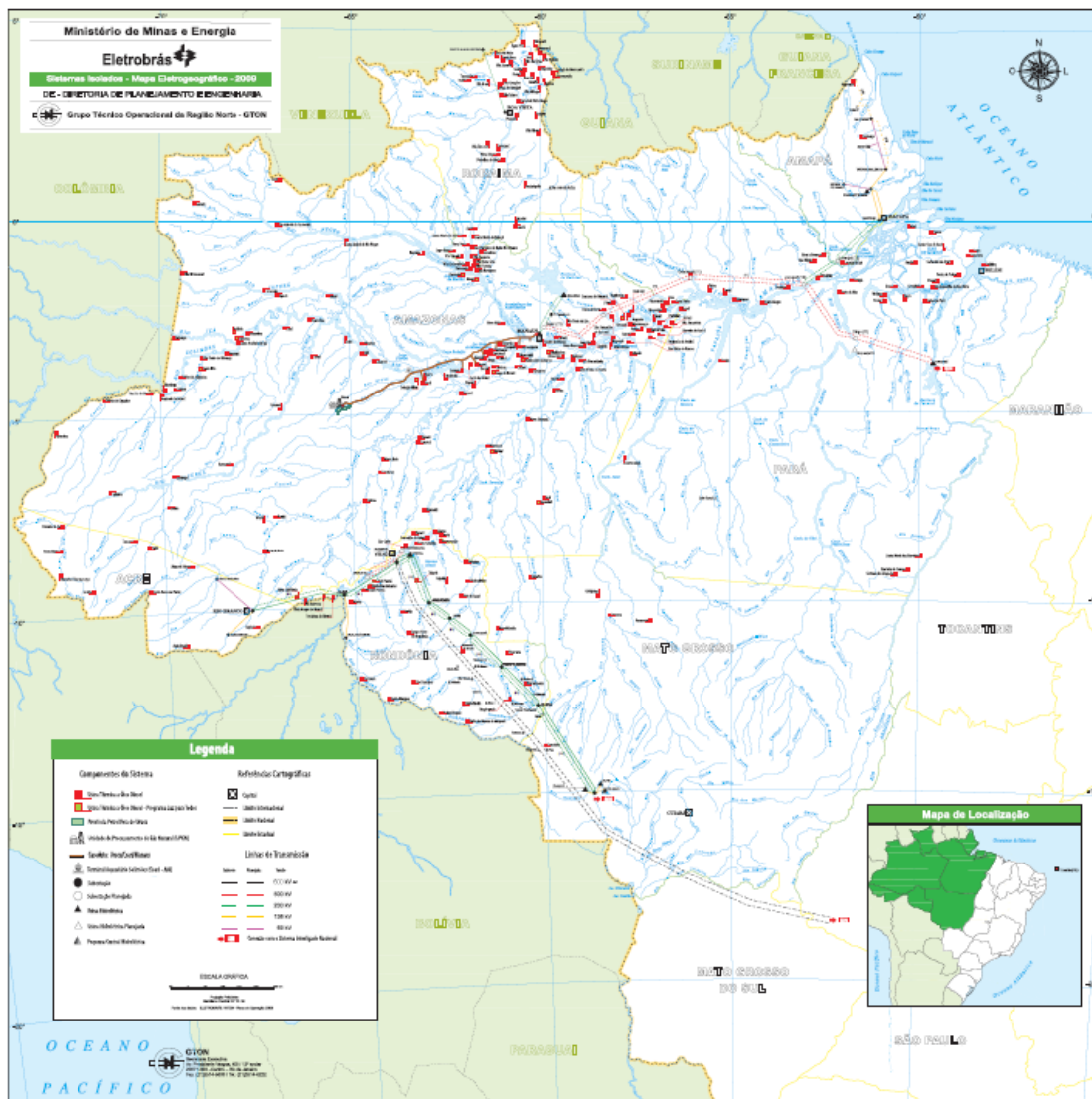


Fonte: Operador Nacional do Sistema Elétrico (2014)

ANEXO C

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS

Sistemas Isolados - mapa eletrogeográfico - 2009



Fonte: Centrais Elétricas Brasileiras (2009).