

ENERGIA

ESTUDOS TEMÁTICOS E SETORIAIS



Prefeitura de Fortaleza
Instituto de Planejamento de Fortaleza



FCPC
FUNDAÇÃO CEARENSE DE PESQUISA E CULTURA



FORTALEZA2040

Fortaleza, Ceará
Julho de 2015

PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA
INSTITUTO DE PLANEJAMENTO DE FORTALEZA - IPLANFOR
FUNDAÇÃO CEARENSE DE PESQUISA E CULTURA -FCPC

PROJETO:

Diagnóstico do Setor Energético da Região Metropolitana de Fortaleza

Autores do Estudo:

Expedito José de Sá Parente Júnior (Coordenador)
Leonardo dos Santos Pereira
Patrícia Asfor Parente

ANEXO X - ENERGIA

**FORTALEZA / CE
Novembro de 2015**

Sumário

Apresentação	4
1. Energia e Setor Energético.....	5
2. Diagnóstico Sumarizado.....	5
3. Panorama Energético Nacional	8
4. Região Metropolitana de Fortaleza.....	11
5. Setor Elétrico e a Região Metropolitana de Fortaleza.....	14
Capacidade Instalada de Geração de Energia Elétrica	14
Geração de Energia Elétrica na RMF.....	18
Consumo de Eletricidade na RMF	22
Comercialização, Transmissão e Distribuição	26
Micro e Minigeração Distribuída	29
Encargos Setoriais, Impostos e Tarifas de Energia Elétrica	31
6. Petróleo e Gás Natural na Região Metropolitana de Fortaleza.....	35
Exploração Marítima de Petróleo e Gás no Ceará	35
Produção de Petróleo e Gás Natural.....	37
Processamento de Petróleo e Produção de Derivados	39
Consumo de Gás Natural	41
Consumo Final de Derivados de Petróleo e Gás Natural	45
Distribuição de Royalties na RMF.....	50
Preços de Derivados e Impostos	51
7. Biocombustíveis na Região Metropolitana de Fortaleza	53
Biodiesel	53
Etanol.....	56
Biomassa como combustível	61
8. Carvão Mineral	63
9. Consolidação da Cadeia Energética da RMF	64
Consolidação dos preços das fontes energéticas por tep.....	66
Consolidação energética das produções e consumos na RMF.....	66
10. Emissões Gasosas.....	70

11.	Eficiência Energética	72
12.	Reservas e Potencialidades Energéticas	75
	Reservas de Petróleo e Gás Natural na RMF	75
	Potencial de Geração de Energia Eólica no Ceará.....	76
	Potencial de Geração de Energia Solar na RMF	77
	Potencial de Geração de Energia Maremotriz na RMF.....	78
	Potencial de Geração de Energia Elétrica a partir de Resíduos Sólidos na RMF.	79
	Anexo Único - Glossário	82
	Referências Bibliográficas	83

Apresentação

A Prefeitura Municipal de Fortaleza, através do IPLANFOR – Instituto de Planejamento de Fortaleza – lançou em 2014 o projeto FORTALEZA 2040, que trata de, entre outros, elaborar o plano estratégico de longo prazo para o município de Fortaleza, executar e controlar as diretrizes e ações com o objetivo de atrair investimentos públicos e privados para o desenvolvimento do ambiente urbano da cidade a partir do desejo de seus habitantes, para os próximos 25 anos.

O Plano é dividido em estudos temáticos e setoriais, cuja elaboração foi coordenada por consultores contratados, com reconhecida experiência em seus temas/setores correspondentes. Um dos setores enumerados pela metodologia trata do tema da Energia para o município de Fortaleza hoje e nos próximos 25 anos.

Este documento é o relatório final consolidado do Diagnóstico do Setor Energético da Região Metropolitana de Fortaleza, fruto de uma discussão participativa com diversos atores e especialistas e busca reunir séries históricas de produções e consumos de energia na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), além de trazer informações sobre reservas, capacidades instaladas desta região, inserindo-as dentro do contexto nacional. Está dividido em 12 capítulos e 1 anexo.

O primeiro capítulo trata dos conceitos principais de energia e setor energético. Em seguida, no capítulo 2, são resumidos em tópicos os principais resultados do diagnóstico do setor energético da Região Metropolitana de Fortaleza. O capítulo 3 aborda o Panorama Energético Nacional. A Região Metropolitana de Fortaleza é descrita no capítulo 4. São abordados os temas relevantes da região para a contextualização deste estudo, que será, como já comentado, complementado por vários outros estudos temáticos e setoriais dentro do âmbito do Plano Fortaleza 2040.

O capítulo 5 é dedicado ao setor elétrico, abordando os assuntos de capacidade instalada, geração, microgeração, transmissão e distribuição e consumo de energia elétrica na Região Metropolitana de Fortaleza.

Os capítulos 6 ao 8 tratam da energia como combustíveis. O capítulo 6 aborda o setor de petróleo e gás natural na RMF. Exploração, produção, processamento e refino e consumo de derivados são os tópicos deste capítulo. Os biocombustíveis são discutidos no capítulo 7. Ele está subdividido em Biodiesel, Etanol e Biomassa. O capítulo 8 disserta sobre o consumo de carvão mineral pelas termelétricas da região.

O capítulo 9 consolida todos os dados das diversas fontes energéticas da RMF, analisando suas participações, importância, preços, excedentes, carências na matriz energética da Região. No capítulo 10, são discutidas as emissões gasosas oriundas do uso das fontes energéticas. O penúltimo capítulo, 11, trata dos conceitos de eficiência energética. Por fim, as reservas energéticas e as potencialidades da RMF são discutidas no capítulo 12.

Em seguida, tem-se o Anexo Único com um glossário com termos técnicos e siglas. O documento termina com as Referências Bibliográficas utilizadas.

1. Energia e Setor Energético

Energia é uma grandeza fundamental ao nosso cotidiano. A sociedade depende cada vez mais do consumo de energia para garantir suas necessidades essenciais e sua qualidade de vida. Por isso, os processos de extração, transformação, transporte e armazenagem de energia vêm sendo desenvolvidos ao longo dos anos de maneira a atender sua demanda crescente.

Dados os objetivos deste documento, energia aqui é abordada de maneira menos científica e mais cotidiana, buscando a perspectiva dos agentes interessados no setor energético da RMF (produtores, distribuidores, consumidores, públicos e privados, investidores, órgãos reguladores, sociedade civil, academia, etc.). Entende-se aqui por “Setor Energético” todas as atividades relacionadas a produção/geração, transmissão/distribuição/transporte, armazenagem, comercialização e ao consumo da energia em todas suas formas.

É de uso comum classificar as formas de energia entre fontes primárias e fontes secundárias. Fontes primárias são as formas de energia no estado em que são diretamente oferecidas pela natureza. São elas: petróleo, gás natural, carvão mineral, lenha e biomassa, irradiação solar, energia das quedas d'água, dentre outros. As fontes secundárias de energia são as formas de energia fruto da transformação das fontes primárias em formas que facilitem seu consumo distribuído e com melhor rendimento. Por exemplo, derivados de petróleo, eletricidade, biodiesel, etanol, carvão vegetal e inúmeras outras formas.

Conforme o Relatório Final do Balanço Energético Nacional 2015, elaborado anualmente pela Empresa de Pesquisas Energéticas - EPE, órgão vinculado Ministério de Minas e Energia, as formas de energia estatisticamente relevantes na matriz energética brasileira são:

Fontes Primárias de Energia: petróleo, gás natural, carvão mineral, urânio (U_3O_8), energia hidráulica e lenha.

Fontes Secundárias de Energia: combustíveis derivados de petróleo (óleo diesel, óleo combustível, querosene, gasolina, GLP...), eletricidade, biodiesel, etanol, bagaço de cana-de-açúcar, carvão vegetal, coque de carvão, gás de coqueria.

2. Diagnóstico Sumarizado

Este estudo analisou o setor energético no âmbito da Região Metropolitana de Fortaleza, produzindo um diagnóstico retrospectivo da oferta, demanda por fontes energéticas, suas reservas e potencialidades. Este capítulo visa resumir em tópicos concisos e objetivos os principais resultados da análise realizada sobre o setor energético da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF). O diagnóstico detalhado do qual foram extraídos estes tópicos é apresentado nos capítulos subsequentes:

- **Brasil produz internamente quase 90% de sua demanda energética.** Sua matriz energética é bastante diversificada, tendo especialmente **o petróleo como principal fonte de energia, uma forte presença de fontes renováveis** (cerca de 40%), mas que vem perdendo espaço com os incrementos de capacidade instalada para geração de energia a partir de fontes fósseis, com demanda crescente por energia acompanhada com uma **dependência à energia externa também crescente** (duplicou nos últimos 3 anos). Em 2014, 17,2% da matriz energética nacional foram ofertadas e consumidas como eletricidade, e 82,8% como combustíveis.
- Apesar da **energia eólica e a energia solar** não ultrapassarem mais que 4% da capacidade instalada nacional, são as fontes energéticas **apresentam maior crescimento**

de participação na matriz energética nacional (eólica e solar cresceram sua potência instalada em 122% e 200%, respectivamente, em 2014)

- **O estado do Ceará não possui papel de protagonista como produtor nacional de fontes energéticas.** Em 2014, produziu 0,4% do petróleo nacional e 0,004% do gás natural, valores que vem caindo sistematicamente ao longo da última década. A única unidade de processamento de petróleo situada no Ceará é a Lubnor (Petrobras, Fortaleza), maior produtor de lubrificantes naftênicos do país, que coproduziu 0,18% e 1,8% da produção nacional de derivados energéticos e não-energéticos do petróleo, respectivamente, em 2013. A composição de derivados de petróleo produzidos na RMF em 2014 foi predominantemente asfalto (42%) e óleo combustível (33%), como coprodutos da produção de óleo lubrificante naftênico, produto principal da LUBNOR.
- Quanto à **geração de eletricidade**, o Ceará possui 2,4% (ou 133.913 MW, em 2014) da capacidade instalada nacional. RMF (e o Ceará) não possui alto potencial hidrelétrico, de maneira que **sua capacidade instalada está fortemente baseada em térmicas** (79%), localizadas especialmente nos municípios de São Gonçalo do Amarante e Maracanaú. Sua indústria de energia eólica encontra-se em franco processo de crescimento, com 22 parques eólicos em operação, no final de 2014. **A geração de energia elétrica na RMF deu um salto de quase 300% em 2013 frente a 2012**, atingindo cerca de 7,7 TWh, em função da autorização de despacho de suas termelétricas como forma de economizar a energia hidráulica armazenada nas bacias hidrográficas brasileiras que passam por períodos de estiagem. Em consequência, a demanda por óleo combustível, gás natural e carvão mineral na RMF também saltou neste período.
- **Sob o ponto de vista energético, bagaço de cana, lenha e carvão vegetal tem pouca relevância na matriz energética da RMF.** Dada à sua baixa vocação agrícola, a RMF, por sua vez, não possui produção de biodiesel e etanol. Por outro lado, **a demanda por biocombustíveis é crescente** (mais 7% a.a. desde 2005 para o etanol anidro, e 22% a.a. para o biodiesel desde 2008) puxada pela mistura obrigatória no óleo diesel e na gasolina C (28 mil metros cúbicos de biodiesel e 135 mil metros cúbicos de etanol anidro, em 2012). **O etanol hidratado, por sua vez, apresenta uma queda sistemática em seu consumo na RMF** entre 2009 e 2012 de 16,7% ao ano, devido a sua baixa competitividade econômica na região. Neste último ano, foram comercializados apenas 68,2 mil metros cúbicos na RMF.
- Acompanhando seu histórico de crescimento econômico, **o consumo de eletricidade na RMF tem aumentado a cerca de 8% ao ano nos últimos 5 anos**, atingindo 6,6 TWh em 2013, mais de 60% do consumo do estado. Os setores maiores consumidores da energia elétrica da RMF são o residencial, industrial e comercial, com participação de 34%, 28% e 24% em 2013, respectivamente. **Seguindo a pouca tradição industrial da região, o consumo residencial da RMF supera o setor industrial.** A única concessionária a COELCE - Companhia Energética do Ceará, empresa que distribui energia elétrica a cerca de 8,5 milhões de habitantes em todos os 184 municípios cearenses, em um território de 148.825 km² e tem mais de 3,2 milhões de unidade consumidoras, dos quais 526 mil se localizam na Região Metropolitana de Fortaleza.
- O ICMS aplicado pelo consumo de energia elétrica no Ceará (27%) é um dos mais altos no Brasil. **A COELCE possui a terceira maior tarifa do Nordeste.** Da tarifa de energia elétrica paga pelo consumidor residencial no município de Fortaleza, tem-se que, em valores aproximados, 45% é para a energia, 1% para o setor de transmissão, 18% são destinados à distribuição, 3% compõe os encargos setoriais e 33% é a parcela destinada aos tributos federais e estadual. **Um aumento sistemático nos preços da energia foi observado nos últimos anos**, em especial o forte aumento no ano de 2015, com uma inflação nos preços observada acima dos 30%, em relação a 2014.
- **A principal demanda da RMF por derivados de petróleo é pela gasolina** (667,1 mil metros cúbicos em 2012), seguida pelo óleo diesel (561,5 mil metros cúbicos em 2012). Todos estes derivados apresentam demandas significativamente crescentes (9,3% e 6,8% ao ano, respectivamente, desde 2005), resultados do forte crescimento econômico da região.

- Sete municípios da RMF (os únicos do estado do Ceará) são atendidos por uma rede de distribuição de gás natural, administradas pela Petrobrás e Cegás. **Desde 2007, o consumo de gás natural na RMF vem crescendo a uma taxa média de 25,0% ao ano**, atingindo o volume de pouco mais de 1 milhão de metros cúbicos em 2013, sendo 76,5% consumido pelas termelétricas da região, 14% foi utilizado nas indústrias, e 8,1% como gás natural veicular (GNV).
- **No Ceará, os principais consumidores de carvão são as centrais geradoras termelétricas** Porto do Pecém I e II, com potências instaladas de 720 MW e 365 MW respectivamente, que usam esta fonte como combustível para gerar eletricidade. Este combustível é importado da Colômbia, aproveitando o corredor logístico de suprimento que está se desenvolvendo para abastecer a Companhia Siderúrgica do Nordeste, em fase de construção no mesmo porto do Pecém. **Foram consumidos aproximadamente 1,4 milhões de toneladas de carvão vapor na RMF em 2013, um salto de 5.400% em relação a consumo de 2012, devido ao despacho de operação de suas termelétricas.** O consumo de carvão vapor da RMF representou em 2013 cerca de 7% do consumo nacional, representando, assim, **a fonte energética de maior participação da região frente ao consumo nacional.**
- **O maior superávit energético da RMF ocorreu em 2012 com o óleo combustível** (+50.000 tep/ano), mas esse excedente foi sensivelmente reduzido nos anos posteriores com o despacho de usinas termelétricas da Região movidas a este derivado. **O grande déficit energético da RMF em 2012 é por gás natural** (-560.000 tep/ano), seguido por gasolina (-410.000 tep/ano), óleo diesel (-400.000 tep/ano). A partir de 2013, com a entrada em operação das termelétricas a carvão do Porto do Pecém, o déficit de carvão mineral chegou ao mesmo patamar do de gás natural.
- Consolidando todas as fontes energéticas, **a RMF consumiu 1,9 milhão e 2 milhões de tep nos anos 2011 e 2012.** Traduzindo em termos de emissões de gases causadores de efeito estufa, a **Região Metropolitana de Fortaleza gerou 4,1 e 4,6 milhões de toneladas dióxido de carbono equivalente, em 2011 e 2012**, respectivamente, provenientes de fontes de energia fósseis. Um crescimento de 11,9% entre esses dois anos.
- Comparando a produção de fontes primárias de energia com o consumo final de fontes energéticas, observou-se que a **dependência energética da RMF por fontes provenientes de outras regiões foi de 82,5% em 2011 e 84,5% em 2012.**
- **A participação de fontes energéticas renováveis no consumo final da RMF foi de 28,5% e 27,3% em 2011 e 2012**, respectivamente, enquanto que a média nacional de participação de fontes renováveis na matriz energética é de 40%.
- **Em 2012, a RMF desempenhou um menor consumo específico** de eletricidade por valor adicionado ao PIB (193 kWh/US\$) e por habitante da região (1.572 kWh/hab), bem como um menor consumo específico energético total por valor adicionado ao PIB (65 tep/US\$), quando em comparação com as médias nacionais (207 kWh/US\$, 2.490 kWh/hab e 104 tep/US\$, respectivamente). Isso se deve ao reflexo do estágio do desenvolvimento socioeconômico da região aquém do nacional. Ainda, o perfil da economia da RMF concentrada em serviços, que é pouco demandante por energia por valor adicionado ao PIB. A produção industrial, conseqüentemente o transporte de cargas, ambos fortemente demandantes por energia, tem menor relevância relativa à economia da RMF se comparada com a média nacional. Isso produz uma aparente maior eficiência energética da economia fortalezense em relação à economia nacional. **Observou-se também um aumento no consumo específico entre os anos 2011 e 2012 em todos os indicadores discutidos, ao contrário da tendência global de redução da intensidade energética.**
- No que tange às reservas e pontencialidades, **as reservas de petróleo e gás natural cearenses são relativamente baixas comparadas com o consumo de gás e derivados da RMF.** O total de reservas provadas desse ano foi 7,6% menor que no final de 2012. Enquanto as reservas totais aumentaram, as reservadas provadas caíram. Ou seja, parte das reservas provadas foram consumidas pela produção de petróleo e as descobertas ocorridas em 2013 ainda não foram provadas economicamente viáveis. As reservas

cearenses de gás natural, por sua vez, representam menos de 0,1% das reservas totais nacionais, não tendo relevância na matriz energética nacional.

- O Governo do Estado do Ceará estima que **o potencial de geração de energia eólica é de 200 GW** em terra, o que equivale a mais de 700 TWh/ano, maior que o consumo elétrico de todo o país em 2014. O estado foi pioneiro e esteve na vanguarda por vários anos na capacidade instalada e geração de energia eólica no Brasil. No entanto, no final de 2014 perdeu a dianteira para o Rio Grande do Norte, diferença esta que se distanciará ainda mais devido aos resultados dos últimos leilões de energia da ANEEL. **Infraestrutura deficitária para a conexão de novas centrais geradoras, atrasos excessivos nas outorgas de licenças ambientais, riscos dos projetos com variação cambial desfavorável e ajustes fiscais do governo federal são barreiras aos investimentos que devem ser superados.**
- **O aproveitamento de apenas 0,1% da área da RMF para a geração de energia elétrica a partir do Sol é o suficiente para gerar o dobro da quantidade de energia consumida pela região em 2013.**
- A energia maremotriz poderá ser no futuro próximo mais uma opção de fonte energética de forte potencial na RMF.
- **Ceará possui sexta maior reserva de urânio do mundo**, ainda sem aproveitamento. O empreendimento de exploração de tal reserva encontra-se em fase de licenciamento ambiental, quando o país poderá triplicar sua produção de urânio enriquecido, bem como a geração de eletricidade a partir da energia nuclear.
- **Resíduos sólidos urbanos são fontes energéticas negligenciadas** pelo estado do Ceará, podendo atender parcela maior que 20% da demanda de energia elétrica do estado e da RMF.
- **A microgeração distribuída** foi regulamentada no Brasil em 2012. Até maio de 2015 a RMF já conta com 68 empreendimentos autorizados, totalizando 302,0 kW de capacidade instalada. O número é ainda pequeno, mas **com forte potencial crescimento**, dadas as ofertas de recursos naturais para a geração eólica e solar na RMF, bem como o histórico e a expectativa de forte aumento na tarifa da energia elétrica no país. Quase 70% dos empreendimentos são para uso residencial. Cerca de 80% utilizam a fonte solar fotovoltaica. Dentro da RMF, Fortaleza ainda é o principal palco destes empreendimentos, contendo quase 62% da potência instalada de microgeração da região.

3. Panorama Energético Nacional

Em qualquer planejamento energético, faz-se importante a compreensão sobre o contexto dentro do qual o ambiente de estudo está inserido. Este capítulo intenciona contextualizar o setor energético em um panorama nacional.

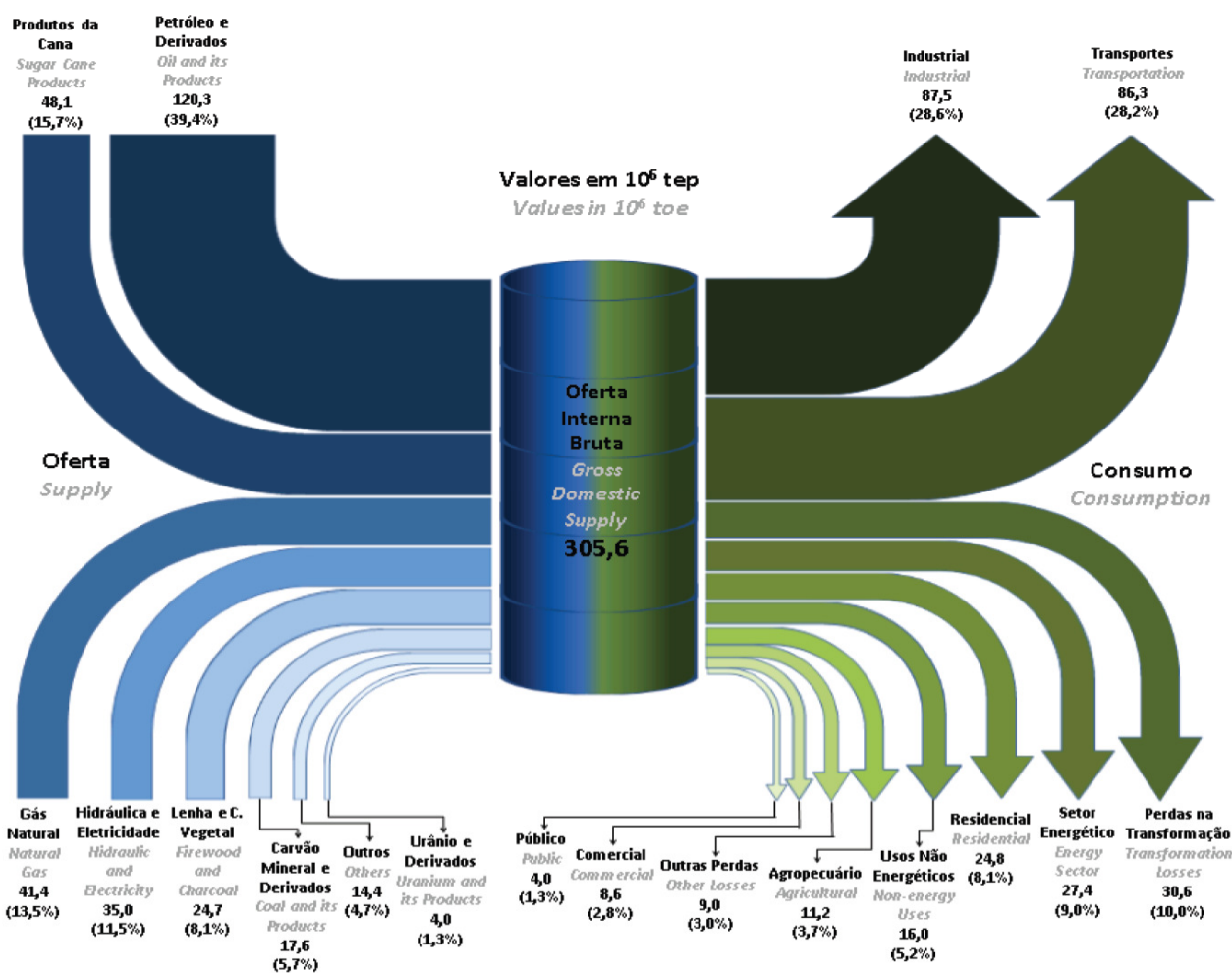
Consolidando todas as formas de energia primária, a oferta interna de energia brasileira em 2014 foi de mais de trezentos milhões de toneladas equivalentes de petróleo.

A Figura 3.1, extraída do Balanço Energético Nacional 2015, esquematiza o fluxo de oferta e consumo de energia no país no ano de 2014. A figura representa a origem por fonte primária e secundária de energia das 305,6 milhões de toneladas equivalentes de petróleo ofertadas no país neste ano de 2014 e o seu consumo por setor.

A figura mostra uma oferta energética diversificada, tendo como fontes energéticas de relevância nacional o petróleo e seus derivados, gás natural, a cana-de-açúcar e seus derivados, a energia hidráulica. Claramente o petróleo representa o seu papel de protagonista como principal fonte energética do país. Por outro lado, observa-se a importância da cana-de-açúcar na matriz energética nacional e uma política energética não incentivada ao uso de carvão mineral e materiais radioativos por razões especialmente ambientais. Neste sentido, apesar da forte predominância de fontes fósseis, o Brasil, gozando de suas condições edafoclimáticas para a agricultura e de seu potencial hidrelétrico, possui uma forte e reconhecida presença de fontes renováveis em sua matriz

energética, representando cerca de 40% da oferta interna brasileira de energia, enquanto a média mundial é de 11,5%, segundo dados da *U.S. Energy Administration Information*.

Figura 3.1. - Balanço de Oferta e Consumo energéticos no Brasil em 2014



Fonte: Extraído do, Balanço Energético Nacional 2015, publicado pela EPE.

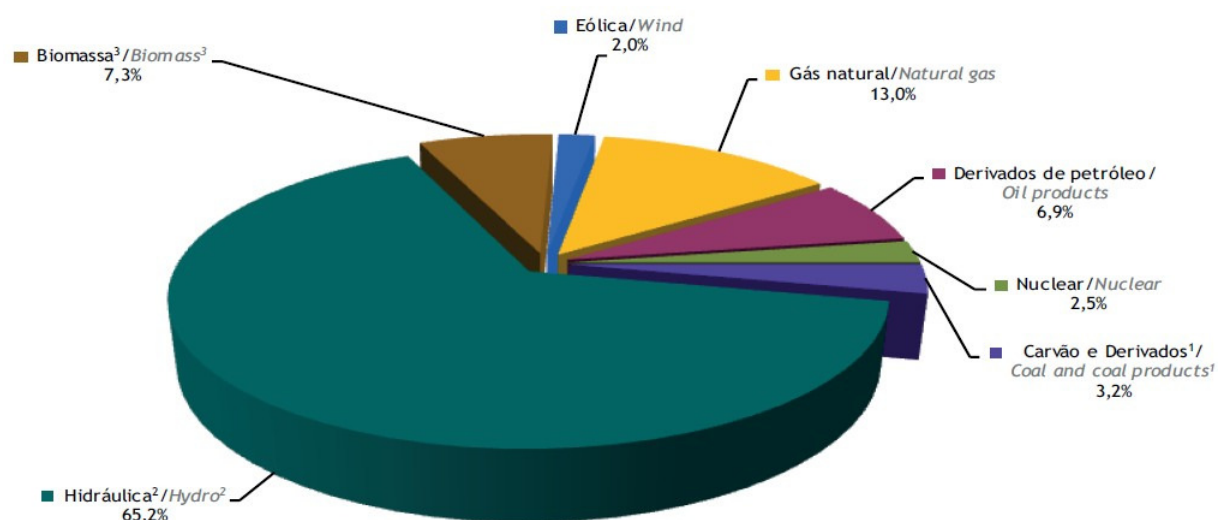
Por outro lado, o consumo energético nacional pode ser dividido por setores como segue: industrial, transporte, geração de energia elétrica, residencial, comercial, público, agropecuário e usos não energéticos.

Sua demanda está fortemente vinculada à atividade industrial e de transportes. As perdas nos processos de transformação representam uma parcela importante (10,0%), sugerindo um espaço a conquistar em ganhos de eficiência energética. Finalmente, pode-se observar que, apesar da forte participação de fontes agroenergéticas na oferta (produtos de cana-de-açúcar, lenha, carvão vegetal...), o setor agropecuário tem pouca relevância no consumo nacional, demonstrando o favorável balanço energético da atividade de agroenergética no país.

Neste período, a geração de energia elétrica no Brasil chegou a 590,5 TWh e as importações representaram 33,8 TWh, totalizando 624,3 TWh de oferta de energia elétrica em 2014 (BEN 2015), ou 53,5 milhões de tep. Observa-se assim, que 17,2% da matriz energética nacional foram ofertadas e consumidas como eletricidade, e 82,8% como combustíveis.

Na matriz elétrica brasileira, a hidroeletricidade ainda possui forte predominância, apesar de que o incremento de capacidade e oferta ano a ano tem se concentrado em fontes outras, com maior potencial de expansão. Isso faz com que a oferta interna de energia elétrica nacional seja predominantemente renovável, porém com rápido crescimento de participação de geração não renovável, que em 2014 representou já mais de 25% (vide Fig. 3.2.). A energia eólica, apesar dos fortes investimentos e alta taxa de crescimento de participação, ainda tem pouca expressão na matriz nacional (2% em 2014).

Fig. 3.2. - Oferta interna de energia elétrica no Brasil em 2014, por fonte.



Fonte: EPE - Balanço Energético Nacional 2015, Ano base 2014.

A Tabela 3.1. expressa a dependência externa brasileira por fonte de energia. Os números são as diferenças entre a demanda interna e a produção em cada período. Observa-se que a dependência externa brasileira saltou do patamar que oscilava em torno de um valor próximo a 20 milhões de tep entre 2007 e 2011 (a exceção de 2009, que teve sua dependência reduzida a menos de 10 milhões de tep por causa do desaquecimento da economia brasileira gerado pela crise econômica mundial) para em torno de 40 milhões de tep em 2013 e 2014, especialmente devido ao forte aumento na importação líquida de petróleo. Isto tem ocorrido devido aos atrasos no início da operação da Refinaria do Nordeste (RNest, em Ipojuca-PE) e do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (Comperj, em Itaboraí-RJ).

Tabela 3.1. - Dependência externa brasileira, 2007 a 2014.¹

Fontes	Unidades	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Total	10³ tep	19.571	21.788	9.668	20.694	22.132	30.889	43.401	39.606
	%	8,0	8,4	3,9	7,6	7,9	10,7	14,4	12,7
Petróleo	10 ³ bep/d	19	41	-110	-55	28	187	336	160
	%	1,0	2,1	-5,7	-2,6	1,3	7,9	13,7	6,3
Gás Natural	10 ³ m3	10.314	11.691	8.328	12.639	10.806	13.197	17.095	19.409
	%	44,8	43,5	38,3	43,9	37,6	38,8	42,8	44,3
Carvão Mineral	10 ³ t	16.439	17.21	12.896	17,71	20.078	18.077	19.937	22.148
	%	73,5	76,8	71,2	75,6	80,0	70,8	71,1	74,9
Eletricidade	GWh	38.832	42.211	39.666	34.648	35.886	40.254	40.334	33.775
	%	8,0	8,4	7,8	6,3	6,3	6,8	6,6	5,4

Fonte: EPE - Balanço Energético Nacional 2015, Ano base 2014.

¹ Números negativos significam exportação líquida.

Posto isso, pode-se sumarizar que o panorama nacional energético é destacado por: matriz energética diversificada; baseada especialmente no petróleo como principal fonte de energia; forte presença de fontes renováveis, mas que vem perdendo espaço com os incrementos de capacidade instalada para geração de energia a partir de fontes fósseis, com demanda crescente por energia acompanhada com uma dependência à energia externa também crescente.

4. Região Metropolitana de Fortaleza

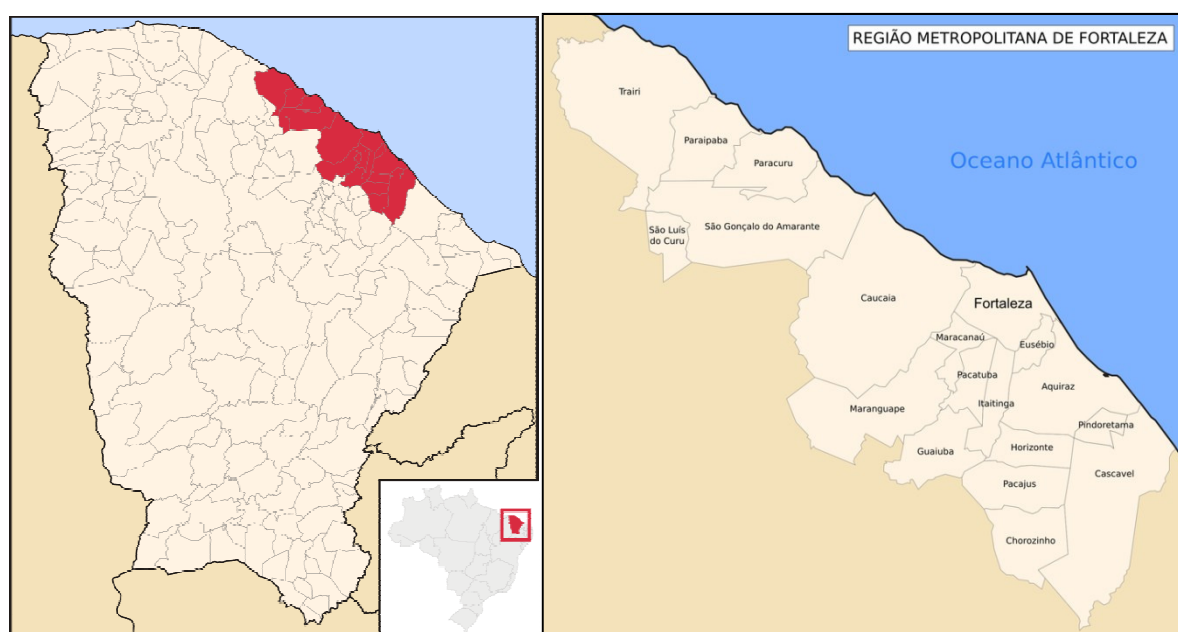
Capital do Estado do Ceará, Fortaleza é a quinta maior cidade do Brasil, por seus 2 milhões e 400 mil habitantes. Rica por sua história, beleza natural e expressões culturais. Desde 2010, alcançou o status de cidade de maior Produto Interno Bruto da região Nordeste e a nona maior no Brasil, com 43 bilhões de reais em 2012. Fortaleza cresceu em média 5,9% a.a. no quinquênio 2003-2007 e 3,9% ao ano entre 2008 e 2012 (Gráfico 4.1.). Fortaleza é, porém, dentre as 20 maiores cidades do Brasil, a décima nona colocada em PIB per capita, revelando a sua alta desigualdade social (IBGE).

A Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) foi criada pela Lei Complementar Federal de nº. 14, de 8 de Junho de 1973, e após inclusões gradativas de municípios de influência, é atualmente composta pelos municípios de Aquiraz, Cascavel, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba, Horizonte, Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajús, Pacatuba, Paracuru, Paraipaba, Pindoretama, São Gonçalo do Amarante, São Luis do Curu e Trairi, além de Fortaleza.

Compreende uma área de 6.967 quilômetros quadrados e uma população estimada em 3 milhões e 800 mil habitantes, que vem crescendo em média 0,5% ao ano nos últimos 5 anos, e concentra 44% da população do Estado (Vide Tabela 4.1.).

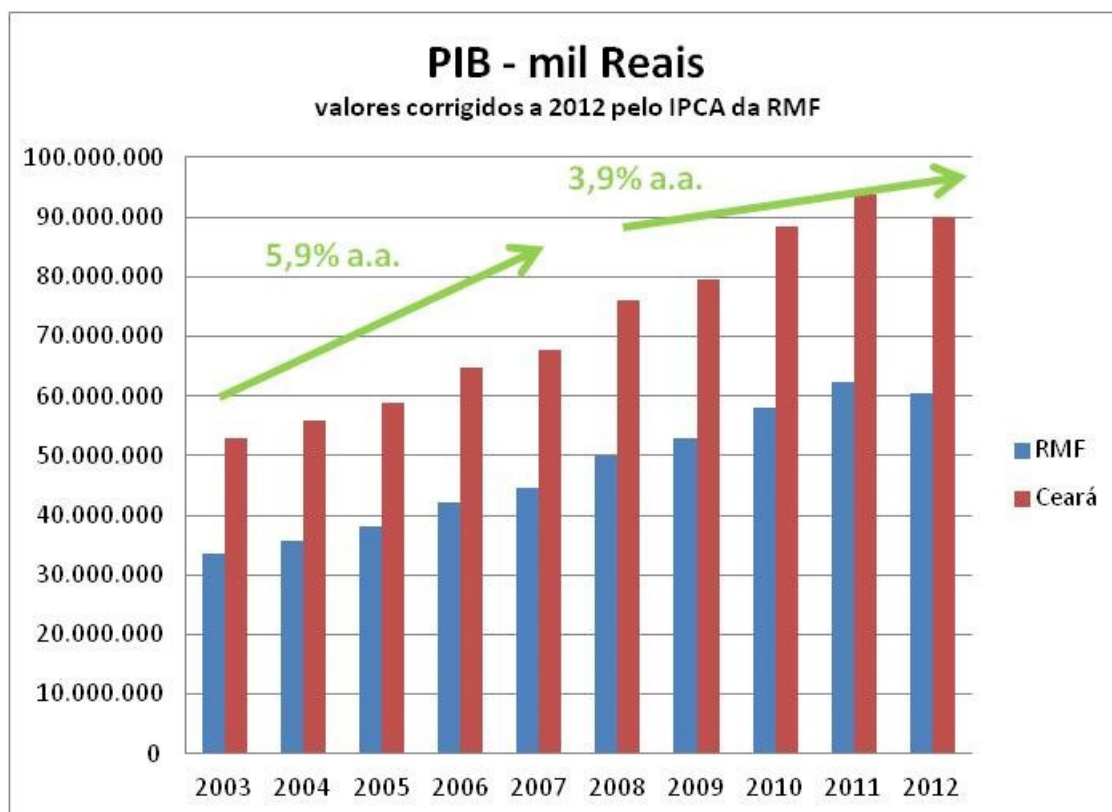
Sua economia está baseada nos serviços e comércio de Fortaleza, nas indústrias voltadas especialmente para os setores têxtil e alimentício concentradas principalmente nos municípios de Maracanaú e Eusébio, no Complexo Industrial Porto do Pecém no Município de São Gonçalo do Amarante, que abriga a Companhia Siderúrgica do Nordeste, em construção, e empresas em seu entorno produtivo, e no turismo das reconhecidas belas praias de seu litoral. A agropecuária tem uma representação marginal na economia da RMF (< 1% de contribuição no PIB).

Figura 4.1. - Região Metropolitana de Fortaleza



Em 2012, o PIB da RMF foi de 60,6 bilhões de reais, 3,1% menor que em 2011. A despeito desta retração em 2012, o PIB da região cresceu em média 6,1% ao ano nos últimos 10 anos.

Gráfico 4.1. - Evolução do PIB da Região Metropolitana de Fortaleza, por município.



Municípios	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ceará	52.943.843	55.910.423	58.749.995	64.775.804	67.586.141	75.940.677	79.493.473	88.441.212	93.877.274	90.131.724
RMF	33,495,288	35,845,283	38,177,217	42,328,061	44,665,028	50,045,486	53,096,511	58,278,127	62,584,366	60,643,527
Aquiraz	406,268	464,592	507,286	514,887	527,555	629,116	730,135	775,279	855,061	935,351
Cascavel	409,661	478,021	508,282	424,886	394,378	470,318	470,597	507,868	517,373	484,910
Caucaia	1,267,736	1,430,827	1,488,712	1,892,248	1,976,529	2,493,339	2,652,572	2,950,319	3,456,443	3,657,134
Chorozinho	70,875	70,997	75,800	82,902	76,814	90,573	94,413	102,591	106,674	89,207
Eusébio	650,656	820,984	828,912	908,565	1,038,326	1,189,809	1,308,031	1,444,366	1,570,738	1,407,512
Fortaleza	25,279,625	26,634,375	28,331,041	31,241,031	32,867,445	36,352,709	38,461,007	42,146,144	44,824,788	43,402,190
Guaiúba	58,939	66,035	51,990	74,801	80,827	93,295	99,247	114,316	115,959	107,068
Horizonte	552,045	592,713	723,699	729,355	815,561	1,065,724	1,291,930	1,130,914	1,147,115	939,562
Itaitinga	106,733	106,594	130,067	134,220	136,486	170,911	193,240	207,869	226,141	184,858
Maracanaú	2,683,277	2,942,182	3,153,480	3,310,526	3,501,799	3,971,411	4,276,171	4,657,250	5,119,278	4,789,878
Maranguape	478,088	579,471	684,503	745,453	776,256	817,382	778,681	855,584	856,430	823,652
Pacajús	505,433	545,004	526,810	511,908	506,838	526,702	561,695	584,407	640,316	599,849
Pacatuba	282,627	319,339	284,616	507,589	489,717	577,753	579,887	630,242	684,436	650,910
Paracuru	178,363	187,536	213,721	214,970	201,703	227,766	201,706	223,196	315,193	396,224
Paraipaba	112,931	122,301	135,276	15,740	154,117	160,665	170,780	198,713	215,958	199,731
Pindoretama	63,080	71,046	71,371	78,525	88,442	94,457	127,623	145,018	165,178	169,568
S G Amarante	157,625	180,674	189,969	630,873	742,428	772,746	798,417	1,269,407	1,393,759	1,439,817
S Luis Curu	34,520	37,258	42,716	51,925	49,907	57,079	58,846	64,103	72,984	68,489

Trairi	196,807	195,336	228,966	257,658	239,901	283,729	241,533	270,541	300,541	297,617
---------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

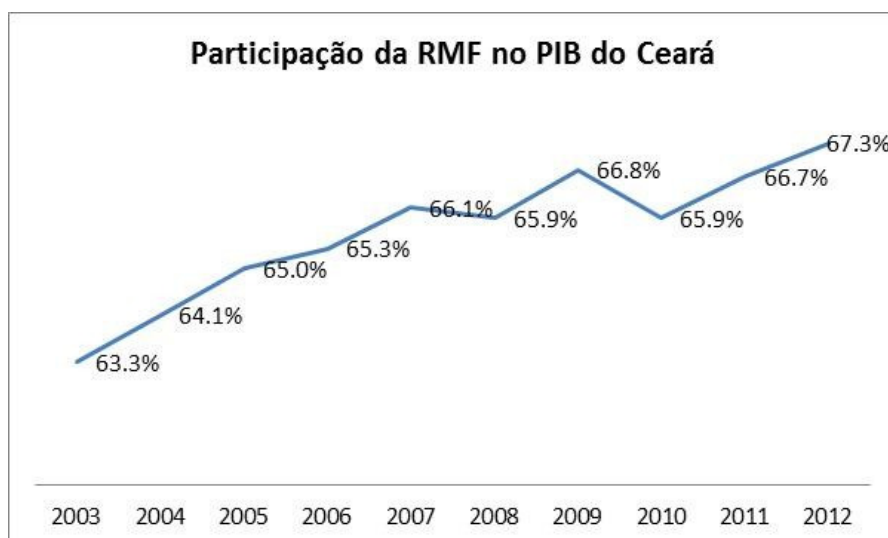
Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE)

Tabela 4.1. - Evolução da população da Região Metropolitana de Fortaleza, por município - mil habitantes.

Municípios	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ceará	7.977	8.097	8.217	8.185	8.451	8.548	8.448	8.530	8.606
RMF	3.483	3.553	3.622	3.636	3.727	3.782	3.736	3.785	3.828
Aquiraz	67,7	69,3	70,9	67,3	70,4	71,4	72,7	73,6	74,5
Cascavel	62,1	63,2	64,3	63,9	67,0	68,0	66,1	66,8	67,5
Caucaia	294,3	304,0	313,6	316,9	326,8	334,4	324,7	330,9	336,1
Chorozinho	20,4	20,7	21,1	18,3	18,8	18,8	18,9	18,9	18,9
Eusébio	37,2	38,4	39,7	38,2	40,4	41,3	46,0	47,0	48,0
Fortaleza	2.332,7	2.374,9	2.416,9	2.431,4	2.473,6	2.505,6	2.447,4	2.476,6	2.500,2
Guaiúba	21,1	21,3	21,6	22,4	23,5	23,9	24,1	24,4	24,7
Horizonte	41,7	43,5	45,3	48,7	52,5	54,4	55,2	56,8	58,4
Itaitinga	32,5	33,2	33,9	31,1	32,4	32,7	35,8	36,3	36,8
Maracanaú	191,3	193,9	196,4	197,3	199,8	201,7	209,7	211,3	213,4
Maranguape	96,6	98,4	100,3	103,0	108,5	110,5	112,9	115,5	117,3
Pacajús	50,4	51,8	53,1	54,9	58,3	59,7	61,8	63,2	64,5
Pacatuba	59,1	60,7	62,3	65,8	70,0	71,8	72,2	73,9	75,4
Paracuru	30,9	31,7	32,4	30,7	32,1	32,6	31,6	32,0	32,3
Paraipaba	28,4	29,0	29,7	28,2	29,5	29,9	30,0	30,4	30,7
Pindoretama	16,7	17,1	17,5	17,1	18,0	18,3	18,7	19,0	19,2
S G do Amarante	38,9	39,6	40,3	40,3	42,3	43,0	43,9	44,5	45,1
São Luís do Curu	12,0	12,1	12,2	12,1	12,5	12,6	12,3	12,4	12,5
Trairi	48,7	49,7	50,6	48,6	50,8	51,4	51,4	52,0	52,5

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE)

Gráfico 4.2. - Participação da RMF na economia do estado do Ceará



Fonte: Elaboração própria com dados do IPECE.

Observa-se nos últimos 10 anos uma concentração da economia cearense cada vez maior na Região Metropolitana de Fortaleza. 13 dos 19 municípios da RMF cresceram a taxas médias anuais maiores que do estado do Ceará neste período. Vale destacar o município de São Gonçalo do Amarante, que cresceu a taxas de 24,8% ao ano em média entre 2003 e 2012, impulsionado pelo Complexo Industrial do Porto do Pecém.

Uma vez que este estudo setorial enfoca o aspecto energético e será parte de um Plano Estratégico para a cidade de Fortaleza em uma perspectiva ampla e sistêmica, uma descrição da Região Metropolitana de Fortaleza será melhor detalhada em seus estudos pertinentes e complementares a este.

5. Setor Elétrico e a Região Metropolitana de Fortaleza

Capacidade Instalada de Geração de Energia Elétrica

Conforme já discutido anteriormente, na matriz elétrica brasileira, a hidroeletricidade ainda possui forte predominância, apesar de que o incremento de capacidade tem se concentrado em fontes outras, como se vê na série histórica de capacidades instaladas por fonte (Tabela 5.1.).

Em 31 de dezembro de 2014, a capacidade instalada nacional para geração de energia elétrica chegou a 133,9 mil MW, sendo cerca de 67% proveniente da energia hidráulica e 28% da capacidade instalada de geração de eletricidade a partir do uso de combustíveis (termoeletricidade). A energia eólica e a energia solar não ultrapassam mais que 4% da capacidade instalada nacional. Apesar dessas fontes alternativas ainda representarem uma pequena parcela na matriz energética nacional, elas apresentaram um forte crescimento. Em 2014, a potência instalada para geração eólica no país expandiu 122%, enquanto que para o setor solar essa expansão foi de 200%, em relação ao ano anterior.

A capacidade instalada de centrais geradoras de energia nuclear (Angra I e II) representa apenas 1% da capacidade total. Não cresceu na série histórica apresentada, e ainda sofreu uma pequena redução no ano de 2013², de 0,8% em relação a 2012. A baixa participação na matriz elétrica nacional e o crescimento estagnado desta indústria evidenciam o histórico baixo fomento a investimentos neste setor no Brasil e o papel coadjuvante desta modalidade como fonte de energia apesar de termos a sexta maior reserva ³de urânio do mundo.

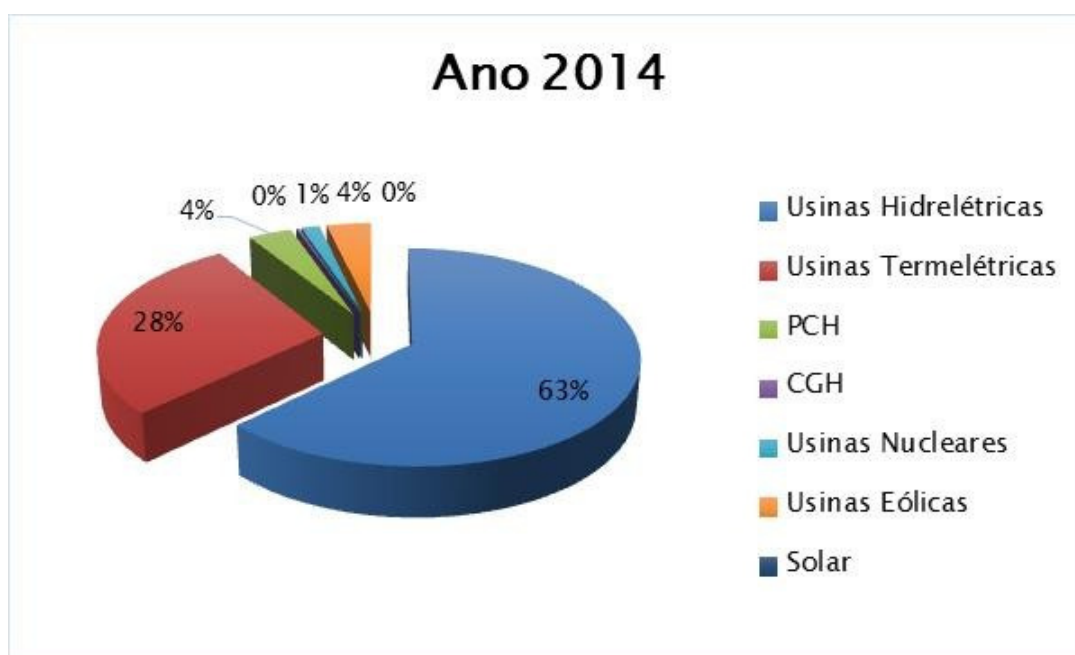
De acordo com o Gráfico 5.1, em 31 de dezembro de 2014, a capacidade instalada para geração de energia elétrica do Ceará era de 3.172 MW, representando 12,7% da capacidade do Nordeste ou 2,4% da capacidade instalada nacional, de 133.913 MW.

²A usina Angra III está em fase de construção, com início de operação previsto para 2018, quando agregará 1.400 MW de capacidade instalada à matriz elétrica nacional (Fonte: Eletronuclear).

³ Segundo dados da INB - Indústrias Nucleares do Brasil, a jazida mineral Itataia/Santa Quitéria, no Ceará, tem capacidade para suprir uma produção anual de 1.600 toneladas de concentrado de urânio, que equivale ao atendimento de combustível para a capacidade de geração 7.500 MW de energia elétrica, ou 5,6% da capacidade instalada de 2014. Para efeito de comparação, a única produção de concentrado de urânio no país vem da Mina de Caetité, estado da Bahia, totalizando 400 toneladas/ano. Este projeto encontra-se em fase de licenciamento ambiental e visa a coprodução anual de mais de 1 milhão de toneladas de fertilizante, entre monoamônio fosfato (MAP) granulado, sulfato de amônia (SAM) granulado, superfostado simples (SSP) granulado com micronutrientes, Superfosfato Triplo (TSP) granulado e fosfato bicálcico, além do urânio concentrado.

Tabela 5.1. - Série histórica da capacidade instalada de geração de energia elétrica Brasileira, MW.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Total	110.444	116.383	117.135	121.104	126.743	133.913
Usinas Hidrelétricas	76.781	78.610	78.371	79.753	81.092	84.095
Usinas Termelétricas	27.481	30.784	31.244	32.908	36.528	37.827
PCH	3.400	3.868	3.870	4.302	4.656	4.790
CGH	173	185	216	240	270	308
Usinas Nucleares	2.007	2.007	2.007	2.007	1.990	1.990
Usinas Eólicas	602	928	1.426	1.893	2.202	4.888
Solar	0	1	1	2	5	15

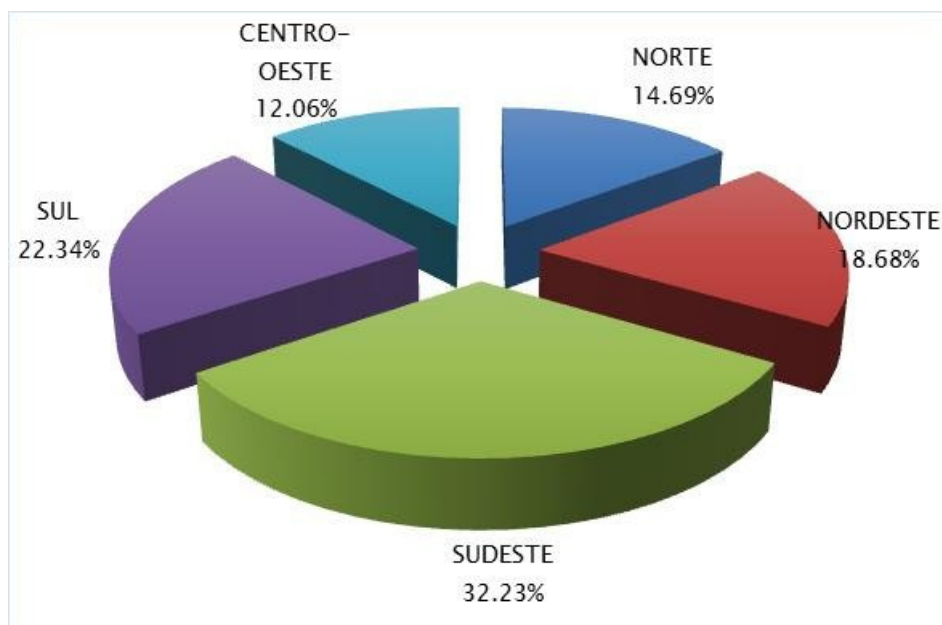


Fonte: ANEEL.

Até a data de fechamento deste documento, o estado do Ceará somava uma capacidade instalada de geração de energia elétrica de 3.194 MW de potência. Está prevista para os próximos anos uma adição de 2.248 MW na capacidade de geração do estado, proveniente dos 12 empreendimentos atualmente em construção e mais 54 com construção não iniciada (ANEEL, Banco de Informação de Geração).

Não considerando os empreendimentos de micro e minigeração distribuída, a RMF, por sua vez, possui no total 47 empreendimentos em operação, com capacidade instalada de 2.389 MW de potência, entre Produtores Independentes (PIE) e Autoprodutores de Energia (APE), representando 74,8% da capacidade instalada estadual. Está prevista para os próximos anos uma adição de 700 MW na capacidade de geração da RMF, proveniente um empreendimento atualmente em construção (termelétrica da Companhia Siderúrgica do Pecém - 218 MW) e mais 10 em construção não iniciada, um incremento de 29,3% na capacidade instalada atual.

Gráfico 5.1. - Capacidade Instalada de Geração de Energia Elétrica por Região Brasileira, 2014 - MW



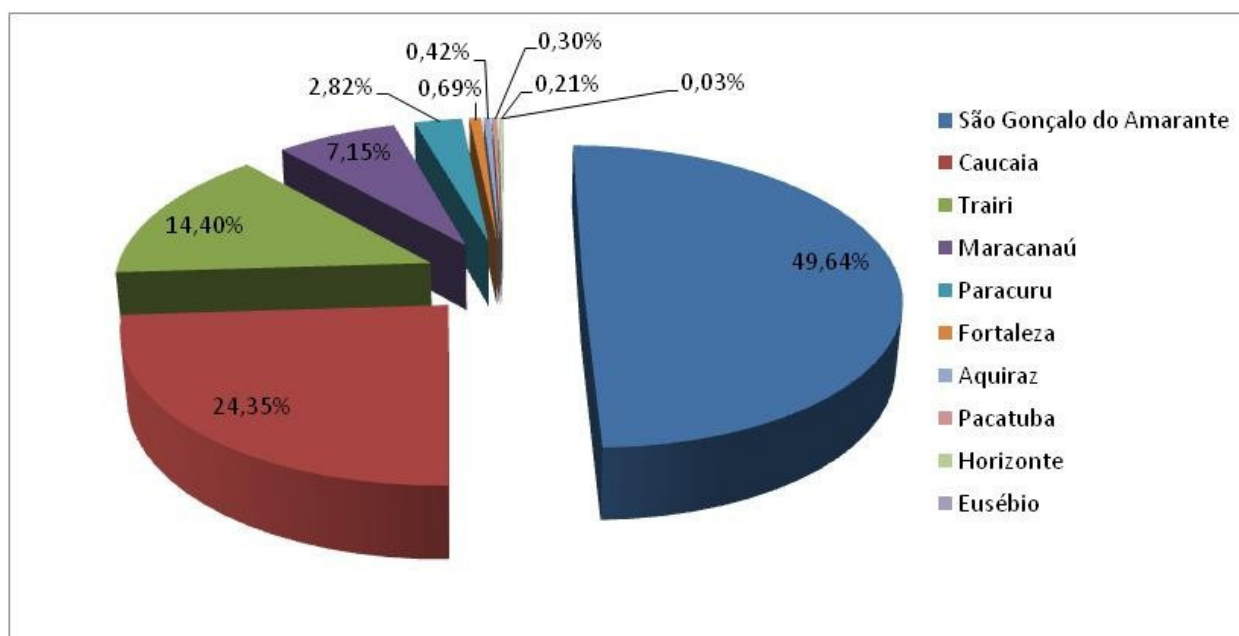
	2014	Part. % (2014)
BRASIL	133.913	99,9%
NORTE	19.654	14,7%
- Rondônia	4.770	24,3%
- Acre	189	1,0%
- Amazonas	2.299	11,7%
- Roraima	119	0,6%
- Pará	9.207	46,8%
- Amapá	724	3,7%
- Tocantins	2.444	14,5%
NORDESTE	24.993	18,7%
- Maranhão	2.723	10,9%
- Piauí	269	1,1%
- Ceará	3.172	12,7%
- Rio Grande do Norte	2.135	8,5%
- Paraíba	641	2,6%
- Pernambuco	2.667	10,7%
- Alagoas	4.047	16,2%
- Sergipe	1.703	6,8%
- Bahia	7.635	30,5%
SUDESTE	43.131	32,2%
- São Paulo	18.485	42,9%
- Minas Gerais	14.523	33,7%
- Espírito Santo	1.555	3,6%
- Rio de Janeiro	8.568	19,9%
SUL	29.895	22,3%
- Paraná	17.219	57,6%

- Santa Catarina	5.421	18,1%
- Rio Grande do Sul	7.255	24,3%
CENTRO-OESTE	16.139	12,1%
- Mato Grosso do Sul	5.421	33,6%
- Mato Grosso	2.752	17,1%
- Goiás	7.866	48,7%
- Distrito Federal	47	0,3%

Fonte: EPE -Balanço Energético Nacional 2015, Ano base 2014.

O Gráfico 5.2 mostra a capacidade instalada por município da RMF. Observa-se a importância de São Gonçalo do Amarante, onde está localizado o Complexo Industrial Porto do Pecém, no parque gerador de eletricidade da RMF, detendo quase 50% da capacidade instalada da região, seguido por Caucaia, Trairi e Maracanaú, com 24%, 14% e 7% de participação, respectivamente.

Gráfico 5.2. - Participação municipal na capacidade Instalada da RMF, em Junho de 2015 - MW

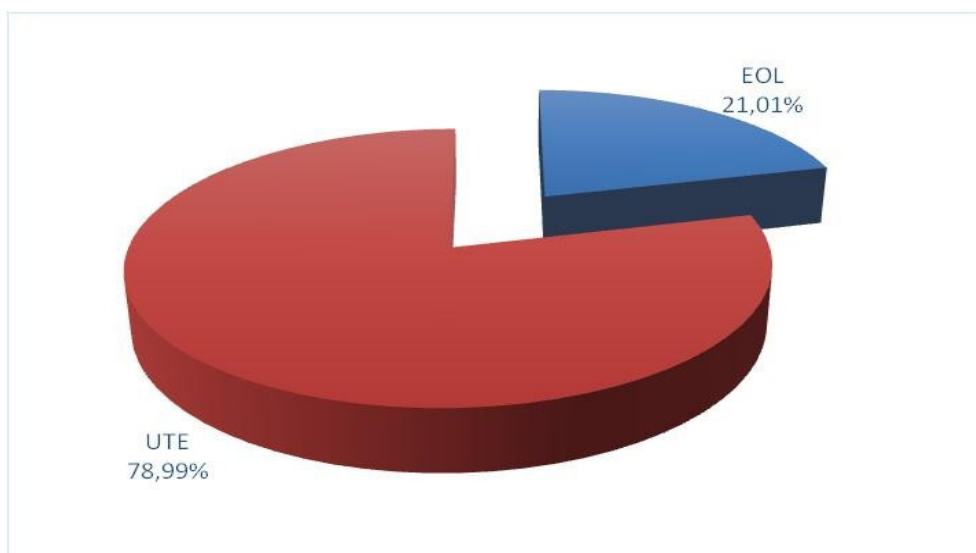


Município	Capacidade Instalada (MW)
São Gonçalo do Amarante	1.183,5
Caucaia	580,5
Trairi	343,2
Maracanaú	170,4
Paracuru	67,2
Fortaleza	16,5
Aquiraz	10,0
Pacatuba	7,1
Horizonte	5,0
Eusébio	0,8
TOTAL RMF	2.384,1

Fonte: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/ResumoEstadual/CapacidadeEstado.cfm?cmbEstados=CE:CEAR%C1>. Acessado em 06 de Julho de 2015.

Dos 47 empreendimentos em operação da RMF, são 22 parques eólicos e 25 unidades térmicas. Porém estas últimas representam 79% da capacidade instalada da região (Gráfico 5.3.).

Gráfico 5.3. - Capacidade instalada de geração de energia elétrica na RMF, por fonte energética, em Julho de 2015.



Tipo	Qtd	Potência (MW)
CGH, Central Geradora Hidroelétrica	0	0
EOL, Centrais Geradoras Eólicas	22	501
PCH, Pequenas Centrais Hidroelétrica	0	0
UFV, Central Geradora Solar Fotovoltaica	0	0
UTE, Usina Termelétrica	25	1.883
Total RMF	47	2.384

Fonte: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/ResumoEstadual/CapacidadeEstado.cfm?cmbEstados=CE:CEAR%C1>. Acessado em 06 de Julho de 2015.

Geração de Energia Elétrica na RMF

A geração de energia elétrica pode ser realizada através de distintas tecnologias. As principais aproveitam a energia mecânica de alguma fonte para gerar um movimento rotatório, que, por sua vez, gera corrente elétrica alternada em um alternador. 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. Neste último, um fluido é aquecido, pela queima de combustíveis ou outros processos, e expandido de maneira que realize um circuito no qual move um motor ou uma turbina.

Como vimos, a matriz elétrica nacional é relativamente diversificada. Nossa principal fonte de energia elétrica é a hidráulica, renovável e mais barata que outras fontes de energia. O Operador Nacional do Sistema (ONS) é o órgão, vinculado ao Ministério de Minas e Energia, responsável pela coordenação e controle da operação das instalações de geração e transmissão de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN).

O SIN é o sistema único e interligado de produção e transmissão de energia elétrica do Brasil, formado pelas empresas de geração, transmissão e distribuição das cinco regiões do país. Apenas

1,7% da energia requerida pelo país encontra-se fora do SIN, em pequenos sistemas isolados localizados na região amazônica.

O SIN permite uma integração de mais de 98% da demanda energética nacional, mitigando riscos de desabastecimento e oferta do sistema com eletricidade. Apesar disso, conforme já observado, 70% de nossa capacidade instalada depende da reserva das bacias hidrográficas do país. Com intuito de garantir a segurança no suprimento de energia elétrica de toda a população, o bom funcionamento do SIN e de diminuir os custos de geração de energia elétrica, a ONS diariamente estabelece e coordena a execução do regime ótimo de geração, intercalando os despachos das centrais geradoras térmicas e hidrelétricas conforme os períodos hídricos de cada bacia.

Em função da preponderância de usinas hidrelétricas no parque de geração brasileiro, a ONS utiliza-se de modelos matemáticos para encontrar a solução ótima de equilíbrio entre o benefício de curto prazo do uso da água e o benefício de médio e longo prazos de seu armazenamento, medido em termos da economia esperada dos combustíveis das usinas termelétricas.

A utilização máxima da energia hidrelétrica é a premissa mais econômica no curto prazo. No entanto, ela resulta em maiores riscos à confiabilidade de fornecimento futuro por possível escassez de água. Maximizar os níveis dos reservatórios significa utilizar mais geração térmica e, portanto, maiores custos de operação.

Com base nas condições hidrológicas, na demanda de energia, nos preços de combustível, na entrada de novos projetos e na disponibilidade de equipamentos de geração e transmissão, o modelo obtém o despacho ótimo das centrais geradoras de eletricidade para o período em estudo, definindo a geração hidráulica e a geração térmica para cada região.

As gerações eólicas e solares (ainda pouco representantes na matriz elétrica nacional) tem despachos automáticos, ou seja, geram o que o vento e a insolação solar for capaz de gerar em suas condições operacionais submetidas.

Posto isso, a Tabela 5.2 mostra que foram gerados no país 570 TWh de energia elétrica em 2013, um crescimento de 3,1% em relação a 2012. Nos últimos 5 anos, a geração de eletricidade tem aumentado a uma taxa média de 4,2% ao ano. Conforme será discutido adiante, o ritmo da geração de energia elétrica no Brasil acompanha uma forte correlação com o ritmo do consumo de eletricidade de seu mercado interno.

O estado do Ceará gerou 10,4 TWh em 2013, um aumento de 135% em relação ao ano anterior. Apesar de ainda participação pouco relevante, o estado vem aumentando sistematicamente sua participação na geração de eletricidade nacional, representando 1,8% em 2013 e taxa de crescimento média nos últimos 5 anos de 56% ao ano. Isso se deve à entrada em operação de novas centrais geradoras, especialmente térmicas e eólicas, e ao maior despacho das térmicas a partir do final de 2012 com o objetivo de preservar o nível das bacias hidrográficas do país.

Tabela 5.2 - Série histórica da geração de eletricidade no Brasil, por Estado, em GWh.

Estado	2009	2010	2011	2012	2013	Part.%(2013)
BRASIL (TOTAL)	462.976	515.799	531.758	552.498	570.026	100,0%
NORTE	62.600	63.434	67.894	69.906	71.668	12,6%
- Rondônia	2.788	3.670	3.214	4.173	6.407	8,9%
- Acre	141	174	203	377	234	0,3%
- Amazonas	9.027	8.751	9.036	9.561	9.970	13,9%
- Roraima	99	127	133	128	169	0,2%
- Pará	42.030	39.939	43.092	41.217	41.191	57,5%

- Amapá	773	1.477	1.566	1.704	1.816	2,5%
- Tocantins	7.742	9.296	10.650	12.747	11.881	16,6%
NORDESTE	60.186	61.077	66.971	76.412	79.856	14,0%
- Maranhão	994	1.219	1.943	3.621	11.181	14,0%
- Piauí	779	716	742	723	731	0,9%
- Ceará	1.136	3.981	2.578	4.425	10.396	13,0%
- R Grande do Norte	315	1.403	1.587	2.920	3.756	4,7%
- Paraíba	232	45	389	1.010	1.854	2,3%
- Pernambuco	5.419	7.336	7.707	8.395	9.733	12,2%
- Alagoas	18.803	17.065	18.747	19.325	13.029	16,3%
- Sergipe	9.642	8.658	9.670	10.177	6.760	8,5%
- Bahia	22.865	20.294	23.608	25.816	22.416	28,1%
SUDESTE	169.390	189.164	181.091	204.659	193.106	33,9%
- São Paulo	69.474	76.080	72.151	78.534	75.517	39,1%
- Minas Gerais	63.538	64.239	63.811	71.655	54.013	28,0%
- Espírito Santo	7.010	5.883	6.589	6.860	8.464	4,4%
- Rio de Janeiro	29.369	42.963	38.540	47.610	55.112	28,5%
SUL	121.756	142.206	153.932	127.612	156.413	27,4%
- Paraná	85.575	95.548	99.355	92.819	103.447	66,1%
- Santa Catarina	17.100	23.251	26.817	16.963	25.660	16,4%
- Rio Grande do Sul	19.082	23407,0	27.760	17.826	27.306	17,5%
CENTRO-OESTE	49.044	59.918	61.870	73.909	68.983	12,1%
- Mato Grosso do Sul	20.768	22.867	22.704	25.896	25.281	36,6%
- Mato Grosso	7.520	7.551	7.200	10.802	12.361	17,9%
- Goiás	20.632	29.391	31.846	37.080	31.212	45,2%
- Distrito Federal	125	109,0	120	130	129	0,2%

Fonte: EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Anuário estatístico de Energia Elétrica 2014 - ano base 2013

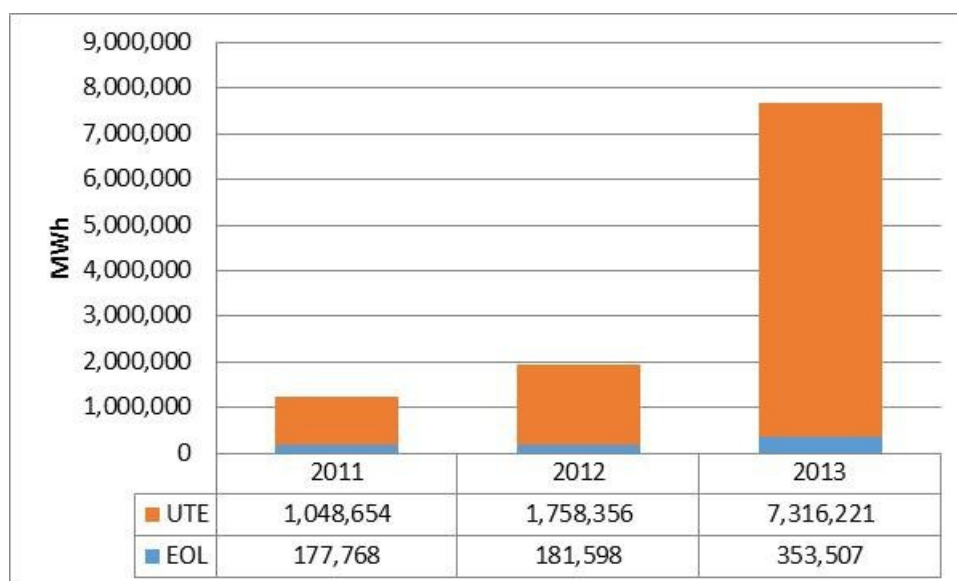
Os dados de geração estão normalmente disponíveis por estado, e não por município. Após consultas à ANEEL, CCEE e Coelce, os autores deste documento decidiram estimar a quantidade de energia elétrica gerada na RMF, usando as seguintes premissas:

- Os dados de geração das centrais térmicas foram extraídos dos relatórios de medição mensal da CCEE;
- Como os dados da CCEE ocorre por empresa-*holding* detentora das centrais geradora, que podem estar dentro e fora da RMF, supôs-se que o despacho entre as centrais geradoras ocorreu na mesma proporção de horas anuais. Ou seja, a geração foi dividida entre as centrais geradoras de uma mesma proprietária proporcionalmente à sua capacidade instalada.
- Os dados de geração das centrais eólicas foram calculados a partir de sua capacidade instalada, fatores de capacidade, e data de início de operação;
- Foram considerados os fatores de capacidade específicos de cada central geradora eólica, extraídos de relatórios da CCEE e da ONS;
- Para as centrais geradoras eólicas com dados de fator de potência não publicados foi considerado o fator de capacidade médio de 38%;
- Não foi possível obter dados de 2010 e anteriormente porque não há informações da geração térmica na CCEE.

Este método de cálculo foi realizado também para o estado do Ceará o resultado foi confrontado com os dados da Tabela 5.2., extraídos do Anuário Estatístico da Energia Elétrica, publicado pela

ANEEL, apresentando diferenças de perto de 5%, dependendo do ano, valor considerado aceitável para os propósitos deste estudo. Desta forma, foi construído o Gráfico 5.4.:

Gráfico 4.4. - Geração de energia elétrica na RMF, em MWh



Fonte: CCEE

Estima-se um total gerado na RMF de 7.670 GWh em 2013, um aumento de 295,3% em relação a 2012. Este crescimento significativo ocorreu devido especialmente ao crescimento na geração térmica, após decisão de despacho de quase o dobro das horas para as termelétricas da Região (devido a queda no nível dos reservatórios das hidrelétricas a partir do segundo semestre de 2012), em relação às horas despachadas de 2012, e o início de operação das centrais geradoras Porto do Pecém I (720 MW) e II (365 MW). Além disso, três novas centrais eólicas entraram em operação em 2013 (Dunas de Paracuru - 42 MW, Trairi - 25,4 MW e Guajirú - 30 MW), incrementando em quase 164% a capacidade instalada das centrais eólicas na região.

A Tabela 5.3. apresenta relação de todas as centrais geradora da RMF em operação até o final de 2014.

Tabela 5.3. - Lista das centrais geradoras de eletricidade localizadas na RMF, em operação até o final de 2014.

Usina	TIPO	Potência Instalada (MW)	Fator de Capac. (2014)	Município
Eólica de Prainha	EOL	10,00	32,8%	Aquiraz
Mucuripe	EOL	2,40	27,7%	Fortaleza
Eólica Paracuru	EOL	25,20	40,0%	Paracuru
Dunas de Paracuru	EOL	42,00	38,0%	Paracuru
Eólica de Taíba	EOL	5,00	32,8%	S G do Amarante
Taíba Águia	EOL	23,10	64,1%	S G do Amarante
Taíba Albatroz	EOL	16,50	28,1%	S G do Amarante
Colônia	EOL	18,90	67,3%	S G do Amarante
Faísas I	EOL	29,40	32,9%	Trairi
Faísas II	EOL	27,30	55,4%	Trairi
Faísas III	EOL	25,20	38,5%	Trairi

Faixa IV	EOL	25,20	36,3%	Trairi
Faixa V	EOL	29,40	49,4%	Trairi
Trairi	EOL	25,40	55,2%	Trairi
Guajirú	EOL	30,00	48,7%	Trairi
Flexeiras I	EOL	30,00	50,9%	Trairi
São Jorge	EOL	24,00	63,3%	Trairi
São Cristovão	EOL	26,00	57,5%	Trairi
Santo Antônio de Pádua	EOL	14,00	51,4%	Trairi
Combustível				
Fortaleza	UTE	346,63	Gás Natural	Caucaia
Termo Ceará	UTE	219,08	Gás Natural	Caucaia
Caucaia	UTE	14,76	Óleo Diesel	Caucaia
Asfor	UTE	3,35	Gás Natural	Fortaleza
Iguatemi Fortaleza	UTE	4,79	Gás Natural	Fortaleza
Aeroporto Internl Pinto Martins	UTE	1,08	Óleo Diesel	Fortaleza
Bompreço Fortaleza	UTE	1,12	Óleo Diesel	Fortaleza
FORTALEZA – 2	UTE	1,80	Óleo Diesel	Fortaleza
Vulcabrás	UTE	4,98	Gás Natural	Horizonte
Maracanaú I	UTE	168,00	Óleo Combustível	Maracanaú
Norsa Refrigerantes	UTE	1,80	Óleo Diesel	Maracanaú
Energy Works Kaiser Pacatuba	UTE	5,55	Gás Natural	Pacatuba
Zanotti Pacatuba	UTE	1,52	Óleo Diesel	Pacatuba
Enguia Pecém	UTE	14,76	Óleo Diesel	S G do Amarante
Porto do Pecém	UTE	5,25	Gás Natural	S G do Amarante
Porto do Pecém I	UTE	720,27	Carvão Mineral	S G do Amarante
Porto do Pecém II	UTE	365,00	Carvão Mineral	S G do Amarante

Fonte: CCEE.

Consumo de Eletricidade na RMF

A energia elétrica é a forma de energia mais barata e eficiente para transporte em larga distância e consumos distribuídos. Tem sua aplicação no movimento de motores elétricos industriais para a realização de algum trabalho, na iluminação, no aquecimento, como energia de ativação de reações químicas em processos industriais, como fonte de energia de aparelhos eletrônicos em geral, no transporte de carga e massa, etc. É a forma de energia com a aplicabilidade mais diversa na vida cotidiana dos setores industriais, comerciais, residenciais, público e transporte.

Foram consumidos no país 475,3 TWh de energia elétrica em 2014, um crescimento de 2,6% em relação a 2013. Nos últimos 6 anos, o consumo de eletricidade tem aumentado a uma taxa média de 3,6% ao ano (Tabela 5.4.)

O estado do Ceará consumiu 11.356 GWh em 2014, ou 2,4% do consumo nacional, um aumento de 5,1% em relação ao consumo estadual do ano anterior. Na série histórica de 2009 a 2014, a taxa média de crescimento do consumo de eletricidade no Ceará foi de 6,2% ao ano.

Tabela 5.4. - Série histórica do consumo de eletricidade no Brasil, por Estado, em GWh.

Estado	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Part. % (2014)
BRASIL (TOTAL)	384.306	415.683	433.034	448.171	463.335	475.335	100,0%
NORTE	24.083	26.237	27.777	29.115	30.196	32.364	6,8%
- Rondônia	1.914	2.185	2.378	2.826	2.930	3.032	9,4%
- Acre	621	688	746	838	857	887	2,7%
- Amazonas	4.362	4.815	5.085	5.596	5.966	6.275	19,4%
- Roraima	491	543	587	662	693	802	2,5%
- Pará	14.767	15.794	16.653	16.698	16.972	18.406	56,9%
- Amapá	708	786	825	882	961	1.015	3,1%
- Tocantins	1.219	1.426	1.503	1.612	1.817	1.948	6,0%
NORDESTE	65.244	71.197	71.914	75.610	79.907	80.746	17,0%
- Maranhão	10.794	11.613	12.053	11.700	10.999	8.700	10,8%
- Piauí	1.903	2.226	2.393	2.734	3.105	3.086	3,8%
- Ceará	7.918	8.876	9.028	10.025	10.809	11.356	14,1%
- Rio Grande do Norte	4.125	4.523	4.578	4.870	5.216	5.466	6,8%
- Paraíba	3.714	4.181	4.257	4.570	4.910	5.103	6,3%
- Pernambuco	10.089	10.936	11.291	11.832	12.935	13.458	16,7%
- Alagoas	3.782	4.005	3.882	4.447	4.787	4.950	6,1%
- Sergipe	3.066	3.195	3.474	3.622	3.825	3.881	4,8%
- Bahia	19.850	21.541	20.959	21.811	23.322	24.745	30,6%
SUDESTE	204.555	222.005	230.668	235.237	240.084	243.025	51,1%
- São Paulo	118.182	125.505	130.282	133.721	136.233	136.482	56,2%
- Minas Gerais	45.091	51.313	53.611	53.407	53.899	54.173	22,3%
- Espírito Santo	7.970	9.386	9.768	10.060	10.492	10.925	4,5%
- Rio de Janeiro	33.311	35.801	37.008	38.050	39.469	41.446	17,1%
SUL	65.528	69.934	74.470	77.491	80.392	84.819	17,8%
- Paraná	23.904	25.355	26.554	27.790	29.029	30.387	35,8%
- Santa Catarina	17.180	18.350	20.286	21.589	22.408	23.794	28,1%
- Rio Grande do Sul	24.444	26.229	27.630	28.111	28.956	30.638	36,1%
CENTRO-OESTE	24.896	26.310	28.205	30.718	32.756	34.381	7,2%
- Mato Grosso do Sul	3.807	4.017	4.302	4.694	5.098	5.345	15,5%
- Mato Grosso	5.540	5.786	6.278	6.838	7.510	8.025	23,3%
- Goiás	10.304	10.905	11.706	13.004	13.615	14.238	41,4%
- Distrito Federal	5.246	5.602	5.918	6.181	6.533	6.772	19,7%

Fonte: EPE - Balanço Energético Nacional 2015, Ano base 2014.

O número de unidades consumidoras em 2013 (último ano-base do Anuário Estatístico da Energia Elétrica publicado até a data de publicação deste estudo) no estado do Ceará, foi de 3.188.727, 4,0% a mais que em 2012. Este número vem crescendo a uma taxa média de 3,1% ao ano, nos últimos 5 anos.

Tabela 5.5 - Número de consumidores no Estado do Ceará

	2009	2010	2011	2012	2013	Δ % 2013/2012	Part. % (2013)
Consumidores	2.739.087	2.856.459	2.968.210	3.067.368	3.188.727	4,0	100
Residencial	2.219.849	2.326.112	2.360.031	2.424.959	2.516.776	3,8	78,9
Industrial	5.875	5.829	5.894	5.914	6.075	2,7	0,2
Comercial	154.746	159.492	164.484	168.631	173.382	2,8	5,4
Rural	320.736	325.140	396.100	424.885	447.988	5,4	14,0
Poder Público	29.308	30.150	30.861	31.739	28.573	-10,0	0,9
Iluminação Pública	6.615	7.697	8.737	9.033	9.323	3,2	0,3
Serviço Público	1.727	1.818	1.882	1.971	6.231	216	0,2
Consumo Próprio	231	221	221	236	379	60,6	0,0

Fonte: MME - Anuário Estatístico da Energia Elétrica 2014, ano base 2013.

Se for calculado o quociente do número de habitantes do estado do Ceará pela soma do número de unidades consumidoras residenciais e as rurais em cada ano percebe-se que essa razão era de 3,36 habitantes por unidade consumidora em 2009 e foi reduzida para 2,99 habitantes por unidade consumidora. Isso reflete o processo de eletrificação de áreas não atendidas pela rede de distribuição elétrica, bem como a emancipação econômica de parte da população que antes vivia reunida em um mesmo domicílio.

O consumo da RMF foi de 6.627 GWh em 2013, mais de 60% do consumo do estado do Ceará. O consumo de eletricidade neste ano na RMF cresceu 10,7% em relação a 2012. No mesmo período, o consumo de estado cresceu 7,8%. Esses números revelam um forte crescimento no consumo elétrico especialmente nos municípios da RMF.

Tabela 5.6. - Série histórica do consumo de eletricidade na RMF, por Município, em GWh.

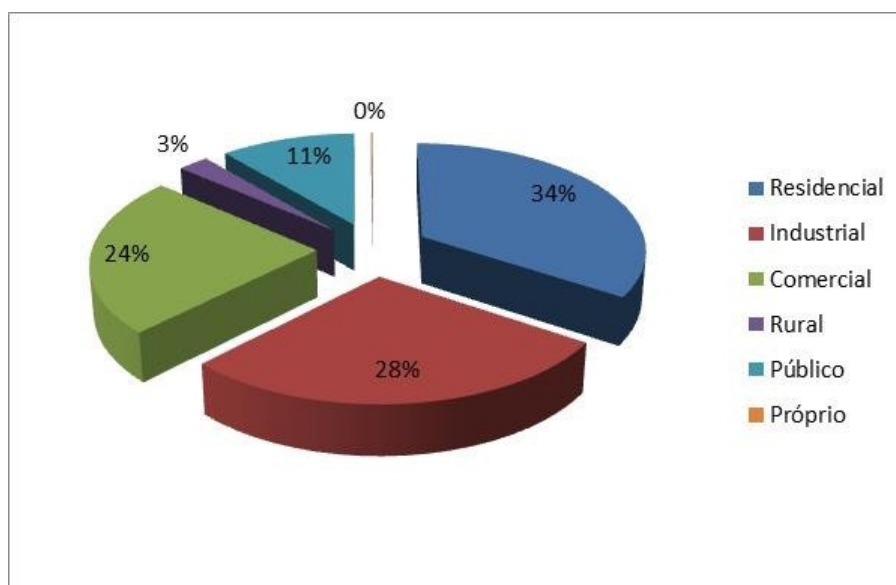
Municípios	2008	2009	2010	2011	2012	2013	% Part. (2013)
Ceará	7.526	7.918	8.810	9.028	10.025	10.809	100,0%
RMF	4.753	4.917	5.461	5.615	5.987	6.627	61,3%
Aquiraz	112,8	120,8	139,1	146,0	177,2	193,6	1,8%
Cascavel	54,3	59,0	67,3	66,6	76,8	82,9	0,8%
Caucaia	194,6	205,3	237,1	260,1	291,0	332,4	3,1%
Chorozinho	9,4	9,7	11,6	11,5	12,8	14,1	0,1%
Eusébio	97,2	120,8	138,7	142,4	148,9	160,5	1,5%
Fortaleza	2.918	3.037	3.326,5	3.406	3.632	4.043	37,4%
Guaiúba	11,0	11,6	14,1	14,5	15,5	16,0	0,1%
Horizonte	129,6	116,9	129,8	152,4	155,7	155,7	1,4%
Itaitinga	21,2	22,7	27,3	27,5	30,0	33,1	0,3%
Maracanaú	861,7	863,1	932,0	961,5	959,8	1.047	9,7%
Maranguape	62,2	62,8	72,5	73,1	77,3	82,7	0,8%
Pacajus	110,2	102,9	115,7	109,0	127,1	128,9	1,2%
Pacatuba	35,6	39,7	44,5	48,1	57,5	61,9	0,6%
Paracuru	23,5	24,6	28,8	27,4	29,6	32,7	0,3%
Paraipaba	30,3	29,5	43,5	38,5	50,9	46,4	0,4%
Pidoretama	9,2	10,1	11,8	12,9	14,2	16,5	0,2%
São Gonçalo do Amarante	50,5	57,7	93,1	91,0	100,5	131,1	1,2%
São Luís do Curu	12,0	12,6	14,5	14,9	16,6	17,7	0,2%

Trairi	18,8	20,8	24,7	24,9	28,2	31,2	0,3%
--------	------	------	------	------	------	------	------

Fonte: Coelce e IPECE.

Os setores maiores consumidores da energia elétrica da RMF são o residencial, industrial e comercial, com 34%, 28% e 24% do consumo total da região em 2013, respectivamente. Seguindo sua pouca tradição industrial, o consumo residencial da RMF supera o setor industrial.

Gráfico 5.5. - Perfil de consumo de eletricidade na RMF em 2013, por setor, GWh.



Municípios	Total	Residencial	Industrial	Comercial	Rural	Público	Próprio
RMF	6.627	2.273	1.872	1.583	169,0	733,1	8,1
Aquiraz	193,6	45,1	88,7	28,0	19,4	12,4	0,10
Cascavel	82,9	26,8	31,8	6,1	10,6	7,4	0,13
Caucaia	332,4	143,2	81,8	57,1	15,3	34,5	0,33
Chorozinho	14,1	5,8	2,3	1,3	2,8	1,9	0,00
Eusébio	160,5	32,2	90,7	20,2	7,1	10,2	0,04
Fortaleza	4.043	1.724,7	505,9	1.333,0	5,4	467,2	6,52
Guaiúba	16,0	6,6	2,1	1,3	3,9	2,0	0,00
Horizonte	155,7	24,5	101,7	7,0	12,3	10,2	0,12
Itaitinga	33,1	14,8	5,5	4,2	1,6	7,0	0,00
Maracanaú	1.047	95,7	781,3	54,2	2,5	112,7	0,49
Maranguape	82,7	36,8	11,5	9,0	15,2	10,1	0,08
Pacajus	128,9	26,2	68,8	8,7	5,0	20,2	0,05
Pacatuba	61,9	24,7	16,4	5,6	1,9	13,3	0,00
Paracuru	32,7	12,8	0,5	3,2	12,4	3,8	0,00
Paraipaba	46,4	8,3	4,3	2,2	28,9	2,7	0,03
Pindoretama	16,5	7,4	1,9	1,3	3,5	2,3	0,00
S Gonçalo Amarante	131,1	19,5	67,5	25,3	9,3	9,3	0,13
São Luís do Curu	17,7	4,2	7,5	0,6	3,1	2,2	0,05
Trairi	31,2	14,1	1,9	2,4	8,8	3,8	0,05

Fonte: Coelce

Comercialização, Transmissão e Distribuição

A Constituição brasileira prevê que a exploração dos serviços e instalações de energia elétrica pode ser realizada diretamente pelo Governo Federal ou indiretamente por meio da outorga de concessões, permissões ou autorizações. Nos últimos anos, o Governo Federal adotou diversas medidas que visaram aumentar a participação do investimento privado e eliminar restrições aos investimentos estrangeiros, aumentando, dessa forma, a concorrência no setor.

Nos termos da Lei do Novo Modelo do Setor Elétrico, as negociações envolvendo compra e venda de energia elétrica são conduzidas em dois diferentes segmentos de mercado: (a) o Ambiente de Contratação Regulada, ACR, que consiste na compra por distribuidoras em leilões públicos para atender aos seus consumidores cativos e (b) o Ambiente de Contratação Livre, ACL, que compreende a compra de energia elétrica por entidades não reguladas, tais como consumidores livres e comercializadoras.

No Ambiente de Contratação Regulada, concessionárias de distribuição de energia elétrica compram das centrais geradoras, comercializadoras ou importadoras de energia elétrica suas necessidades projetadas de energia para a distribuição a seus consumidores cativos, por meio de leilões regulados pela ANEEL e organizados pela CCEE. No Ambiente de Contratação Livre é realizada a compra e venda de energia entre concessionárias de geração, comercializadoras de energia elétrica, importadores de energia e consumidores livres. O mercado livre compreende atualmente cerca de 25% da carga do país (COELCE). Seus contratos são livremente negociados, através de simples acordos bilaterais, licitações privadas, ou através de leilões privados promovidos tanto por ofertantes (geradores ou comercializadoras), quanto demandantes (consumidores livres e comercializadoras). Os contratos são negociados com diversos prazos de fornecimento, com distintas condições de entrega.

Os sistemas de transmissão e distribuição de eletricidade são aqueles responsáveis por transportar a energia elétrica desde as centrais geradoras até os centros de consumo.

Os sistemas de transmissão são linhas de transporte de energia elétrica em alta tensão, conectando as centrais geradoras e os sistemas de distribuição. A distribuição de energia elétrica, por sua vez, é um segmento do setor elétrico, composto pelas redes elétricas primárias de média tensão e as redes secundárias de baixa tensão, cuja construção, manutenção e operação é responsabilidade das companhias concessionárias distribuidoras de eletricidade. Estas redes atendem os grandes centros de consumo (residências, comércios, indústria, setor público).

Conforme já mencionado, o Sistema Interligado Nacional (SIN) é o sistema único e interligado de produção e transmissão de energia elétrica do Brasil, formado pelas empresas de geração, transmissão e distribuição das cinco regiões do país. Apenas 1,7% da energia requerida pelo país encontra-se fora do SIN, em pequenos sistemas isolados localizados na região amazônica.

A Tabela 4.7. mostra a evolução histórica da extensão das linhas de transmissão do SIN. No final de 2013, as linhas totalizavam quase 117 mil quilômetros de extensão, um aumento de 9,7% em relação ao ano anterior, ou 3,8% ao ano em média nos últimos 5 anos.

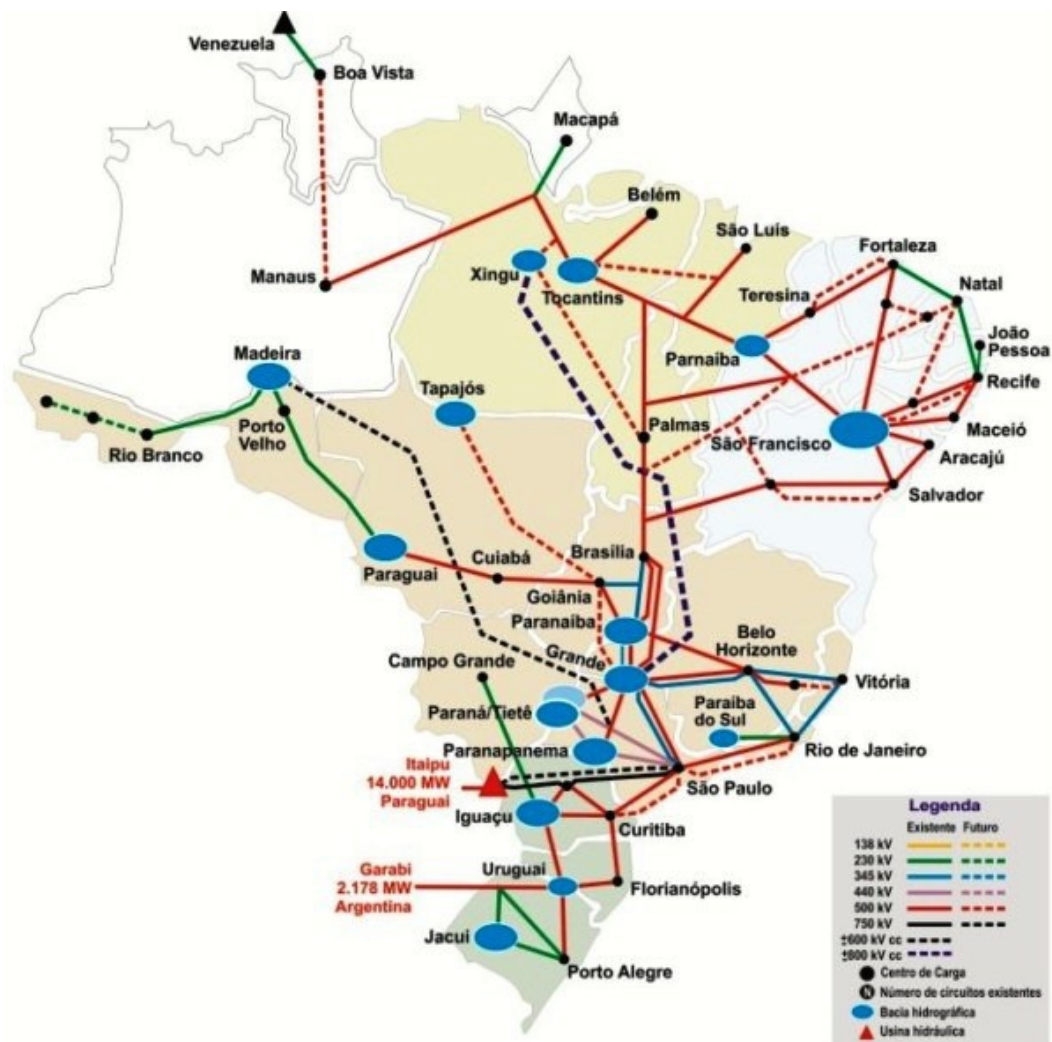
Tabela 5.7. - Evolução histórica da extensão das linhas de transmissão do SIN (km).

	2009	2010	2011	2012	2013	$\Delta\%$ (13/12)	Part. % (2013)
TOTAL	96.995	100.179	103.362	106.479	116.768	9,7	100
230 kV	41.437	43.185	45.709	47.894	49.969	4,3	43
345 kV	9.784	10.060	10.062	10.224	10.272	0,5	9
440 kV	6.671	6.671	6.681	6.728	6.728	0,0	6
500 kV	33.196	34.356	35.003	35.726	39.123	9,5	34

600 kV CC	3.221	3.224	3.224	3.224	7.992	147,9	7
750 kV	3	3	3	3	3	0,0	2

Fonte: Anuário Estatístico da Energia Elétrica, ANEEL, 2014.

Figura 5.1. - Sistema Interligado Nacional - SIN, 2014



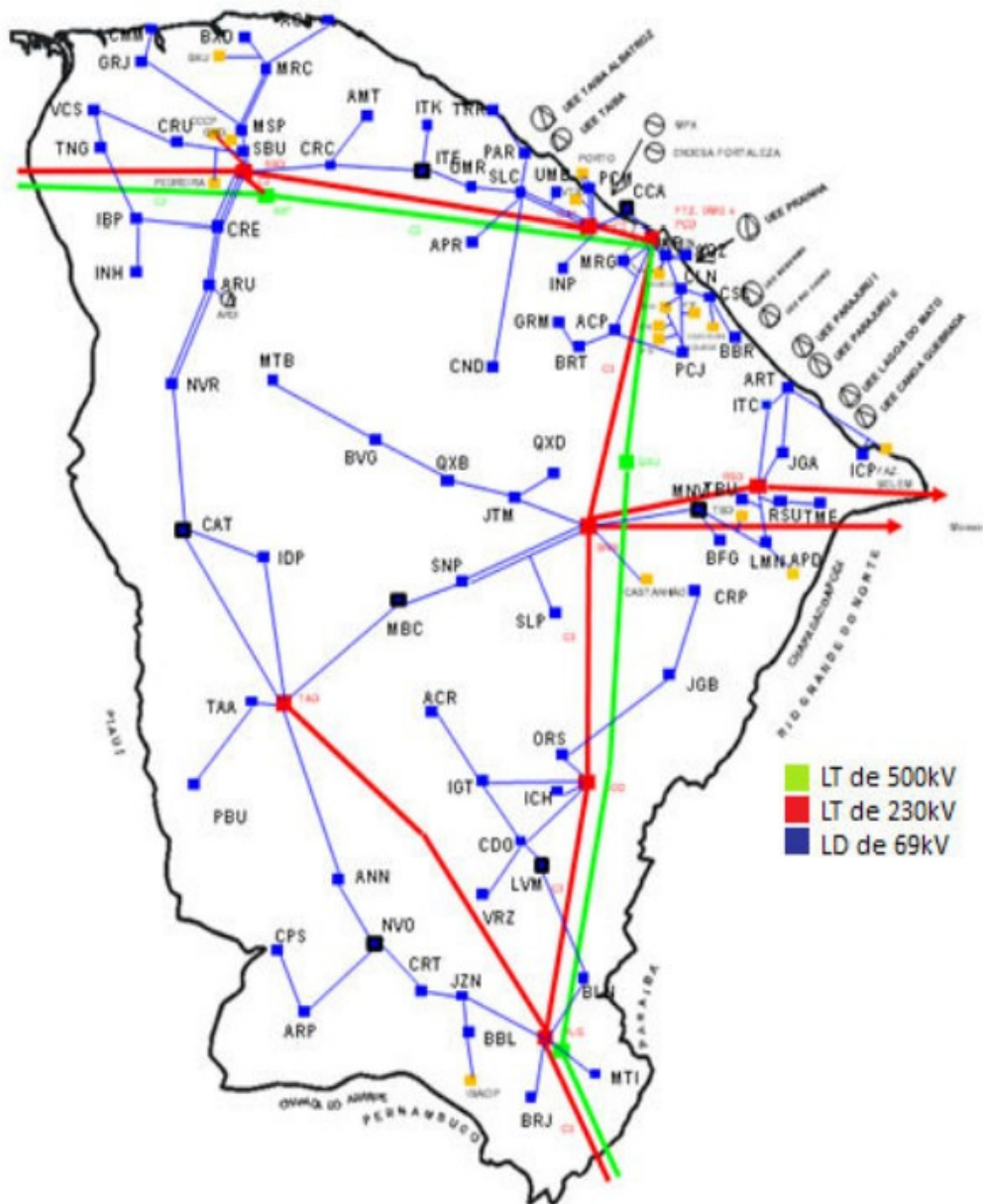
Fonte: ONS

Tabela 5.8. - Evolução da infraestrutura energética no estado do Ceará.

Discriminação	Infraestrutura energética									
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Linhas de transmissão (km)	3.653	3.787	3.870	3.878	3.979	4.244	4.312	4.351	4.504	4.628
Linhas de distribuição (km)	79.067	80.359	90.587	92.145	102.161	110.730	119.126	122.838	125.877	129.829
Número de Subestações	88	88	90	93	94	95	97	98	99	102
Capacidade inst. das subestações (mva)	1.886	1.942	1.987	2.066	2.101	2.173	2.211	2.298	2.406	2.474

Fonte: COELCE.

Figura 5.2. - Rede de transmissão e distribuição elétrica no estado do Ceará.



Fonte: COELCE.

No Ceará, a única concessionária para distribuição de energia elétrica é a COELCE - Companhia Energética do Ceará, empresa originalmente estatal, criada em 1971 e privatizada em 1998. A Coelce distribui energia elétrica a cerca de 8,5 milhões de habitantes em todos os 184 municípios cearenses, em um território de 148.825 km² e tem mais de 3,2 milhões de unidade consumidoras, dos quais 526 mil se localizam na Região Metropolitana de Fortaleza (ARCE). Em 2012, pelo quarto ano consecutivo, foi considerada a melhor distribuidora de energia elétrica do Brasil pela Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (Abradee).

A Tabela 5.8 mostra a evolução da infraestrutura de distribuição da Coelce e a Figura 5.2. é uma mapa esquemático da rede sob sua gestão. No final de 2012, fazia parte do sistema elétrico da Coelce uma linha de transmissão de 230 kV com extensão de 2.850 km; 245 linhas de distribuição de alta tensão (LDAT) em 69 kV com extensão de 4.456,45 km; 366 alimentadores operando em

13,8 kV com extensão de 77.884,48 km e 45.448,38 km de linha de distribuição de baixa tensão (380 V/220 V).

A Tabela 5.9 apresenta os principais indicadores operacionais dos serviços de distribuição da Coelce no âmbito do estado do Ceará.

Tabela 5.9. - Indicadores Operacionais dos serviços de distribuição da Coelce.

Indicadores Operacionais	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
DEC (horas)	9,4	8,2	7,7	7,5	9,3	8,1	9,1	9,3
FEC (ocorrência)	7,9	6,8	5,9	5,6	6,0	4,7	5,1	4,7
Perdas de Energia (%)	NE	NE	NE	NE	NE	12,72	12,48	12,72

Fonte: Coelce e ARCE.

DEC é a Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora, que mede o tempo total em que o serviço de suprimento de energia ficou interrompido de forma acumulada em um dado período, neste caso em 2014. O tempo de interrupção acumulou em 2014 9,31 horas por unidade consumidora, 2,1% a mais que em 2013.

A FEC, por outro lado, mede o número de ocorrência médio que seus consumidores ficaram sem energia. É a Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora. Em 2014, com uma melhora no indicador de 9%, a FEC foi calculada em 4,66 ocorrências de interrupções por unidade consumidora.

E as perdas de energia nos sistemas de distribuição da Coelce em 2014 representaram 12,72% da energia transportada, 0,24 pontos percentuais a mais que em 2013.

No Ceará, cabe à ARCE - Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará - a incumbência de promover e zelar pela eficiência técnico-econômica dos serviços públicos, onde se inclui os serviços de distribuição de energia elétrica e gás canalizado.

Micro e Minigeração Distribuída

Conforme já discutido, a competência de regulação e fiscalização sobre a geração, transmissão, comercialização e distribuição de energia elétrica no Brasil fica a cargo da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Entre os anos de 2010 e 2011 a ANEEL realizou a Consulta Pública nº 15/2010 e a Audiência Pública nº 42/2011 com o objetivo de debater questões legais que tratam as conexões de geração distribuída de pequeno porte na rede de distribuição.

Como resultado desses processos, a Resolução Normativa nº 482/2012 (de 17 de abril de 2012) estabeleceu as condições gerais para o acesso de micro e minigeração aos sistemas de distribuição de energia elétrica e criou o sistema de compensação de energia elétrica correspondente.

Dessa forma, a micro e a minigeração são definidas como a produção de energia elétrica a partir de pequenas centrais geradoras que utilizam fontes com base em energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, conectadas à rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras. De acordo com a Resolução Normativa nº 482/2012, os microgeradores são centrais geradoras de energia elétrica que possuem uma potência instalada menor ou igual a 100 kW, enquanto os minigeradores são aquelas cuja potência instalada é superior a 100 kW e menor ou igual a 1 MW.

A Resolução Normativa nº 482/2012 busca fomentar os investimentos e simplificar a conexão das pequenas centrais geradoras à rede da distribuidora de energia elétrica e permitir que a energia excedente produzida possa ser repassada para a rede, gerando um crédito de energia (KWh) que poderá ser utilizado posteriormente para abater do consumo mensal da mesma unidade consumidora (ou de outra unidade consumidora de mesma titularidade). Um eventual saldo positivo desse crédito de energia não pode ser revertido em dinheiro, podendo ser abatido nos meses subsequentes com validade de até 36 meses.

O sistema de medição deve atender a especificações idênticas às exigidas das demais unidades consumidoras conectadas no mesmo nível de tensão da central geradora, e deve permitir uma medição bidirecional de energia elétrica (medição de consumo e de geração).

A iniciativa de instalação de micro ou minigeração é do consumidor. Atualmente, compete ao consumidor a análise dessa relação custo/benefício para micro e minigeração. Entretanto, alguns parâmetros devem ser levados em consideração, tais como: o tipo de fonte energética, tecnologia dos equipamentos de geração, porta da unidade consumidora e da central geradora, localização, tarifas em que a unidade consumidora será submetida, condições de pagamento e financiamento do projeto e existência de outras unidades consumidoras que possam usufruir dos créditos do sistema de compensação de energia elétrica.

Tendo em vista tal crescimento nesses tipos de fontes energéticas de pequeno porte, empresas de serviços técnicos e fornecedores de equipamentos estão se especializando nessa área a fim de suprir essa crescente demanda na análise de viabilidade e posterior instalação de projetos de micro e minigeração.

Em 23 de agosto de 2013 entrou em operação o primeiro empreendimento de microgeração distribuída na RMF (ANEEL, viaPortal e-SIC, www.acessoinformacao.gov.br). Trata-se de uma pequena central geradora eólico de 1,7 kW de potência instalada, para uso residencial, em Eusébio.

Até maio de 2015, são 68 empreendimentos autorizados, totalizando 302,0 kW de capacidade instalada. O número é ainda pequeno, mas com forte potencial crescimento, dadas as ofertas de recursos naturais para a geração eólica e solar na RMF, bem como o histórico e a expectativa de forte aumento na tarifa da energia elétrica no país, devido à maior participação da geração termelétrica na matriz energética nacional, bem como devido à recente maior necessidade de arrecadação do Governo Federal, que passa por uma crise financeira.

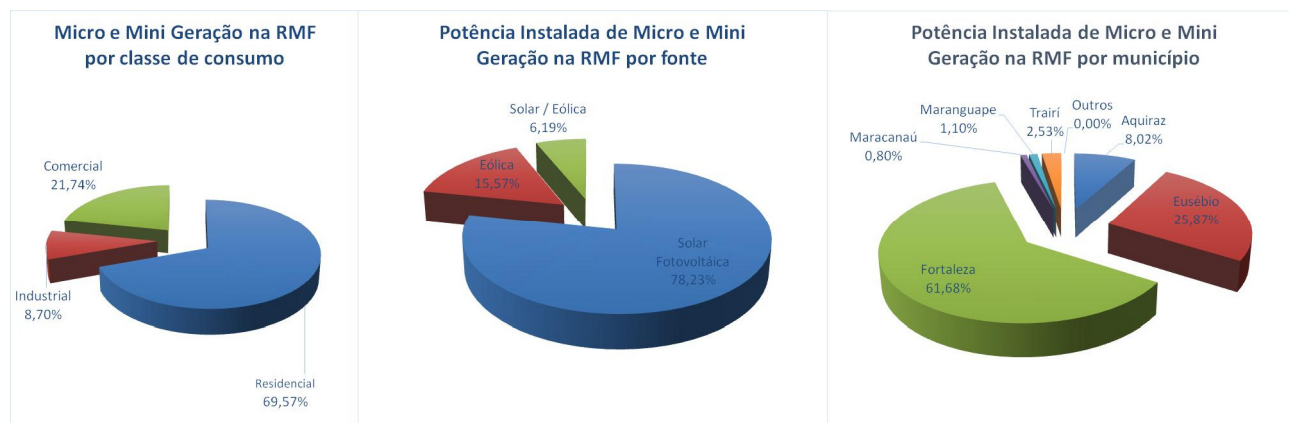
Observa-se no Gráfico 5.6. abaixo o perfil da microgeração na RMF. Quase 70% dos empreendimentos são para uso residencial. Cerca de 80% utilizam a fonte solar fotovoltaica. Dentro da RMF, Fortaleza ainda é o principal palco destes empreendimentos, contendo quase 62% da potência instalada de microgeração da região.

É importante esclarecer que o Conselho Nacional de Política Fazendária – CONFAZ aprovou o Convênio ICMS 16, de 22 de abril de 2015, estabelecendo que o ICMS apurado em micro e minigeração passa a incidir apenas sobre a diferença entre a energia comprada da rede e a que for devolvida ao sistema feita pelo consumidor. Anteriormente, esse imposto estadual era incidia sobre toda a energia consumida no mês e, portanto, a compensação de energia produzida pelo micro o minigerador era desconsiderada.

A partir da decisão, os estados interessados em incentivar a geração de eletricidade ficam livres para promover a isenção do tributo. Vale ressaltar que o estado de Minas Gerais realizou esta mudança de forma pioneira, ainda em 2012.

Com a publicação das Leis nº 10.637/02 e 10.833/03 o PIS e o COFINS passaram a obedecer ao regime de tributação não cumulativo. As alíquotas estabelecidas são: PIS = 1,65%; COFINS = 7,60%; PIS + COFINS = 9,25%

Gráfico 5.6. - Perfil da micro/minigeração distribuída na RMF



Fonte: ANEEL, via Portal e-SIC(www.acessoainformacao.gov.br).

Encargos Setoriais, Impostos e Tarifas de Energia Elétrica

Em consonância com sua competência de regular e fiscalizar o setor elétrico, a ANEEL possui, dentre outras, a tarefa de fixar tarifa de energia elétrica que seja a mais razoável possível ao consumidor final, garantindo-lhe mais acesso a este bem essencial à qualidade de vida; e suficiente para assegurar o equilíbrio econômico-financeiro da cadeia de geração, transmissão e distribuição.

Até 1993, a tarifa da energia elétrica era única para todo o país. Esse valor garantia a remuneração das concessionárias, independentemente de sua eficiência, e as empresas ineficientes eram mantidas por aquelas eficientes e pelo Governo Federal. Com as Leis nº 8.631/93 e no 8.987/95, as tarifas passaram a ser fixadas por área de concessionária, conforme suas características específicas, buscando garantir o equilíbrio econômico-financeiro nessas áreas de concessão.

As tarifas fixadas periodicamente pela ANEEL por área de concessão consideram a necessidade de remuneração de todas as despesas decorrentes da geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, bem como os encargos específicos do setor energético (encargos setoriais). Essas tarifas são específicas por áreas de concessão porque elas diferem entre si no número de consumidores, comprimento de rede de transmissão e distribuição, montante de energia consumida, custo da energia comprada e outros.

São oito os encargos setoriais incidentes sobre a conta de luz, cada qual com uma finalidade específica, como segue:

- Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica (TFSEE) – Prover recursos para o funcionamento da ANEEL.
- CDE – Conta de Desenvolvimento Energético – Proporcionar desenvolvimento energético a partir das fontes alternativas; prover universalização do serviço de energia; e subsidiar as tarifas dos consumidores residenciais de baixa renda.
- ESS – Encargos do Serviço do Sistema – Subsidiar a manutenção da confiabilidade e estabilidade do SIN.

- PROINFA – Programa de incentivo às fontes alternativas – Subsidiar as fontes alternativas de Energia.
- P&D – Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética – Promover pesquisas científicas e tecnológicas relacionadas à eletricidade e ao uso sustentável dos recursos naturais.
- ONS – Operador Nacional do Sistema – Prover recursos para o funcionamento do ONS.
- CFURH – Compensação financeira pelo uso de recursos hídricos – Compensar financeiramente o uso da água e terras produtivas para fins de geração de energia elétrica.
- Royalties de Itaipu – Pagar a energia gerada de acordo com o Tratado Brasil/ Paraguai.

Quanto aos impostos, incidem sobre a energia elétrica os tributos federais PIS e COFINS, o tributo estadual ICMS e o tributo municipal CIP - Contribuição para Custeio do Serviço de Iluminação Pública.

A alíquota do PIS e COFINS, por ser um imposto federal, é a mesma para todo o território brasileiro. Porém pode variar mês a mês de forma bastante significativa. Por exemplo, em agosto de 2015 o total do PIS e COFINS era de 2,27% e em setembro de 2015 estes tributos somavam 8,22% (Fonte: Ministério de Minas e Energia).

A alíquota do ICMS varia de acordo com o estado da federação e com a classe/setor divididos pelas categorias residencial, baixa renda, industrial, comercial e rural. No Brasil, estas alíquotas podem variar entre isenção (geralmente em apoio ao acesso à eletricidade pela classe baixa e pelo setor rural) e percentuais de até 29% sobre o valor da conta final. A Tabela abaixo descreve a tributação no Ceará, Bahia e Pernambuco, e no estado de São Paulo, para efeito de comparação. Observa-se que o ICMS do Ceará (27%) é o mais alto entre os estados selecionados, oferecendo, no entanto, isenção deste tributo no setor rural, consumidores de baixa renda menor que 140 kWh/mês e consumidores residenciais em geral com consumo menor que 50 kWh/mês.

Tabela 5.9 – Alíquota de ICMS, por classe e por estado da federação

UF	Residencial	Baixa Renda	Industrial	Comercial	Rural
BA	Até 150 kWh: 25% Acima de 150 kWh: 27%	Até 50 kWh: isento* 51 – 150 kWh: 25% Acima de 150 kWh: 27%	12,96%	27% Exceto hotéis, pousadas e restaurantes: 12,96%	Até 100 kWh: isento > 100 kWh: 12,96%
CE	Até 50 kWh: isento Acima de 50 kWh: 27%	Até 140 kWh: isento Acima de 140 kWh: 27%	27%	27%	Isento
PE	Até 30 kWh: isento Acima de 30 kWh: 25%	Isento	25%	25%	25% Isento: produtores rurais
SP	Até 90 kWh: isento 91 – 200 kWh: 12% Acima de 200 kWh: 25%	Até 90 kWh: isento 91 – 200 kWh: 12% Acima de 200 kWh: 25%	18%	18%	Com cadastro: isento Sem cadastro: 18%

Fonte: <http://www.abradee.com.br/setor-de-distribuicao/banco-de-dados/financeiro>; planilha de dados.

A comercialização de energia elétrica em operações interestaduais com o intuito de uso dessa eletricidade como insumo de um processo industrial ou de revenda dessa energia para um consumidor final é isenta de ICMS, conforme rege o art. 3º, inciso II da Lei Complementar nº 87/96.

Diferentemente das operações interestaduais que são beneficiadas pela não incidência do ICMS, o mesmo não ocorre na venda interna de energia elétrica, isto é, a operação de compra interna de energia elétrica praticada pelas indústrias cearenses é integralmente tributada de ICMS pela alíquota de 27% , independentemente da sua destinação.

Para evitar bitributação, os tributos são incidentes somente nas operações de comercialização onde a energia será efetivamente consumida, sem prejuízo às isenções de ICMS mencionadas acima. Ou seja, não ocorre tributação nas operações de geração, transmissão e distribuição de energia.

Nos gráficos 5.7 estão ilustradas de forma comparativa as tarifas médias de energia elétrica para o ano de 2015 por região, e por concessionária da região Nordeste.

Gráfico 5.7 – Tarifa Média de Fornecimento por região, 2015



Fonte: ANEEL

Pode-se observar que a região Nordeste possui a menor tarifa média do país, com o valor com tributos de R\$ 456,49 por MWh. Entretanto, ao compararmos os valores de tarifa média por concessionária da região Nordeste, percebe-se que a COELCE (Companhia Energética do Ceará) possui a terceira maior tarifa já incluindo os tributos, sendo menor apenas para as concessionárias CEAL (Companhia Energética de Alagoas) e CEPISA (Companhia Energética do Piauí), possuindo esta última a maior tarifa da região.

Quanto ao CIP - Contribuição para Custeio do Serviço de Iluminação Pública, cobrança municipal realizada de acordo com o consumo mensal do cliente em intervalos definidos por lei e em conformidade com a tarifa anual fornecida pela ANEEL, ela é dividida em doze faixa de consumo e em duas categorias, Residencial e não Residencial. Para o município de Fortaleza os valores da CIP variam de acordo com a tabela 4.10 em relação ao Módulo da Tarifa de Iluminação Pública (valor de mil quilowatts-hora de acordo com a tarifa ANEEL para a área de concessão).

Tabela 5.10 – Valores da CIP para Classes Residencial e não Residencial

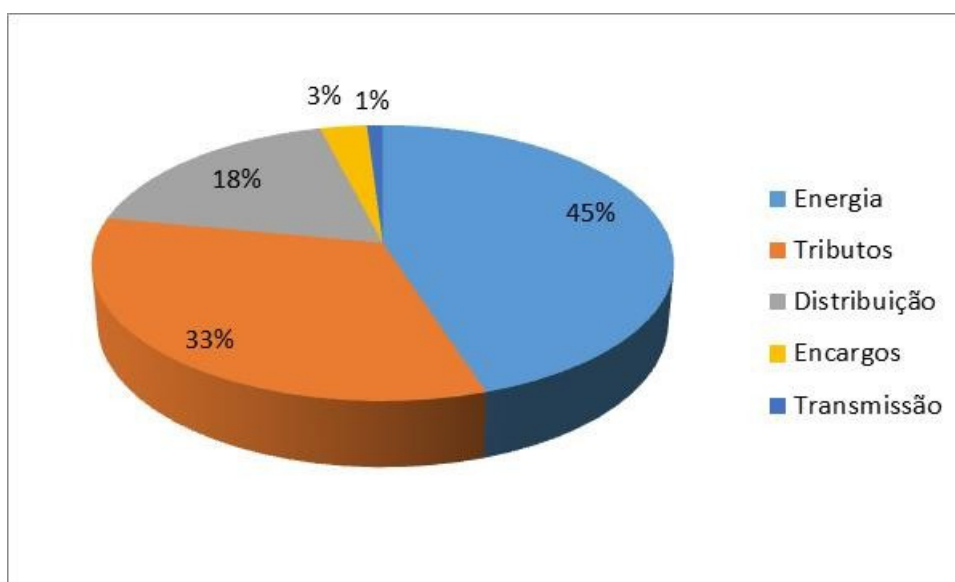
Faixa de consumo de energia	Valor da CIP para Classe Residencial	Valor da CIP para Classe não Residencial
até 30 kWh	0,72%	1,16%
de 31 a 100 kWh	1,07%	2,59%
de 101 a 150 kWh	2,52%	6,63%
de 151 a 200 kWh	2,68%	6,82%
de 201 a 250 kWh	2,84%	6,91%
de 251 a 350 kWh	6,69%	16,38%
de 351 a 400 kWh	6,71%	16,52%
de 401 a 500 kWh	6,82%	16,54%
de 501 a 800 kWh	13,87%	36,71%
de 801 a 1000 kWh	19,05%	37,72%

de 1001 a 2000 kWh	34,66%	77,50%
acima de 2000 kWh	35,90%	85,49%

Fonte: <http://www.sefin.fortaleza.ce.gov.br/tributos/cip>. Acessado em 05 de agosto de 2015.

Da tarifa de energia elétrica paga pelo consumidor residencial no município de Fortaleza, tem-se que, em valores aproximados, 45% é para a energia, 1% para o setor de transmissão, 18% são destinados à distribuição, 3% compõe os encargos setoriais e 33% é a parcela destinada aos tributos federais e estadual. No caso do tributo municipal, correspondente à iluminação pública, este é somado separadamente ao final da conta segundo percentual correspondente ao consumo mensal em kWh.

Gráfico 5.8 – Composição média do preço da energia elétrica no Brasil

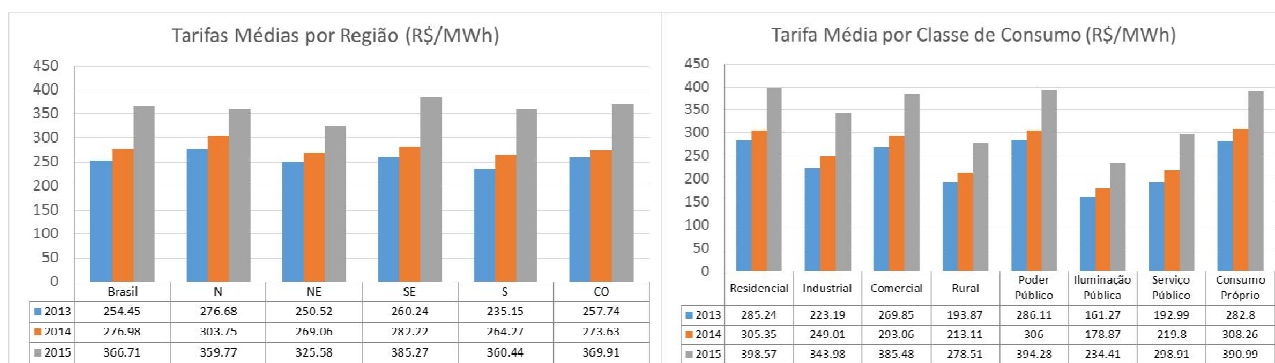


Fonte: ANEEL

Vale ressaltar, por fim, que no início de 2015, por regulamentação da ANEEL, o Sistema de Bandeiras Tarifárias entrou em vigor no Brasil. Com esse novo sistema, o valor da conta de energia elétrica sofreu um aumento devido às condições de geração do sistema hidrotérmico do país. Esse sistema é composto por três bandeiras: verde; amarela, e vermelha. Elas indicam se a energia custará mais ou menos, em função das condições de geração de eletricidade segundo as tarifas fixadas pela Resolução Homologatória ANEEL Nº 1882 (de 20 de abril de 2015).

O Gráfico 5.9 apresenta a evolução das tarifas de energia elétrica por região e por classe de consumo nos últimos 3 anos (sem tributos). Observa-se um aumento sistemático nos preços da energia nesse período, em especial o forte aumento em todas as tarifas no ano de 2015, com uma inflação nos preços observada acima dos 30%, em relação a 2014.

Gráfico 5.9 – Tarifas Médias da Energia Elétrica, por Região e por Classe de Consumo



Fonte: ANEEL - <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=550>, acesso em 05/10/2015

6. Petróleo e Gás Natural na Região Metropolitana de Fortaleza

Exploração Marítima de Petróleo e Gás no Ceará

O Petróleo é um recurso mineral de origem orgânica que se originou há milhões de anos, por meio da deposição de fauna e flora morta e restos de organismos vivos no fundo de mares, lagos, rios, etc. ao longo desse longo período. A natureza orgânica do petróleo está ligada à matéria que deu origem a ele e sua origem está intimamente ligada ao avanço tanto do tempo como dos processos geológicos, pressão e temperatura aos quais foram submetidos.

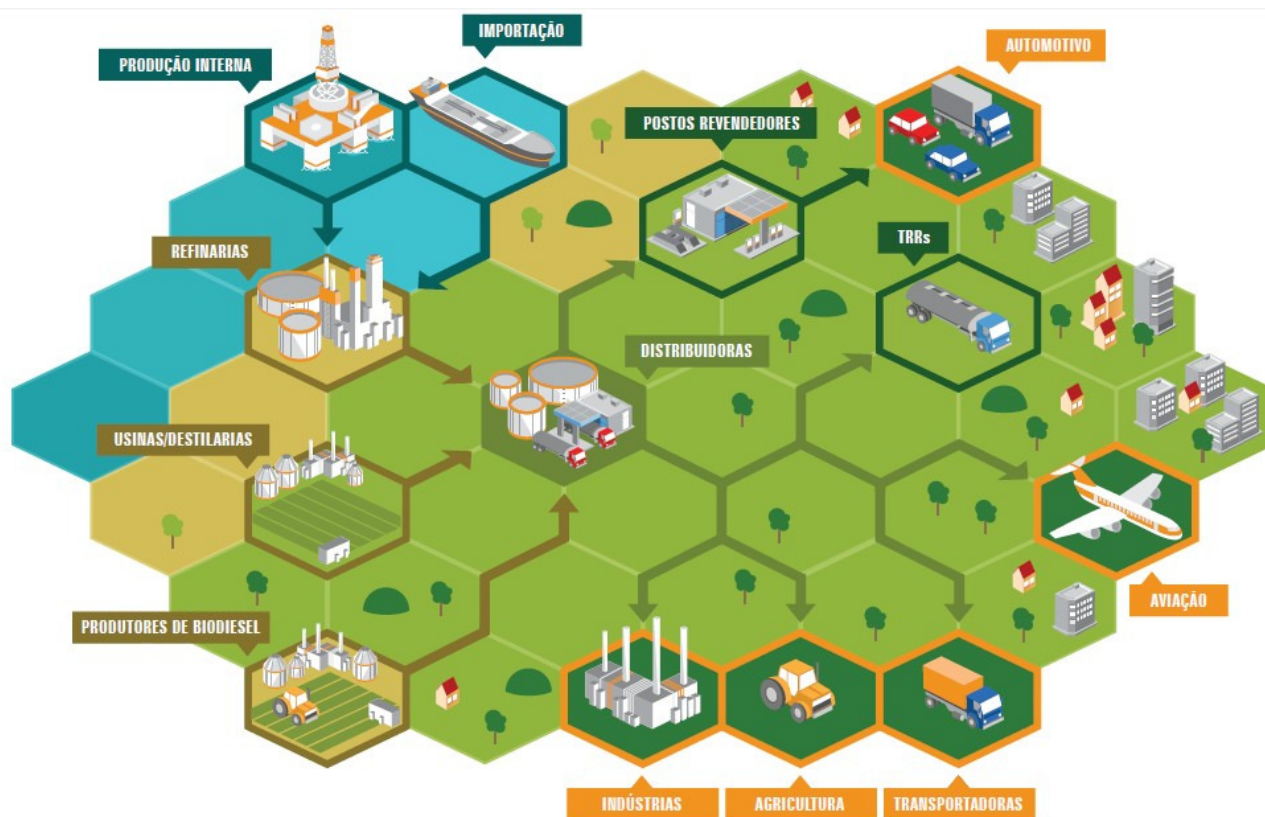
Assim, tem-se o petróleo como um recurso energético finito, fóssil, não renovável.

O Petróleo está acumulado na forma de reservatórios, grandes acumulações de hidrocarbonetos na forma de óleo e de gás contidos no interior de rochas porosas, chamada de rocha reservatório. O primeiro elo da cadeia produtiva do petróleo é também a mais desafiadora: como localizar e alcançar a rocha reservatório.

O Petróleo, desde o início de sua utilização como fonte energética, movimentou os mais diversos setores industriais, comércio e de serviços. Sendo o recurso mineral de maior interesse global em termos estratégico, energético e econômico, aumentar o número de jazidas e tornar a operação economicamente viável é um desafio constante para os países produtores.

A cadeia produtiva petrolífera é longa e muito ramificada, mas pode-se simplificá-la em duas grandes áreas operacionais: *Upstream* (atividades de exploração, produção e transporte primário através de dutos ou navios para posterior tratamento e distribuição) e *Downstream* (refino do petróleo e atividades de distribuição e revenda de derivados) (Figura 6.1.).

Figura 6.1. - Cadeia produtiva do petróleo



Fonte: Extraído do Relatório Combustíveis, Lubrificantes & Lojas de Conveniência 2014, SINDICOM

O Brasil, desde a criação da Petrobras em 1953, vem ano após ano aumentando, além do número de reservas provadas, a quantidade de poços e recursos destinados à exploração e produção de Petróleo. O país, por meio da Petrobras, vem aumentando seu reconhecimento global nos últimos anos pela exploração em águas profundas e pela criação de novas patentes referentes a esse tipo de operação.

A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) é o órgão vinculado ao Ministério de Minas e Energia que tem como finalidade regular, fomentar e fiscalizar o setor de petróleo, gás natural e biocombustíveis no Brasil. Desde a quebra do monopólio da Petrobras, a ANP disponibiliza diversos blocos para exploração que são anunciados publicamente em documentos oficiais. Os potenciais concessionários (empresas detentoras de bens de serviço e mão de obra necessária para a operação, como Petrobras, Shell, Chevron, Total E&P etc.), no evento que se denomina Rodada de Licitações da ANP, podem arrematar diversos blocos exploratórios ou compor um consórcio, onde os riscos e as despesas serão divididas, bem como os lucros advindos da operação.

A Petrobras opera na Bacia Ceará desde 1967. Em 1981, deu início a produção no primeiro campo da região, Xaréu, em Paracuru. Até 1997, ano que marca a quebra do monopólio da estatal, foram colocados em produção os campos de Xaréu, Atum, Curimã e Espada, que são os únicos campos em fase de produção na região. Observe o quadro abaixo:

Tabela 6.1. - Lista de Campos e Blocos marítimos em fase de Exploração e Produção no município de Paracuru - CE.

Blocos/Campos	Fase (Dez/2013)	Consórcio
Xaréu	Produção	Petrobras (100)
Atum	Produção	Petrobras (100)
Curimã	Produção	Petrobras (100)
Espada	Produção	Petrobras (100)
BM-CE-2	Exploração (3ª Rodada)	Petrobras (60)/BP Energy (40)
CE-M-603	Exploração (11ª Rodada)	Exxon Mobil1 (50)/OGX (50)
CE-M-661	Exploração (11ª Rodada)	Total E&P (45)/OGX (30)/Queiroz Galvão (25)
CE-M-665	Exploração (11ª Rodada)	Premier Oil Brasil (50)/Cepsa (50)
CE-M-715	Exploração (11ª Rodada)	Chevron Frade (50)/Ecopetrol Óleo e Gás (50)
CE-M-717	Exploração (11ª Rodada)	Premier Oil Brasil (50)/Cepsa (50)

Fonte: ANP, Anuário Estatístico 2014 - Anobase 2013.

Observa-se na Tabela 6.1. que o estado do Ceará possui áreas marítimas tanto produtoras como em exploração no município de Paracuru. É importante diferenciar que um campo em produção é diferente de um bloco em exploração, ou em desenvolvimento. A partir do momento que um bloco em exploração se mostra economicamente viável (através de perfurações, sísmicas, testes de poço etc.), se dá início ao desenvolvimento de um campo (requer estruturas além daquelas utilizadas para a exploração, além de incorporar outras operações que necessitem de mão de obra e equipes específicas) para então aquela área passar a ser denominada como produtiva.

Seguindo o exemplo do campo de Xaréu, percebe-se que a fase de exploração pode demandar vários anos até que o desenvolvimento completo inicie seu ciclo produtivo do campo. Por exemplo, Paracuru possui campo ainda em desenvolvimento da Terceira rodada de licitações da ANP (BM-CE-2), cuja assinatura do contrato de concessão se deu em setembro em 2001.

O Ceará possui reservas provadas, em mar, de mais de 57 milhões de barris de petróleo e 824,5 milhões de metros cúbicos de gás natural, segundo a ANP. Desde 1967 já foram perfurados mais de 200 poços na região. Atualmente Paracuru conta com nove plataformas, em quatro campos petrolíferos: Curimã (com duas plataformas), Espada (uma plataforma), Atum (três plataformas) e Xaréu (três plataformas).

A produção cearense é pequena, 0,31% de toda a produção petrolífera do País. Mas tem se revertido em desenvolvimento para os cearenses, seja por meio da geração de empregos ou do pagamento de royalties. Espera-se um investimento de cerca de R\$ 774 Milhões na bacia do Ceará nos próximos anos nos seis campos (de onze), arrematados na décima primeira rodada.

Espera-se ainda que um grande potencial produtivo seja descoberto de poços em águas profundas, onde a ANP já confirmou a existências de reservas, mas não divulgou números ainda.

Produção de Petróleo e Gás Natural

Foram produzidos no mundo 31,6 bilhões de barris de petróleo em 2013. O Brasil contribuiu com 2,3% da produção mundial, 738,6 milhões de barris neste mesmo período. Isso coloca o Brasil na posição de décimo segundo maior produtor mundial.

Por outro lado, Brasil não possui a mesma importância mundial na produção de gás natural. Enquanto que foram produzidos 3,4 trilhões de metros cúbicos de gás natural em 2013 no mundo,

o país produziu no mesmo período 21,3 bilhões de metros cúbicos, ou 0,6% da produção mundial (ANP - Anuário Estatístico 2014).

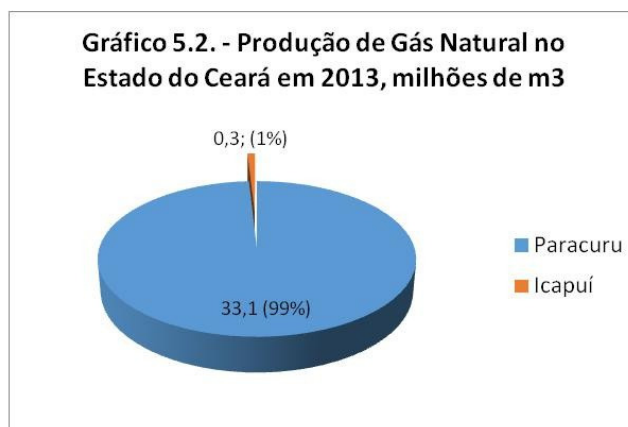
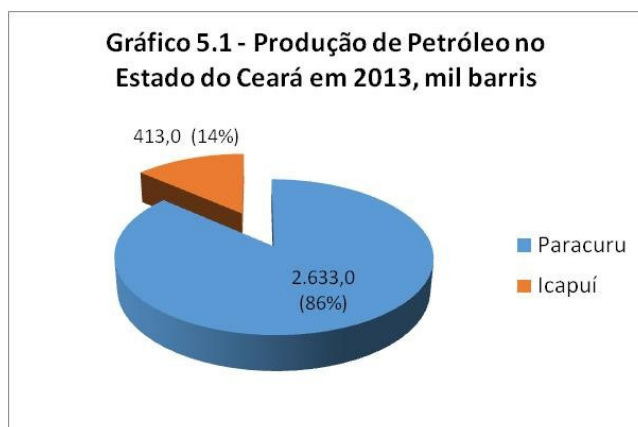
Para ambas as fontes primárias de energia, Rio de Janeiro e Espírito Santo representam quase 90% da produção nacional, sendo o restante marginalmente distribuído entre oito estados produtores, conforme se vê na Tabela 6.2.

Tabela 6.2. - Produção de petróleo e gás natural por estado brasileiro, ano 2013.

Produção de Petróleo em 2013			Produção de Gás Natural em 2013		
Estado	10 ³ barris petróleo	Part. %	Estado	10 ⁶ m3 GN	Part. %
Rio de Janeiro	532.037	72,02%	Rio de Janeiro	10.005,8	35,51%
Espírito Santo	113.384	15,35%	Espírito Santo	4.415,3	15,67%
São Paulo	25.274	3,42%	Amazonas	4.150,3	14,73%
Rio Grande do Norte	21.824	2,95%	Bahia	3.172,9	11,26%
Bahia	16.162	2,19%	São Paulo	2.787,8	9,89%
Sergipe	14.247	1,93%	Maranhão	1.419,7	5,04%
Amazonas	11.270	1,53%	Sergipe	1.056,7	3,75%
Ceará	3.046	0,41%	Alagoas	586,3	2,08%
Alagoas	1.411	0,19%	Rio Grande do Norte	545,9	1,94%
Maranhão	29	0,00%	Ceará	33,4	0,12%
DF e Demais Estados	0	0,00%	DF e Demais Estados	0,0	0,00%
BRASIL (TOTAL)	738.684	100,00%	BRASIL (TOTAL)	28.174,1	100,00%

Fonte: Anuário Estatístico da ANP 2014.

O Ceará não é um estado tradicional produtor de petróleo. Produziu apenas 3 milhões de barris em 2013, ou 0,4% da produção nacional.

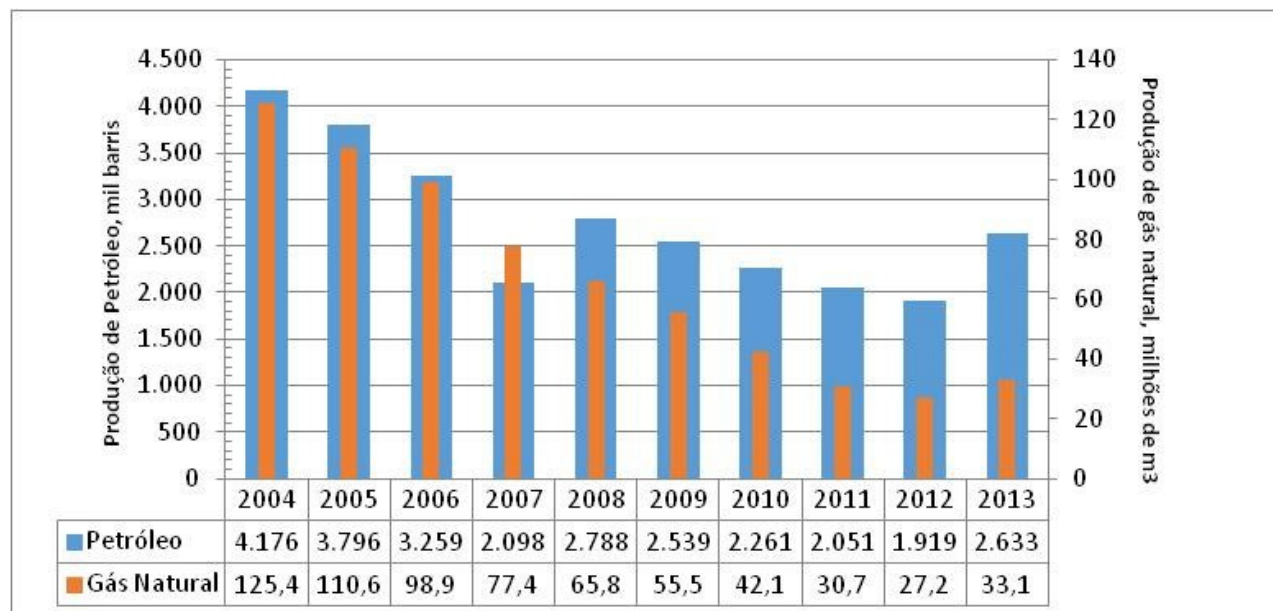


Fonte: Anuário Estatístico da ANP 2014.

Como se pode ver nos gráficos 6.1. e 6.2., a produção cearense está concentrada principalmente no município de Paracuru (parte da Região Metropolitana de Fortaleza), com uma produção de 2,6 milhões de barris nesse ano (100% *off-shore*, produção em mar). O restante da produção é proveniente do município de Icapuí (100% em terra). Nenhum outro município cearense produz petróleo.

Paracuru produziu ainda 33,1 milhões de metros cúbicos de gás natural do total de 33,4 milhões da produção do estado em 2013. Esta produção estadual de gás natural pode ser considerada marginal (menor que 0,004%) frente a produção nacional.

Gráfico 6.3. - Série Histórica da produção de petróleo e gás natural na Região Metropolitana de Fortaleza



Fonte: Anuário Estatístico da ANP 2014

O Gráfico 6.3. mostra a evolução histórica da produção de petróleo e gás natural no município de Paracuru. Observa-se que após uma sequência histórica de redução na produção entre os anos 2004 e 2012 a uma taxa média de 8,3% ao ano, a produção em 2013 cresceu 37,2% em relação ao ano anterior. Para o gás natural, a redução anual no mesmo período era em média de 15,6%, e sua produção em 2013 voltou a crescer a 21,7% em relação a 2012.

Tal queda histórica ocorreu devido ao próprio esgotamento da reserva. A principal força motriz de produção do Petróleo é a diferença de pressão entre o reservatório e a superfície. Com o tempo essa diferença de pressão vai ficando cada vez menor e técnicas de estimulação e recuperação tem de ser aplicadas para prolongar o potencial produtivo do reservatório. O que os campos da região de Paracuru vêm sofrendo nos últimos dez anos faz parte naturalmente do ciclo produtivo de uma jazida. Porém, em contrapartida ao cenário da última década, a produção voltou a crescer em 2014, resultado das manutenções realizadas nos últimos anos nos poços e de técnicas de recuperação aplicadas, como injeção de água.

Processamento de Petróleo e Produção de Derivados

O Petróleo cru é uma mistura complexa de hidrocarbonetos de variados tamanhos de molécula e contém contaminantes indesejados ao seu manejo e aplicação como combustível ou como matéria prima para a indústria. Portanto, não é uma fonte energética para consumo final. Ele deve ser fracionado e refinado em derivados que podem ter aplicações energéticas ou na indústria química.

Brasil possui 16 refinarias para processamento de petróleo em derivados energéticos (gasolina A, gasolina de aviação, GLP, óleo combustível, óleo diesel, querosene de aviação, gasolina de aviação...) e não energéticos (asfalto, nafta, coque, óleos lubrificantes, parafina, solvente, outros).

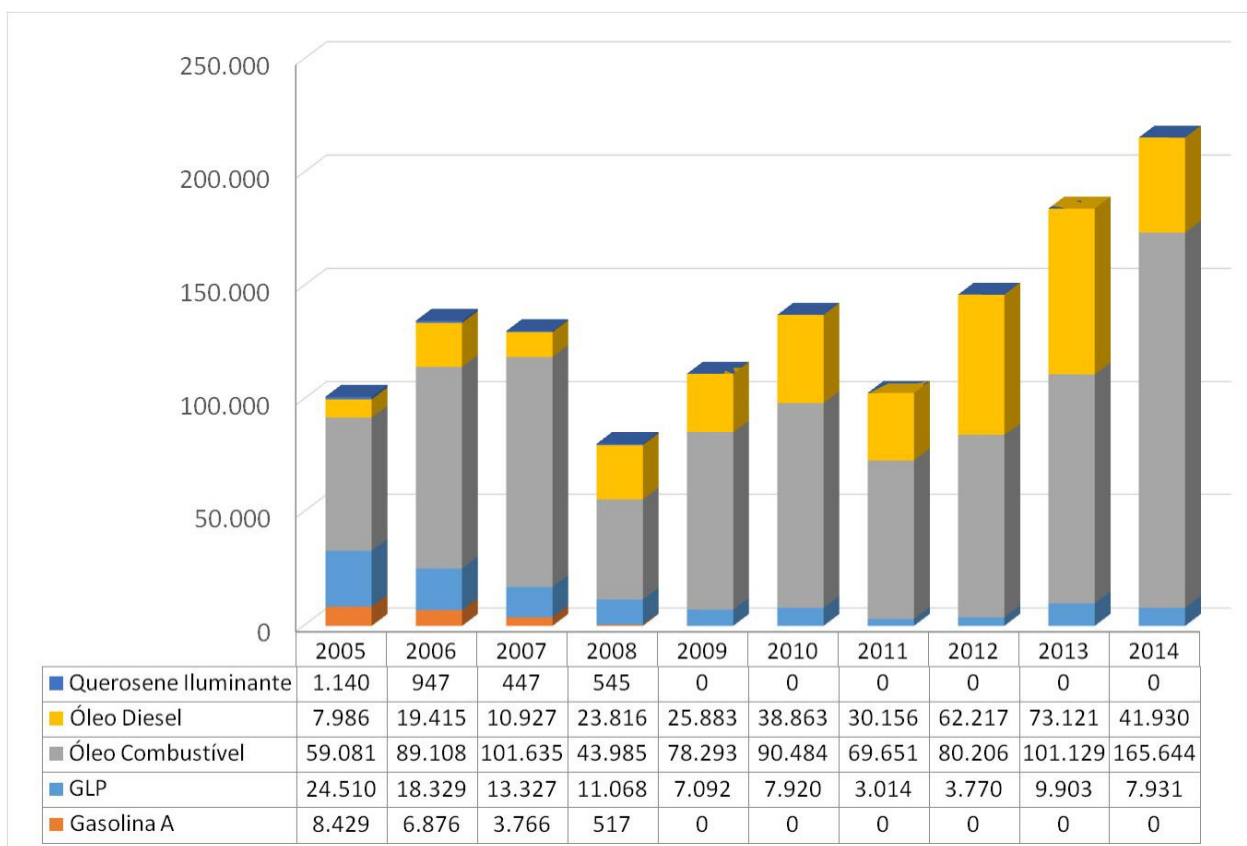
São elas: REMAN no Amazonas; Dax Oil e RLAM na Bahia; REGAP em Minas Gerais; REPAR no Paraná; REDUC e Manguinhos no Rio de Janeiro; RPCC no Rio Grande do Norte; Rio Grandense e REFAP no Rio Grande do Sul; REPLAN, REVAP, UNIVEN, RPBC e RECAP em São Paulo; e a LUBNOR no Ceará.

Na soma de todas essas unidades de processamento, foram produzidos 104,6 milhões de metros cúbicos de derivados energéticos e 16,6 milhões de metros cúbicos de derivados não energéticos do petróleo, em 2013, no Brasil.

A única unidade de processamento de petróleo situada na RMF é a Lubnor (Petrobras, Fortaleza), maior produtor de lubrificantes naftênicos do país. Com capacidade de refino de 8,2 mil barris de petróleo por dia (até 2007 era de 6,9 mil barris por dia) e 350 mil metros cúbicos por dia de gás natural, LUBNOR coproduziu neste mesmo ano 184,2 mil metros cúbicos de derivados energéticos e 291,3 mil metros cúbicos de derivados não energéticos, uma participação de 0,18% e 1,8% da produção nacional, respectivamente.

O Gráfico 6.4. apresenta os dados de produção de derivados energéticos de petróleo de 2005 a 2014, na LUBNOR. Este último ano apresentou um crescimento de 17,0% em relação a 2013 e uma taxa média de crescimento na produção de derivados de 5,1% ao ano, nos últimos 10 anos.

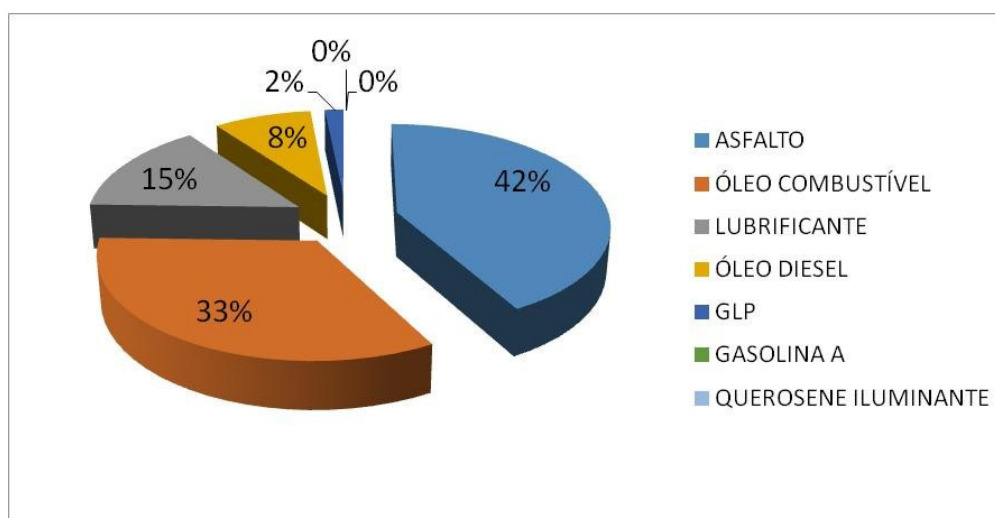
Gráfico 6.4. - Produção de Derivados Energéticos de Petróleo - Refinaria Lubnor, em m3



Fonte: ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, via Portal e-SIC (www.acessoinformacao.gov.br)

O Gráfico 6.5. mostra a composição de derivados de petróleo produzidos na RMF em 2014. Observa-se que a predominância é pela produção de asfalto (42%) e óleo combustível (33%), como coprodutos necessários à produção de óleo lubrificante naftênico, produto principal da LUBNOR.

Gráfico 6.5. - Composição da produção de derivados de petróleo na RMF em 2014.



Fonte: ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, via Portal e-SIC (www.acessoinformacao.gov.br)

Consumo de Gás Natural

O Gás Natural, quimicamente composto pelo gás metano (CH₄), é matéria prima para a indústria química na produção de diversos derivados, bem como é fonte energética como combustível em caldeiras, motores a combustão, turbinas geradoras de eletricidade, fornos e sistemas de aquecimento.

Foram consumidos no mundo 3,3 trilhões de metros cúbicos de gás natural em 2013. O Brasil contribuiu com 1,1% do consumo, 38,1 bilhões de metros cúbicos neste mesmo período. O país consumiu quase o dobro de sua produção anual, revelando sua forte dependência ao gás natural estrangeiro, em especial ao boliviano. Do volume de gás natural ofertado e consumido no Brasil em 2013, 12,2 bilhões de metros cúbicos (32,0%) foram consumidos pelas operações de produção, refino e geração térmica da Petrobras, e 25,9 bilhões de metros cúbicos (68,0%) foram comercializados para os diversos consumidores nacionais.

No Ceará, a LUBNOR consumiu nesse ano 376,4 milhões de metros cúbicos de gás natural e foram comercializados 716 milhões de metros cúbicos para os demais consumidores do estado, perfazendo um total de 1,1 bilhão de metros cúbicos consumidos em 2013, ou 2,9% do volume consumido no País (Tabela 6.3.).

Tabela 6.3. - Consumo de gás natural no Brasil, por estado, em milhões metros cúbicos.

Estados (2013)	Vendas ⁴	Consumo Próprio ⁵	TOTAL
BRASIL	25.884	12.197,9	38.081,9
Rio de Janeiro	7.657	4.559,6	12.216,6
São Paulo	6.347	3.386,8	9.733,8
Bahia	2.004	761,9	2.765,9
Espírito Santo	1.107	577	1.684,0

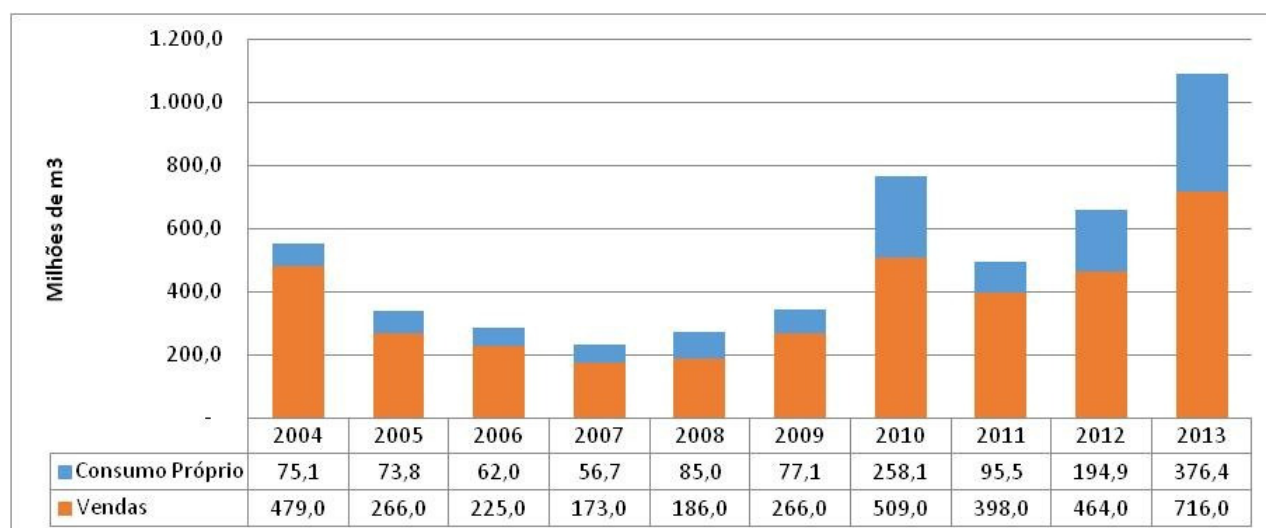
⁴Refere-se ao volume comercializado pela Petrobras aos diversos consumidores. Inclui-se as vendas para as Fábricas de Fertilizantes Nitrogenados (Fafen), pertencentes à Petrobras.

⁵Refere-se ao volume consumido internamente pela Petrobras nas áreas de produção, refino, geração térmica e processamento de gás natural.

Minas Gerais	1.480	184	1.664,0
Maranhão	1.403	0	1.403,0
Paraná	381	796,9	1.177,9
Amazonas	1.120	0	1.120,0
Ceará	716	376,4	1.092,4
Pernambuco	1.066	0	1.066,0
Rio Grande do Norte	125	613,8	738,8
Sergipe	565	163,7	728,7
Rio Grande do Sul	706	0,3	706,3
Santa Catarina	679	0	679,0
Mato Grosso do Sul	183	302,1	485,1
Mato Grosso	5	473,7	478,7
Alagoas	214	1,7	215,7
Paraíba	126	0	126,0
DF e Demais Estados	0	0	0

Fonte: ANP, Anuário Estatístico 2014, Ano Base 2013.

Gráfico 6.6. - Série histórica do consumo de gás natural no Ceará, em milhões de metros cúbicos.



Fonte: ANP - Anuário Estatístico 2014, Ano base 2013.

Com o despacho das termelétricas, em uma grande proporção movidas a gás natural, para conter os níveis das bacias hidrográficas brasileiras, o consumo de gás natural no Brasil cresce a passos maiores que o crescimento de sua produção. No Ceará, não foi diferente. O consumo de gás natural no estado em 2013 foi 65,8% maior que em 2012 (Gráfico 6.6.). Desde 2007, quando foi o pico mínimo de consumo na série histórica desde 2004, o consumo de gás natural no Ceará vem crescendo a uma taxa média de 25,0% ao ano.

A origem do gás distribuído no estado vem das plataformas de produção no município de Paracuru, com o gasoduto Paracuru-Fortaleza (extensão de 96 km), mas principalmente do gasoduto Guamaré/RN - Fortaleza - Pecém (extensão de 382 km), da Transpetro, filiada da Petrobras, que permitiu uma interligação desde Salvador/BA, aumentando a segurança do seu sistema. Esta rede de distribuição é alimentada pelo gás natural produzido nos campos do Nordeste, e em sua maior proporção pelo gás natural importado, comprimido em navios trazidos de países como Trinidad Tobago, Noruega, dentre outros. No Ceará, em um ponto do sistema de distribuição, e na Bahia,

em outra ponta, existem duas plantas de regaseificação de gás natural, onde esses barcos expandem o gás natural importado alimentando o sistema de distribuição da região Nordeste (vide Figura 6.2).

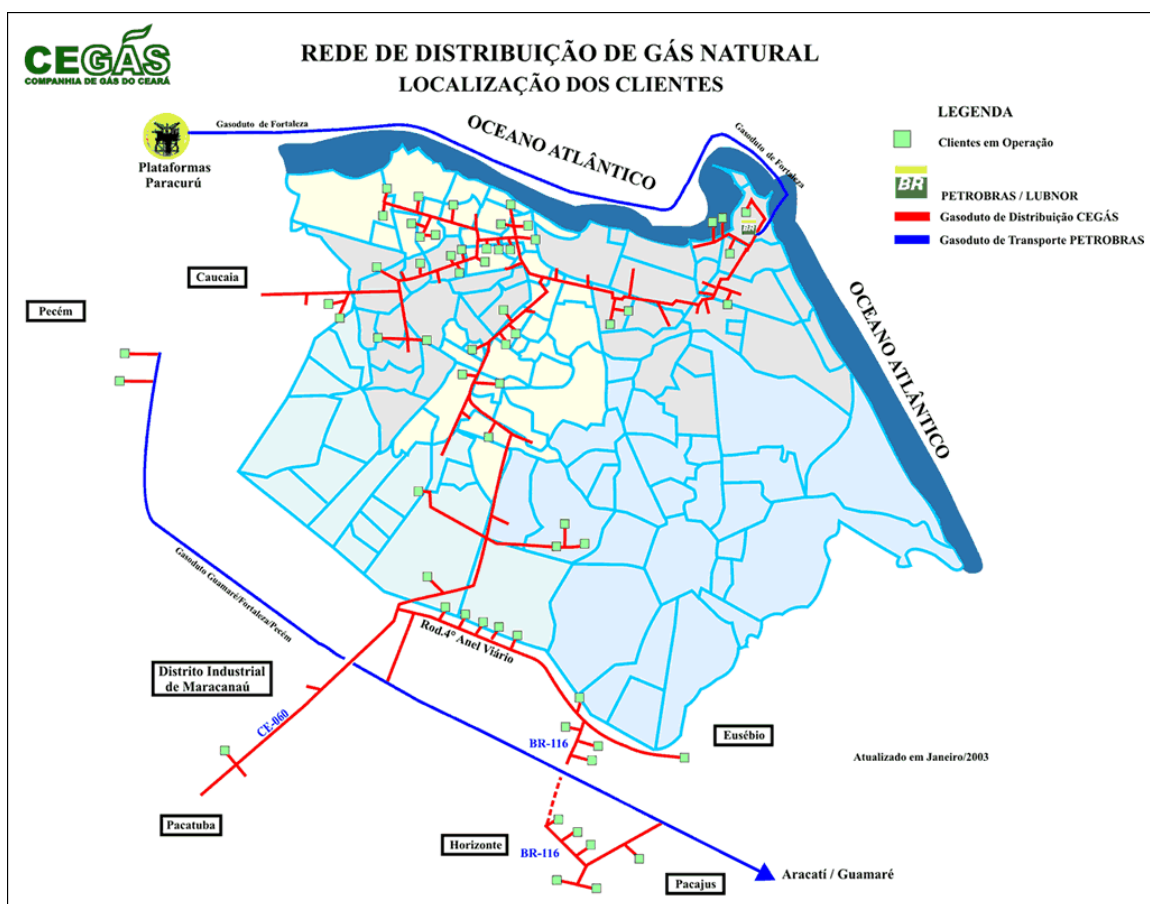
Figura 6.2. - Rede de distribuição de gás natural no Brasil



Fonte: Gasnet

No Ceará, a distribuição do gás natural é realizada pela empresa estatal CEGÁS - Companhia de Gás do Ceará, criada em 1992. Essa distribuição ainda está muito limitada aos dois gasodutos principais (Paracuru-Fortaleza e Guamaré-Fortaleza) e os gasodutos que daí ramificam. Por isso, apenas os municípios de Fortaleza, Eusébio, Maracanaú, Pacatuba, Caucaia, Horizonte e Pacajus, todos da RMF, são atualmente atendidos, através de uma rede secundária de gasodutos com cerca de 160 km de extensão, conforme Figura 6.3. abaixo. Isso significa que o consumo do estado do Ceará e da RMF se coincidem.

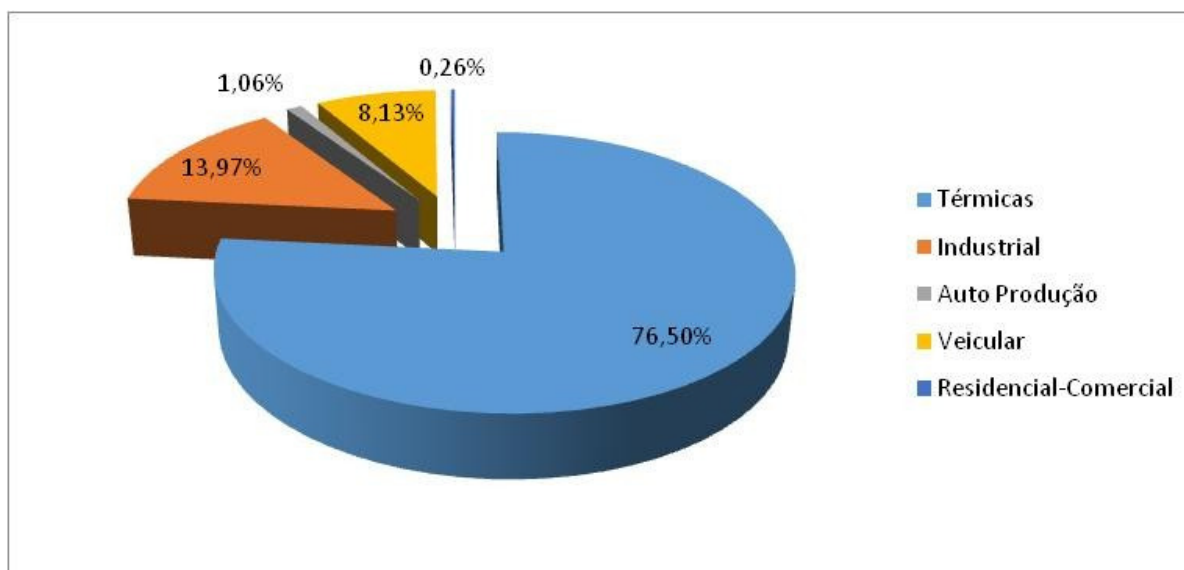
Figura 5.3. – Rede de distribuição de gás natural na RMF.



Fonte: CEGAS

O Gráfico 6.7 mostra a participação dos setores no consumo do gás natural na Região Metropolitana de Fortaleza, em 2013.

Gráfico 6.7 - Consumo de gás natural na RMF em 2013, por setor.



Fonte: CEGAS

76,5% do uso do gás natural teve destino nas termelétricas da região, impulsionadas pelo despacho autorizado pela ONS no sentido de economizar energia hidráulica e proteger os níveis das bacias hidrográficas brasileiras, que sofreram com a seca e o aumento de consumo de água da população. 14% foi utilizado nas indústrias, especialmente como combustível em caldeiras e fornos; e 8,1% como gás natural veicular (GNV) em carros de passeio.

A Tabela 6.4. apresenta os números de unidades consumidoras do gás distribuído pela CEGÁS em 2012 e 2013.

Tabela 6.4. - Número de unidades consumidoras da rede de distribuição da Cegás.

Número de Unidades Consumidoras	2012	2013	Var.%
Unidades Usuárias	353	404	14,5
Residencial	47	63	34,0
Comercial	112	142	26,8
Industrial	120	123	2,50
Autoprodução/Cogeração	6	7	16,7
Automotivo (GNV)	67	68	1,49
Termeletricidade	1	1	0,00

Fonte: ARCE

Consumo Final de Derivados de Petróleo e Gás Natural

Foram comercializados no Ceará 3,1 milhões de metros cúbicos de derivados energéticos de petróleo em 2013, entre óleo diesel (1,1 milhão m³), gasolina tipo C (1,2 milhão m³), GLP (463,6 mil m³), óleo combustível (144,4 mil m³), querosene de aviação (191,0 mil m³) e gasolina de aviação (817 m³). Este número representa 2,6% da volume de derivados energéticos de petróleo comercializados no País (122,8 milhões m³) no mesmo ano.

Óleo diesel é uma fração de hidrocarbonetos do processo de fracionamento do petróleo cru e utilizado largamente como combustíveis para motores do ciclo diesel (combustão interna por compressão). É o combustível dos equipamentos que exigem alto torque, como caminhões, trens, navios, ônibus, equipamentos agrícolas, tratores, carros pesados de passeio. Óleo diesel também encontra larga aplicação na geração de eletricidade e/ou vapor na indústria. Desde de 2008, conforme será discutido adiante, passou a ser obrigatória a mistura de biodiesel no óleo diesel. Os valores de consumo de óleo diesel apresentados neste capítulo significam os valores da mistura óleo diesel-biodiesel, conforme percentuais supracitados.

Gasolina do tipo A é a fração de hidrocarbonetos produzida nas refinarias pelo processo de fracionamento do petróleo cru. Gasolina do tipo C é a mistura gasolina do tipo A com etanol anidro (teor de água <0,4%) pelas distribuidoras para vendas nos postos revendedores de combustíveis. É o combustível dos carros de passeio, com motores do ciclo Otto. Motores do ciclo Otto são mais adequados para trabalhos que exigem mais potência e menos torque. Por isso, não tem aplicação em equipamentos de carga, como os movido a óleo diesel. E também não tem aplicação na geração de vapor por serem mais caros que o óleo diesel. Sua principal aplicação é para os veículos particulares leves.

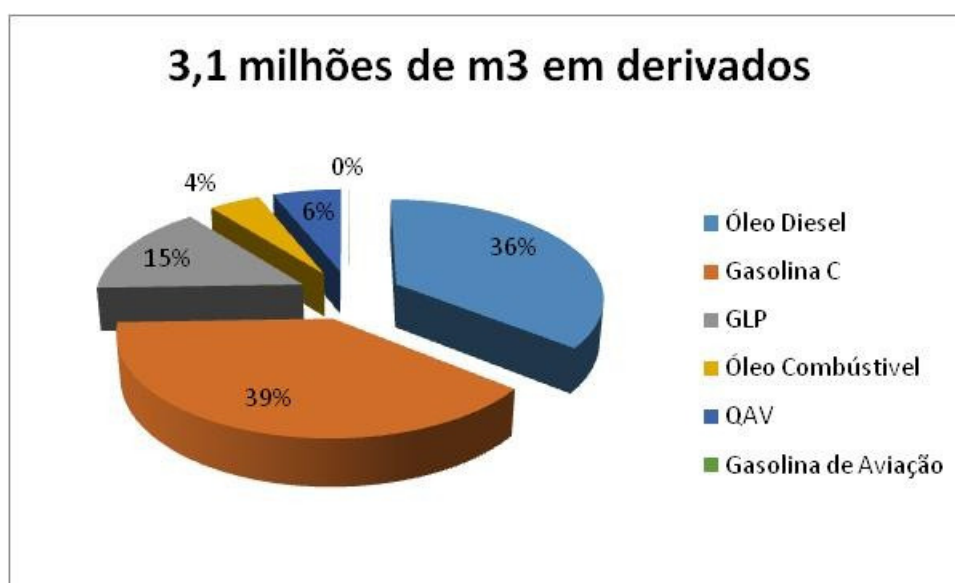
GLP, ou gás liquefeito do petróleo é uma mistura de gases hidrocarboneto, em especial propano e butano, fruto da refinação do petróleo cru e do gás natural. São gases em condições atmosféricas, mas facilmente condensáveis sob baixa pressão (6 a 8 bar), em botijões. Sua principal aplicação ocorre como aquecimento residencial, comercial ou industrial.

O óleo combustível é a fração residual do processo de fracionamento do petróleo. A sua composição é bastante complexa e depende das características do petróleo cru que o originou e dos processos e misturas aos quais se submetem nas refinarias, de modo que se pode atender a várias exigências do mercado consumidor. Suas aplicações ocorrem como combustível de aquecimento em fornos e caldeiras, bem como em motores pesados (geração de energia elétrica, equipamentos industriais...)

Querosene de aviação é uma fração intermediária entre a gasolina e o óleo diesel no processo de refinação do petróleo cru. Como o próprio nome já diz, é o combustível dos aviões e helicópteros comerciais de maior porte, movido a turbina ou turboélice.

A gasolina de aviação, por fim, é o combustível para aviões exclusivamente de pequeno porte. Àqueles movidos a motores a pistão, que requerem uma centelha para ocorrer a ignição. Diferencia-se da gasolina tipo C por ser de alta octanagem, não conter etanol anidro em sua composição e conter chumbo-tetraetila. Este último, por ser tóxico, não permite a utilização da gasolina de aviação em carros de passeio a gasolina.

Gráfico 6.8. - Vendas de derivados de petróleo no estado do Ceará, % por tipo, em mil m³ - 2013



Fonte: ANP - Anuário Estatístico 2014, Ano Base 2013.

O autor deste livro está assumindo que a variação de estoque dos derivados entre o início e o fim de cada ano é pouco significativa frente ao volume comercializado naquele período. Além disso, dada a forte capilaridade da rede de distribuição de derivados no Brasil e aspectos tributários específicos, as vendas realizadas de derivados são para consumo interno, e não revenda em outros estados. Com isso, os volumes das vendas são valores muito próximos dos volumes consumidos.

Observa-se, assim, no gráfico acima uma maior participação da Gasolina C no consumo de derivados do estado do Ceará quando comparado com a média nacional, onde o óleo diesel é a fração dominante do petróleo. Isso se explica pela relativamente baixa participação da indústria e agricultura mecanizada na economia do estado, dois setores fortes demandantes de óleo diesel.

O consumo de gasolina do tipo C na RMF, em 2012, foi de 667,1 mil metros cúbicos, 17,4% a mais que em 2011. A região vem apresentando crescimento consistente no consumo deste derivado de em média 9,3% ao ano, desde 2005. A maior parte do consumo ocorre no município de Fortaleza, que representou 74,6% do consumo da região em 2012 (Vide Tabela 6.5.).

Tabela 6.5. - Consumo de Gasolina Tipo C na RMF, por município, em m3.

Município	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
RMF	326.711	332.241	337.907	364.901	398.516	487.705	568.097	667.113
Aquiraz	4.596	5.133	5.383	6.853	6.501	8.866	10.102	11.292
Cascavel	2.168	2.375	2.621	2.636	2.835	3.711	4.041	4.623
Caucaia	12.477	13.733	15.250	15.622	18.137	28.311	37.540	49.436
Chorozinho	2.087	2.526	2.700	3.575	4.108	5.049	4.675	4.737
Eusébio	2.544	2.996	1.536	1.251	2.990	5.938	7.718	9.317
Fortaleza	274.740	276.874	280.272	299.649	321.954	377.353	432.793	497.472
Guaiúba	420	495	540	775	815	965	1.075	1.312
Horizonte	1.876	2.341	2.963	3.669	3.814	6.740	8.354	10.220
Itaitinga	2.667	2.528	3.153	2.770	2.977	4.182	4.983	5.873
Maracanaú	9.895	9.925	8.940	11.184	15.610	21.780	26.957	34.347
Maranguape	2.993	3.128	3.184	3.656	3.605	4.598	5.766	7.223
Pacajus	2.029	1.875	2.135	2.257	2.933	3.981	4.861	5.748
Pacatuba	1.085	1.105	605	680	1.420	2.060	2.420	3.567
Paracuru	1.035	832	1.150	1.551	1.618	2.010	2.360	3.076
Paraipaba	700	1.075	1.105	1.265	1.435	1.948	2.180	2.665
Pindoretama	3.762	766	1.354	1.337	1.230	1.453	1.967	2.678
S G Amarante	331	2.650	2.996	3.638	3.860	5.065	5.955	7.736
S Luis do Curu	1.307	428	450	633	655	1.100	1.475	1.925
Trairi	NE	1.456	1.570	1.899	2.019	2.595	2.875	3.865

Fonte: ANP, viaPortal e-SIC(www.acaoainformacao.gov.br)

O consumo de óleo diesel na RMF, em 2012, foi de 561,5 mil metros cúbicos, 11,1% a mais que em 2011. A região vem apresentando crescimento consistente no consumo deste derivado de em média 6,8% ao ano, desde 2005. A maior parte do consumo ocorre no município de Fortaleza, que representou 56,9% do consumo da região em 2012 (Vide Tabela 6.6.).

Tabela 6.6. - Consumo de óleo diesel na RMF, por município, em m3.

Município	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
RMF	331.166	312.773	376.294	410.716	412.269	467.269	505.226	561.511
Aquiraz	3.704	4.556	5.566	8.231	9.823	12.806	13.882	12.572
Cascavel	2.689	2.706	3.032	2.795	3.133	3.475	3.466	3.606
Caucaia	27.133	22.498	28.163	35.597	31.503	40.002	46.737	60.821
Chorozinho	4.409	9.501	11.199	11.934	9.906	8.221	6.709	5.650
Eusébio	4.514	4.900	4.121	5.279	5.718	9.032	12.696	13.453
Fortaleza	228.047	215.965	254.987	266.089	270.173	287.968	308.424	319.721
Guaiúba	1.500	1.205	1.040	1.065	1.060	1.090	855	1.130
Horizonte	8.254	7.085	12.680	11.033	10.775	15.524	17.277	18.602
Itaitinga	6.729	3.998	7.975	9.563	10.639	11.719	11.715	11.135
Maracanaú	4.339	3.856	20.795	22.974	25.621	35.082	37.403	40.897
Maranguape	20.731	17.477	4.904	5.200	5.555	6.682	6.121	7.430
Pacajus	4.608	6.755	6.480	6.461	9.822	9.509	6.711	4.177
Pacatuba	1.721	1.489	1.265	1.834	1.748	3.190	3.602	4.307

Paracuru	649	648	1.040	1.368	1.197	1.360	1.691	2.157
Paraipaba	735	570	980	1.130	1.475	4.448	4.135	4.086
Pindoretama	1.005	654	1.037	1.074	1.723	1.276	1.232	1.150
S G Amarante	8.972	7.819	9.551	17.373	10.038	12.721	18.829	44.478
S Luis do Curu	334	341	375	454	1.005	1.545	1.675	2.335
Trairi	1.093	750	1.105	1.263	1.355	1.620	2.065	3.805

Fonte: ANP, via e-sic (www.acessoinformacao.gov.br).

O consumo de GLP na RMF, em 2012, foi de 123,8 mil toneladas, com um pequeno aumento de 1,4% em relação a 2011. A região vem apresentando crescimento consistente no consumo deste derivado de em média 1,5% ao ano, desde 2005. A maior parte do consumo ocorre no município de Fortaleza, que representou 65,4% do consumo da região em 2012 (Vide Tabela 6.7.).

Tabela 6.7. - Consumo de GLP na RMF, por município, em toneladas.

Município	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
RMF	109.484	110.881	112.106	112.258	115.774	116.862	122.118	123.797
Aquiraz	2.262	2.366	2.588	2.637	2.971	3.004	2.679	2.980
Cascavel	2.262	1.591	3.210	2.356	1.900	2.454	1.906	2.222
Caucaia	7.737	10.406	9.193	7.357	14.789	14.677	14.443	10.253
Chorozinho	376	203	13	262	406	803	787	690
Eusébio	426	1.015	1.004	1.326	1.354	1.493	2.029	2.595
Fortaleza	78.297	76.166	77.181	77.801	74.771	74.893	78.163	80.954
Guaiúba	0,0	4,0	2,5	4,4	6,3	12,6	6,2	54
Horizonte	536	725	503	834	680	693	516	665
Itaitinga	898	846	955	840	930	1.037	1.441	1.306
Maracanaú	7.111	6.909	7.834	7.681	7.722	8.441	8.656	9.506
Maranguape	2.767	2.581	2.226	2.107	2.150	2.453	2.714	3.258
Pacajus	1.995	2.615	2.168	2.240	2.220	1.986	1.958	1.989
Pacatuba	590	506	604	1.131	1.012	1.308	1.297	1.341
Paracuru	919	974	992	1.468	1.245	1.406	1.494	1.361
Paraipaba	583	635	654	654	709	654	687	695
Pindoretama	1.438	1.718	1.257	2.042	1.543	112	1.322	1.364
S G Amarante	615	686	817	714	676	816	970	1.224
S Luis do Curu	0,0	6,9	163	195	136	619	434	571
Trairi	672	927	743	610	554	0,0	616	770

Fonte: ANP, via e-sic (www.acessoinformacao.gov.br).

O consumo de óleo combustível na RMF, em 2012, foi de 25,2 mil toneladas, apresentando um forte crescimento de 713% em relação a 2011. Este forte crescimento não vinha sendo observado nos anos anteriores e se explica pela autorização de despacho de operação de termelétricas movidas a este combustível por parte de ONS, a partir do final de 2012. A maior parte do consumo ocorre no município de Maracanaú, que representou 85,2% do consumo da região em 2012 (Vide Tabela 6.8.)

Tabela 6.8. - Consumo de óleo combustível na RMF, por município, em toneladas.

Município	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
RMF	5.188	2.943	3.266	3.690	3.898	5.696	3.097	25.180
Aquiraz	2.055	1.931	2.143	2.616	2.891	3.976	2.133	3.908
Cascavel	1.694	28	0	0	0	0	0	0
Eusébio	83	80	108	161	263	255	356	419
Fortaleza	749	658	525	533	545	415	329	36
Horizonte	221	231	441	274	0	0	0	0
Itaitinga	69	0	0	0	174	73	0	0
Maracanaú	317	17	48	106	25	757	280	20.817
Maranguape	0	0	0	0	0	220	0	0
Demais Municípios	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: ANP, via e-sic(www.acessoainformacao.gov.br).

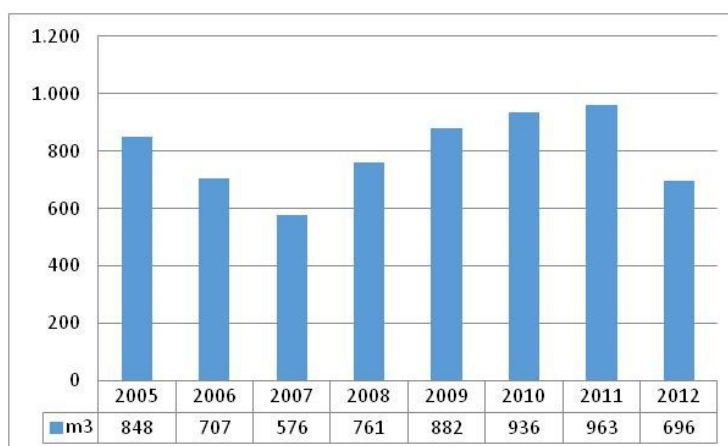
O consumo de querosene de aviação na RMF, em 2012, foi de 196,3 mil metros cúbicos, 2,9% a mais que em 2011. A região vem apresentando crescimento consistente no consumo deste derivado de em média 7,0% ao ano, desde 2005. O município de Fortaleza concentra 100% do consumo de querosene por localizar o Aeroporto Internacional Pinto Martins, único ponto de comercialização deste combustível na Região (Tabela 6.9).

Tabela 6.9. - Consumo de querosene de aviação na RMF, por município, em metros cúbicos.

Município	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
RMF	113.928	143.013	139.531	139.462	156.344	192.778	190.727	196.290
Eusébio	122,0	151,2	0	0	0	0	0	0
Fortaleza	113.563	142.491	139.531	139.462	156.344	192.778	190.727	196.290
Horizonte	151,9	211,7	0	0	0	0	0	0
Maracanaú	91,5	120,8	0	0	0	0	0	0
Paracuru	0	38,4	0	0	0	0	0	0
Demais Municípios	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: ANP, via e-sic(www.acessoainformacao.gov.br).

Gráfico 6.9. - Consumo de gasolina de aviação na RMF, por município, em metros cúbicos.

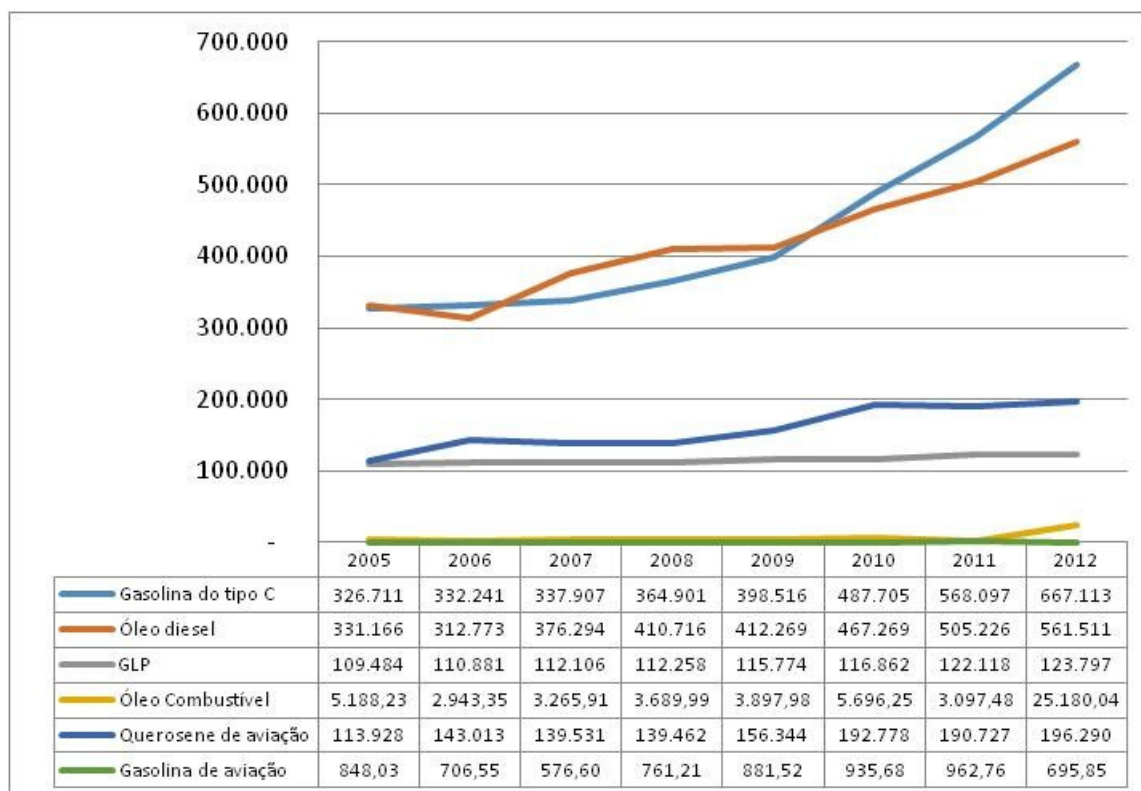


Fonte: ANP, via e-sic(www.acessoainformacao.gov.br).

O consumo de gasolina de aviação ocorreu na RMF, por toda a série histórica de 2005 a 2012, somente no município de Fortaleza. Após comportamento crescente de em média 10,8% ao ano entre 2007 e 2011, o consumo de gasolina de aviação de 2012 foi 27,7% menor que em 2011, totalizando 696 metros cúbicos neste último ano (Gráfico 6.9.).

O Gráfico 6.10. consolida o consumo de derivados na RMF, por tipo de derivado. Observa-se a importância da gasolina C e do óleo diesel no consumo de combustíveis da RMF e suas elevadas taxas de crescimento, impulsionado pela alta taxa de crescimento da economia da região.

Gráfico 6.10. - Histórico de consumo de derivados energéticos de petróleo na RMF, em m³.



Fonte: ANP, via e-SIC.

Distribuição de Royalties na RMF

O chamado “Royalties do Petróleo” são compensações financeiras relacionadas às atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural. É a forma das concessionárias compensarem a exploração e esgotamento das jazidas minerais à Federação.

Como órgão regulador do setor no Brasil, a ANP possui a fundamental função também de calcular o repasse desses pagamentos aos estados, municípios e à União. O pagamento é feito na moeda local e diretamente à Secretaria do Tesouro Nacional, com base em valores e parcelas estabelecidas pela legislação em vigor.

⁶GLP, em toneladas. Os demais derivados, em metros cúbicos.

A alíquota média atual é de 9.9% para campos marítimos e 9.5% para campos terrestres. O valor a ser pago, portanto, é o produto da alíquota (que no Brasil pode variar de 5 a 10%), da produção mensal de petróleo e gás natural do campo e do preço mensal destes.

As leis que regem a distribuição de Royalties são as Leis nº 7.990/1989 e nº 9.478/1997, e os Decretos nº 01/1991 e nº 2.705/1998.

O repasse de Royalties não é feito apenas aos municípios em que está localizado o campo, porém a todos que de alguma maneira contribuem na cadeia produtiva, em grande ou pequena escala. Contribuições vão desde possuir terminais logísticos até suportar as instalações de produção em si. A RMF possui campo produtor próximo ao litoral de Paracuru, como já discutido anteriormente, o qual gera riquezas na forma de Royalties para toda a região adjacente. A tabela 5.10 mostra o valor repassado, em mil reais, aos municípios da RMF entre os anos de 2004 e 2013.

Tabela 6.10 - Royalties pagos aos municípios da RMF entre 2004 e 2013. Valores em mil reais.

MUNICÍPIO	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Aquiraz	23.46	55.66	78.40	65.26	80.88	82.53	136.99	126.73	377.03	474.25
Caucaia	23.46	55.66	78.40	65.26	3,503.21	83.66	137.00	92.11	359.80	2,186.92
Fortaleza	2,979.11	4,012.69	2,633.21	2,049.51	1,640.31	2,644.37	8,274.14	10,669.72	24,387.84	13,309.93
Horizonte	-	-	8,962.32	3,878.58	7,501.84	2,146.56	0.01	-	-	2,668.63
Maracanaú	-	-	-	6,661.45	7,493.78	4,849.77	8,740.08	6,042.62	0.00	1,601.74
Pacajus	-	-	-	87.58	-	0.01	-	-	-	-
Paracuru	1,779.17	2,053.52	1,911.60	1,546.35	1,977.49	1,254.31	1,355.63	1,590.53	1,711.27	2,237.12
Paraipaba	66.31	74.76	79.52	76.63	93.38	51.13	51.38	48.09	49.41	95.59
S G Amarante	29.31	33.39	32.90	3,284.95	7,527.33	6,186.91	667.72	15.05	-	1,213.12
S Luis do Curu	21.23	24.18	23.83	20.96	26.65	16.27	17.48	19.14	21.17	32.28
Trairi	1,729.25	1,943.24	2,021.59	1,906.14	2,308.88	1,368.64	1,466.88	1,508.70	1,722.05	2,977.09
Demais Munic.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: ANP – Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

Pode-se observar que o repasse ocorre em grande escala de fato para os polos com maior proximidade e movimentação de materiais relacionados à atividade.

Os dados mostram que os Royalties não representam um faturamento de grande relevância se comparados ao PIB na RMF (dependendo do ano e do município, esta participação varia entre 0,1% a 1,7%). Porém, não se deve descartar seu papel como fomentador de investimentos em áreas de interesse público a fim de aumentar a qualidade de vida da população da região, principalmente nos pequenos municípios.

Preços de Derivados e Impostos

A Tabela 6.11 apresenta os dados para preço médio dos principais derivados de Petróleo em todo o Brasil em 2014, ao nível do consumidor final.

Tabela 6.11 - Preço dos principais derivados por Região e Unidade da Federação em 2014.

Região/Unidade da Federação	Gasolina C (R\$/L)	Óleo Diesel (R\$/L)	GLP (R\$/Kg)	GNV (R\$/m3)	Etanol Hidr. (R\$/L)
Região Norte	3.147	2.668	3.577	2.112	2.567
Rondônia	3.205	2.761	3.734	...	2.635
Acre	3.407	3.073	3.881	...	2.853
Amazonas	3.161	2.597	3.451	2.112	2.540

Roraima	3.096	2.790	3.823	...	2.762
Pará	3.120	2.692	3.432	...	2.687
Amapá	2.965	2.585	4.085	...	2.800
Tocantins	3.120	2.473	3.756	...	2.341
Região Nordeste	2.965	2.467	3.232	1.908	2.418
Maranhão	2.988	2.444	3.588	...	2.537
Piauí	2.827	2.483	3.309	...	2.551
Ceará	2.993	2.569	3.436	1.941	2.462
R Grande do Norte	3.026	2.498	3.424	1.983	2.622
Paraíba	2.859	2.433	3.027	1.895	2.288
Pernambuco	2.934	2.461	3.196	1.838	2.387
Alagoas	3.002	2.462	3.344	1.981	2.528
Sergipe	2.937	2.478	3.134	1.880	2.504
Bahia	3.017	2.452	3.032	1.895	2.366
Região Sudeste	2.938	2.475	3.318	1.765	1.994
Minas Gerais	2.976	2.527	3.095	1.943	2.197
Espírito Santo	3.002	2.494	3.593	1.852	2.605
Rio de Janeiro	3.133	2.468	3.246	1.738	2.454
São Paulo	2.866	2.448	3.246	1.772	1.924
Região Sul	2.957	2.479	3.269	2.146	2.144
Paraná	2.953	2.449	3.216	1.920	2.041
Santa Catarina	2.957	2.512	3.346	2.156	2.493
Rio Grande do Sul	2.962	2.504	3.288	2.200	2.484
Centro-Oeste	3.106	2.644	3.515	2.155	2.167
Mato Grosso do Sul	3.077	2.675	3.895	2.123	2.192
Mato Grosso	3.110	2.763	4.135	2.208	2.093
Goiás	3.101	2.552	3.239	2.314	2.138
Distrito Federal	3.123	2.557	3.349	...	2.478

Fonte: Anuário Estatístico ANP 2015

Portanto o Ceará (e a RMF) não se encontra em desnível considerável, de modo geral, em relação ao restante do país, porém apresenta valores mais elevados em relação à média regional.

Em relação aos derivados energéticos, a Tabela 6.12. apresenta a série histórica dos preços unitários entre os anos de 2005 e 2014 no Ceará. Observa-se uma inflação média variando entre 2 e 4% ao ano, nos últimos dez anos, dependendo do derivado do petróleo.

Em relação à composição do preço dos principais derivados, a Tabela 6.13 contém um breve resumo para a gasolina C, Óleo Diesel e GLP.

Os principais impostos que incidem sobre os derivados de maior utilização pela população da RMF são o CIDE, PIS e COFINS na esfera federal e o ICMS na esfera estadual. Como órgão responsável por regular e fiscalizar o mercado, evitando formação de cartéis e incentivando a livre e ampla concorrência, a ANP monitora os preços dos derivados no Brasil através de pesquisas nos postos ou unidades de revenda.

Tabela 6.12. - Série histórica de preços dos principais derivados energéticos do Petróleo no Ceará entre 2005 e 2014 (valores de correntes).

Derivado	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Inflação média, a.a.
Etanol Hidratado (R\$/L)	1.670	1.919	1.735	1.819	1.803	1.907	2.132	2.162	2.333	2.462	3.96%
Gasolina C (R\$/L)	2.443	2.699	2.611	2.571	2.536	2.633	2.720	2.707	2.840	2.993	2.05%
GNV (R\$/m3)	1.241	1.390	1.451	1.715	1.705	1.760	1.826	1.888	1.885	1.941	4.57%
Óleo Diesel (R\$/L)	1.735	1.865	1.854	2.026	2.051	1.976	1.997	2.099	2.368	2.569	4.00%
Óleo Combustível (R\$/kg)	1.353	1.204	0.991	1.109	1.097	1.121	1.041	1.042	1.319	1.515	1.14%
Querosene de Aviação (R\$/L)	1.386	1.446	1.361	1.737	1.169	1.289	1.611	1.884	2.012	2.069	4.09%
GLP (R\$/kg)	2.362	2.470	2.560	2.646	2.835	2.881	2.871	2.955	3.153	3.436	3.82%

Fonte: Anuário Estatístico ANP 2015

Tabela 6.13: Composição do Preço do GLP, do Óleo Diesel e da Gasolina C. Período de Coleta de 30/08/2015 a 05/09/2015. Média Nacional

Derivado	Distribuição e Revenda	ICMS	CIDE, PIS-PASEP, COFINS	Realização Petrobras	Custo Etanol Anidro	Custo Biodiesel
Gasolina C	18%	28%	11%	32%	11%	-
Óleo Diesel	16%	15%	9%	55%	-	5%
GLP	58%	13%	5%	24%	-	-

Fonte: Website Petrobras.com.br – Produtos e Serviços

7. Biocombustíveis na Região Metropolitana de Fortaleza

Biodiesel

Biodiesel é um combustível oriundo de óleos vegetais ou gorduras animais, com propriedades semelhantes ao óleo diesel e, por isso, adequado para uso como seu sucedâneo, em motores do ciclo diesel e queimadores.

No Brasil o uso de biodiesel é regulamentado pela lei 11.097 de 2005. Por ela, todo o óleo diesel comercializado no Brasil deve conter uma mistura obrigatória de biodiesel, cujo percentual é definido pelo CNPE - Conselho Nacional de Política Energética. Os percentuais de mistura foram estabelecidos em: 2% a partir de 1º de janeiro de 2008; 3% a partir de 1º de Julho de 2008; 4% em 1º Julho de 2009; 5% a partir de 1º de janeiro de 2010; 6% a partir de 1º de julho de 2014; e 7% desde 1º de novembro de 2014, percentual este que vigora até hoje. Esta obrigatoriedade é um incentivo governamental em favor da indústria de biodiesel, que reserva uma parcela importante do

mercado consumidor, evitando uma concorrência livre entre o preço do óleo diesel e do biodiesel, já que ambos seguem políticas de precificação e fases de desenvolvimento distintas. Desta forma a sociedade brasileira se beneficia de externalidades ambientais e sociais positivas trazidas por esta indústria.

O biodiesel é comercializado no Brasil através de leilões promovidos pela Petrobrás sob a regulamentação da ANP. Nestes leilões, os produtores apresentam ofertas de volume e preço mínimo, que deve ser menor que um teto estabelecido pela ANP. De posse destas ofertas, a Petrobrás leiloa esses volumes às diversas distribuidoras do país. O preço final do leilão às distribuidoras ocorre em benefício do produtor de biodiesel, ficando a Petrobras com uma taxa administrativa. A participação da Petrobras no processo de comercialização de biodiesel visa controlar o cumprimento dos teores obrigatórios de mistura pelas distribuidoras, já que ela é a fornecedora do óleo diesel no Brasil.

Os contratos provenientes dos leilões ocorrem a cada dois meses. É vedada a venda de biodiesel ao mercado interno brasileiro por outro mecanismo que não sejam os leilões da Petrobras. Cerca de 40 usinas produtoras de biodiesel tem participado dos leilões da Petrobras. Em geral, são empresas de propriedade de já tradicionais industriais do setor de soja. Todas elas são detentoras do Selo Combustível Social, que certifica que um percentual mínimo, dependendo da região produtora, da matéria prima é proveniente da agricultura familiar, potencializando a geração de emprego e renda na zona rural.

Por razões econômicas e tributárias, o Brasil não é competitivo no mercado internacional de biodiesel, de maneira que nunca se observou volumes relevantes de exportação de biodiesel brasileiro para outros países.

Tabela 7.1. - Evolução da produção de biodiesel, por estado, em metros cúbicos.

Região/Estado	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
BRASIL	404.329	1.167.128	1.608.448	2.386.399	2.672.760	2.717.483	2.917.488
Região Norte	26.589	15.987	41.821	95.106	103.446	78.654	62.239
- Rondônia	99	228	4.779	6.190	2.264	8.406	13.553
- Pará	3.717	2.625	3.494	2.345	-	-	-
- Tocantins	22.773	13.135	33.547	86.570	101.182	70.247	48.687
Região Nordeste	172.200	125.910	163.905	176.994	176.417	293.573	278.379
- Maranhão	23.509	36.172	31.195	18.705	-	-	-
- Piauí	30.474	4.548	3.616	-	-	-	-
- Ceará	47.276	19.208	49.154	66.337	44.524	62.369	84.191
- Bahia	70.942	65.982	79.941	91.952	131.893	231.204	194.188
Região Sudeste	37.023	185.594	284.774	420.328	379.410	255.733	261.373
- Minas Gerais	138	-	40.271	72.693	76.619	80.100	88.020
- Rio de Janeiro	-	-	8.201	20.177	7.716	17.046	8.891
- São Paulo	36.885	185.594	236.302	327.458	295.076	158.587	164.462
Região Sul	42.708	313.350	477.871	675.668	976.928	926.611	1.132.405
- Paraná	12	7.294	23.681	69.670	114.819	120.111	210.716
- Santa Catarina	-	-	-	-	-	-	38.358
- Rio Grande do Sul	42.696	306.056	454.189	605.998	862.110	806.500	883.331
Região Centro-Oeste	125.808	526.287	640.077	1.018.303	1.036.559	1.162.913	1.183.092
- Mato Grosso do Sul	-	-	4.367	7.828	31.023	84.054	188.897

- Mato Grosso	15.170	284.923	367.009	568.181	499.950	477.713	418.480
- Goiás	110.638	241.364	268.702	442.293	505.586	601.146	575.715

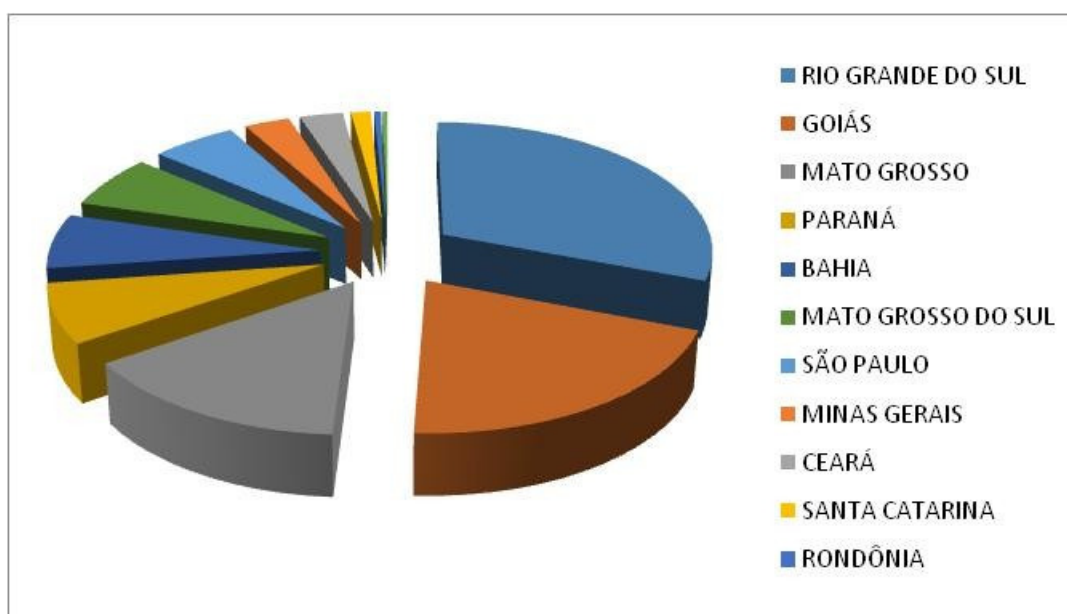
Fonte: ANP, Anuário Estatístico 2014, Ano base 2013.

Em 2013, foram produzidos 2,9 milhões de metros cúbicos de biodiesel no Brasil, 7,4% mais que em 2012. De 2007 a 2013, a produção de biodiesel cresceu uma taxa média de 32,6% ao ano, destacando-se como uma das indústrias que mais cresceram no Brasil. Este crescimento foi impulsionado pelo aumento da demanda de óleo diesel no Brasil, bem como o aumento gradual da mistura obrigatória.

Os estados maiores produtores são aqueles tradicionais produtores de grãos de soja e gordura animal, suas principais matérias primas no Brasil. Rio Grande do Sul, Goiás e Mato Grosso são atualmente os maiores produtores participando juntos com mais de 65% da produção nacional. O Ceará possui uma única usina de biodiesel, localizada no município de Quixadá. De propriedade da Petrobrás, ela foi instalada com propósito de fomentar a produção de culturas oleaginosas adaptadas ao semiárido brasileiro, como a mamona, mas por dificuldades de suprimento, traz praticamente toda sua matéria prima de outros estados, onerando seus custos de produção.

Esta usina produziu 84,2 mil metros cúbicos de biodiesel em 2013, 2,9% da produção nacional.

Gráfico 7.1. - Produção de Biodiesel em 2013, por estado, em m3.



Estado	2013	% Part.
BRASIL (TOTAL)	2.868.802	100,0%
Rio Grande do Sul	883.331	30,8%
Goiás	575.715	20,1%
Mato Grosso	418.480	14,6%
Paraná	210.716	7,3%
Bahia	194.188	6,8%
Mato Grosso do Sul	188.897	6,6%
São Paulo	164.462	5,7%
Minas Gerais	88.020	3,1%

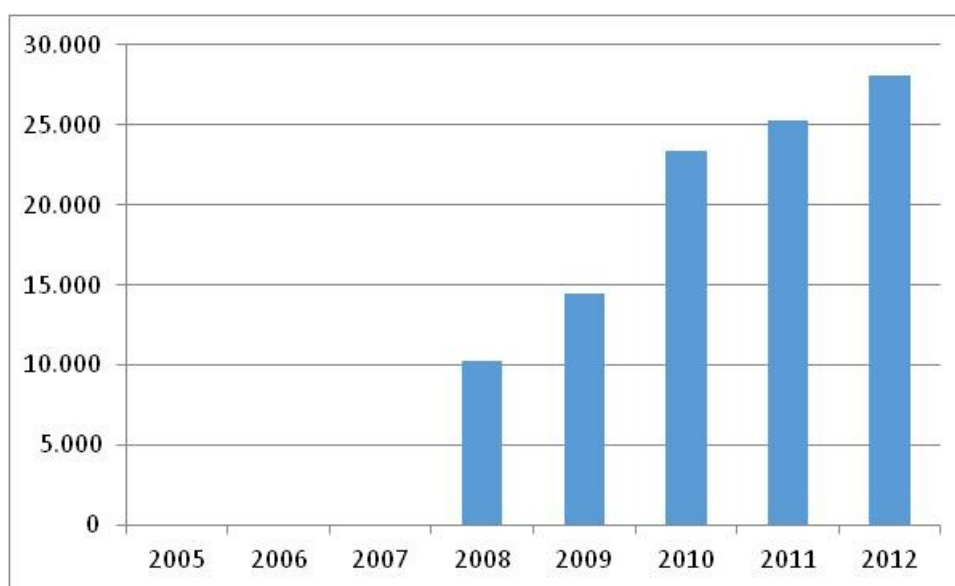
Ceará	84.191	2,9%
Santa Catarina	38.358	1,3%
Rondônia	13.553	0,5%
Rio de Janeiro	8.891	0,3%
Demais Estados e DF	-	0,0%

Fonte: Anuário Estatístico da ANP 2014. Ano base: 2013.

Durante todo o ano 2013, a mistura obrigatória de biodiesel no óleo diesel ainda era de 5% (hoje 7%). Isso significa que a produção cearense de biodiesel foi suficiente para gerar 1,68 milhão de metros cúbicos de B5 (mistura de 5% de biodiesel e 95% de óleo diesel), que foram distribuídos e comercializados. No Ceará, como visto anteriormente, foram consumidos no mesmo período 1,1 milhão de metros cúbicos de óleo diesel B5, o que significa que o estado é um exportador líquido de biodiesel para outras unidades da federação.

A Tabela 6.6. mostra o consumo de óleo diesel na RMF. Considerando que antes de 1º de janeiro de 2008, quando a mistura de biodiesel era facultativa, o consumo de biodiesel era desprezível na RMF, e considerando que o consumo de óleo diesel na RMF ocorre de maneira linear ao longo dos anos em questão, foi possível estimar o consumo de biodiesel em mistura no óleo diesel na Região, através dos percentuais de mistura obrigatória, Gráfico 7.2.

Gráfico 7.2. - Consumo estimado de biodiesel em mistura ao óleo diesel na RMF, em metros cúbicos.



Fonte: cálculo de estimativa a partir do consumo de óleo diesel

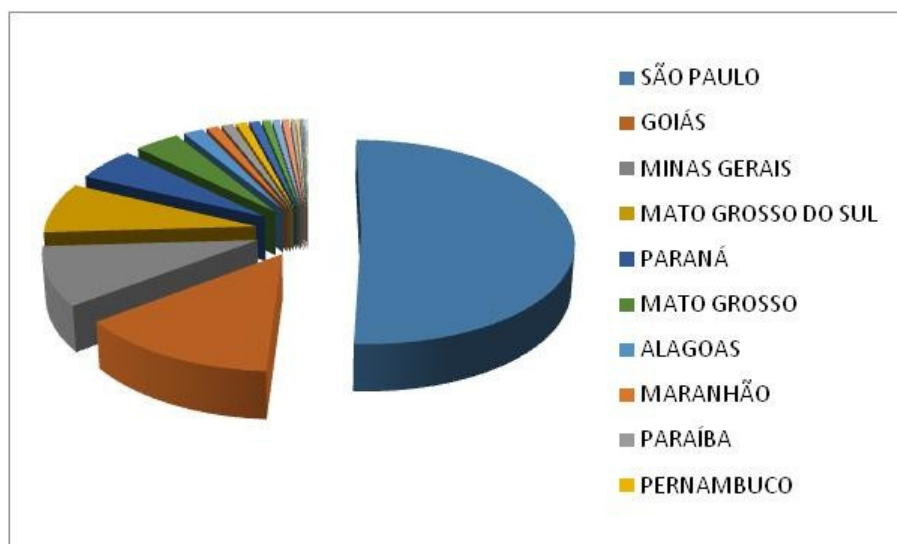
Observa-se que em 2012, a quantidade de biodiesel presente no óleo diesel consumido na RMF foi cerca de 28 mil metros cúbicos, cerca de 11% a mais que o ano anterior. Segundo esta estimativa, o consumo de biodiesel na RMF vem crescendo a largas taxas de cerca de 22% ao ano, desde 2008.

Etanol

Etanol, ou álcool etílico, é produto da fermentação de matérias primas açucaradas ou amiláceas. No Brasil, a cana-de-açúcar é sua principal matéria prima. O álcool etílico pode ser produzido como

especial São Paulo, que representou neste ano quase 51% da produção nacional. O Ceará possui uma produção marginal de etanol hidratado e não produz etanol anidro, em consonância com suas más condições edafoclimáticas para o plantio de cana-de-açúcar, em comparação com outros estados mais competitivos. O estado produziu apenas 9,0 mil metros cúbicos de etanol hidratado em 2013, 0,03% da produção nacional. Não há produção de etanol na RMF.

Gráfico 7.3. - Produção de Etanol em 2013, por estado, em m3.



Estado	2013	% Part.
BRASIL (TOTAL)	28.057,2	100,00%
São Paulo	14.277,6	50,89%
Goiás	3.871,9	13,80%
Minas Gerais	2.627,4	9,36%
Mato Grosso do Sul	2.248,4	8,01%
Paraná	1.471,3	5,24%
Mato Grosso	1.087,5	3,88%
Alagoas	478,5	1,71%
Maranhão	305,5	1,09%
Paraíba	285,5	1,02%
Pernambuco	257,8	0,92%
Acre	253,6	0,90%
Tocantins	196,1	0,70%
Espírito Santo	180,7	0,64%
Bahia	175,3	0,62%
Sergipe	104,6	0,37%
Rio de Janeiro	82,2	0,29%
Rio Grande do Norte	55,6	0,20%
Pará	37,0	0,13%
Piauí	31,9	0,11%
Rondônia	10,6	0,04%
Ceará	9,0	0,03%
Amazonas	4,9	0,02%
Rio Grande do Sul	4,5	0,02%
Demais Estados e DF	-	0,00%

Fonte: Anuário Estatístico da ANP 2014, ano base 2013.

A Tabela 7.2. abaixo mostra a participação por estado nas vendas de etanol hidratado no Brasil, em 2013. O Brasil comercializou para o mercado interno 11,8 milhões de metros cúbicos de etanol hidratado neste ano. As vendas no Ceará, cerca de 98 mil metros cúbicos, representaram 0,83% do volume nacional. O fato do Ceará não ser um tradicional produtor de etanol no Brasil faz com que este combustível chegue aos postos de gasolina onerados pelos fretes e impostos pertinentes. Assim, o etanol hidratado não é economicamente competitivo frente à gasolina, reduzindo assim seu consumo no estado.

Tabela 7.2. - Vendas de etanol hidratado no Brasil, por estado, em 2013 - mil m3.

Estado	2013	% part.
BRASIL	11.755,0	100,0%
São Paulo	6.656,8	56,6%
Paraná	1.128,9	9,60%
Goiás	852,6	7,25%
Minas Gerais	726,9	6,18%
Rio de Janeiro	583,1	4,96%
Mato Grosso	488,5	4,16%
Bahia	245,5	2,09%
Pernambuco	153,9	1,31%
Mato Grosso do Sul	130,9	1,11%
Rio Grande do Sul	111,5	0,95%
Santa Catarina	110,5	0,94%
Ceará	97,9	0,83%
Distrito Federal	78,0	0,66%
Paraíba	54,3	0,46%
Rio Grande do Sul	48,0	0,41%
Amazonas	47,0	0,40%
Espírito Santo	42,0	0,36%
Tocantins	35,8	0,30%
Alagoas	35,0	0,30%
Pará	33,0	0,28%
Maranhão	26,4	0,22%
Sergipe	20,8	0,18%
Rondônia	20,8	0,18%
Piauí	17,9	0,15%
Acre	6,0	0,05%
Roraima	1,8	0,02%
Amapá	1,5	0,01%

Fonte: ANP, Anuário Estatístico 2014, ano base 2013.

A Tabela 7.3. mostra uma série histórica de vendas de etanol hidratado nos municípios da Região Metropolitana de Fortaleza entre os anos de 2005 e 2012. Neste último ano, foram comercializados 68,2 mil metros cúbicos, uma queda de 22,0% em relação a 2011. Observa-se uma queda sistemática entre 2009 e 2012 de 16,7% ao ano no consumo de etanol hidratado na RMF. Conforme já mencionado, isso se deve à baixa competitividade do etanol frente ao preço da gasolina. O preço controlado da gasolina pelo Governo Federal, baixas produções agrícolas e melhores margens na venda de açúcar explicam a perda de competitividade do etanol hidratado comparado com a gasolina.

Tabela 7.3. - Série histórica de vendas de etanol hidratado na RMF, por município, em m3.

Município	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
CEARÁ	54.374	101.642	176.636	246.545	283.414	254.783	174.966	136.459
RMF	27.187	50.821	88.318	123.273	141.707	127.392	87.483	68.230
Aquiraz	197,5	327,0	686,0	960,0	927,0	955,0	1.017	1.092
Cascavel	248,0	450,0	610,0	796,0	860,0	785,0	610,0	444,0
Caucaia	1.083,0	1.723,0	2.706,0	3.496,5	4.395,5	4.837,0	4.517,9	4.333,6
Chorozinho	338,0	393,0	465,0	596,0	530,0	370,0	345,0	280,0
Eusébio	127,0	382,0	296,2	364,0	1.145,0	1.381,1	1.272,7	1.131,0
Fortaleza	22.367	43.666	78.483	109.636	124.073	108.994	70.993	52.536
Guaiúba	25,0	50,0	95,0	150,0	160,0	125,0	110,0	125,0
Horizonte	165,0	155,0	220,0	424,0	595,0	773,0	785,0	650,0
Itaitinga	143,0	169,0	242,0	329,0	452,0	265,0	270,0	250,0
Maracanaú	1.060,5	1.631,0	2.187,0	3.151,0	4.451,4	4.719,0	3.966,2	3.961,0
Maranguape	316,0	494,0	575,0	801,0	855,0	920,0	835,0	790,0
Pacajus	209,0	240,0	370,0	527,0	745,0	700,0	575,0	520,0
Pacatuba	185,0	250,0	175,0	256,0	479,0	596,0	510,0	571,0
Paracuru	45,0	107,0	75,0	217,0	302,0	300,0	236,0	240,0
Paraipaba	50,0	55,0	45,0	75,0	135,0	185,0	170,0	175,0
Pindoretama	125,0	159,0	234,0	254,0	255,0	220,0	240,0	225,0
S G Amarante	364,0	405,0	654,0	945,0	947,0	922,0	725,0	656,0
S Luis do Curu	27,0	40,0	45,0	85,0	135,0	80,0	75,0	-
Trairi	112,0	125,0	155,0	210,0	265,0	265,0	230,0	250,0

Fonte: ANP, viaPorta e-SIC(www.acessoinformacao.gov.br).

O município de Fortaleza comercializou 52,5 mil metros cúbicos de etanol hidratado em 2012, 76,5% das vendas da RMF.

Quanto ao consumo de etanol anidro presente na gasolina C, é possível fazer sua estimativa através do consumo de gasolina C na RMF neste período e das misturas obrigatórias estabelecidas para o mesmo período, e considerando que o consumo de gasolina C na RMF se dá de forma linear ao longo do ano. A Tabela 7.4. indica os percentuais que foram definidos para a mistura de etanol anidro na gasolina C entre os anos de 2005 e 2012.

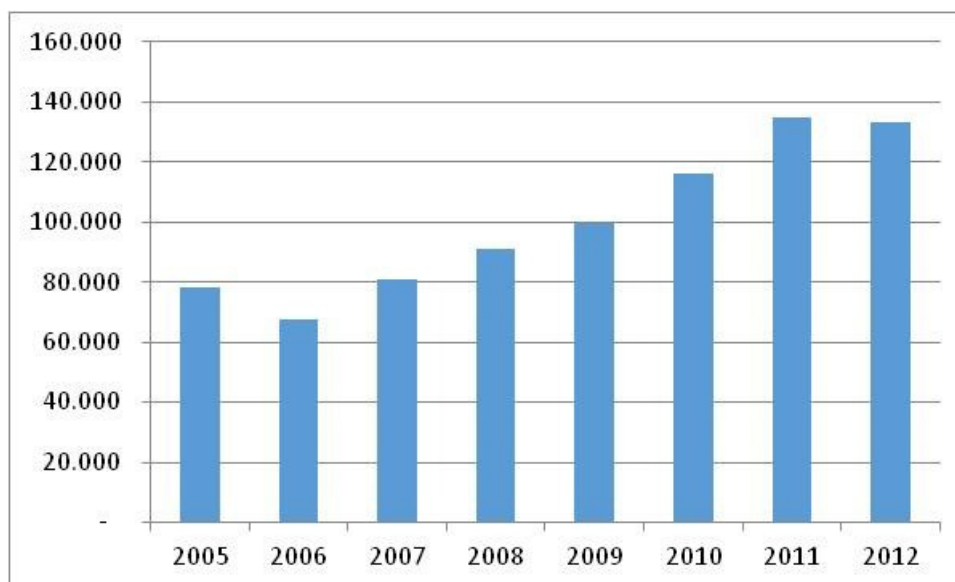
Tabela 7.4. - Alterações no percentual de mistura obrigatória de etanol anidro na gasolina C.

Data	Alteração
01/01/2005	Mistura obrigatória corrente de 25%
14/10/2005	Redução da mistura obrigatória de 25% para 20%
20/11/2006	Aumento da mistura obrigatória de 20% para 23%
01/07/2007	Aumento da mistura obrigatória de 23% para 25%
01/02/2010	Redução da mistura obrigatória de 25% para 20%
02/05/2010	Aumento da mistura obrigatória de 20% para 25%
01/10/2011	Redução da mistura obrigatória de 25% para 20%

Fonte: MAPA

Com isso é possível estimar a quantidade de etanol anidro presente na gasolina C consumida na RMF por esse período, conforme gráfico abaixo:

Gráfico 7.4. - Quantidade estimada de etanol anidro presente na gasolina C consumida na RMF, em metros cúbicos.



Fonte: cálculo de estimativa a partir do consumo da gasolina C.

Observa-se assim que foram consumidos cerca de 135 mil metros cúbicos de etanol anidro misturados à gasolina C na RMF no ano de 2012. Observa-se ainda um comportamento de crescimento histórico deste consumo desde 2005 a uma taxa anual média de 7% aproximadamente, apesar da ligeira redução de 2012 em relação a 2011, especialmente pela manutenção da mistura obrigatória no nível mínimo de 20% ao longo de todo esse ano.

Biomassa como combustível

As três principais formas de biomassa como combustível na matriz energética do Ceará são lenha, bagaço de cana e carvão vegetal.

Lenha é produzida através de extrativismo de plantações de reflorestamento, autorizadas e certificadas pelo órgão ambiental estadual. Suas principais aplicações energéticas são como combustível industrial para geração de eletricidade, vapor ou calor, em estabelecimentos comerciais de restauração ou como matéria prima para a produção de carvão vegetal.

Carvão vegetal é produzido através do processo de carbonização da lenha. Suas principais aplicações ocorrem como combustível de forma semelhante à lenha, bem como insumo fonte de carbono na indústria siderúrgica.

A produção de lenha e carvão é uma atividade legal, porém regulamentada, que exige o cumprimento de manejo sustentável com intuito de não fomentar o desmatamento ou degradar a fauna e flora local. Não há dados precisos dessa atividade devido à grande ocorrência de desmatamentos e carvoarias clandestinos especialmente no interior do estado. Essa atividade se caracteriza como uma fonte de renda extra para famílias do interior do estado e é um dos maiores contribuidores do desmatamento ilegal de mata nativa do semiárido, e o IBAMA e SEMACE se esforçam na fiscalização e regulamentação desta atividade.

Bagaço de cana é um subproduto da indústria de açúcar e álcool. É utilizada como fonte de energia na própria usina sucroalcooleira para cogeração de vapor e eletricidade, bem como pode ser briquetada para produção de blocos de briquetes, facilitando sua armazenagem e transporte para comercialização a maiores distâncias. Sua principal aplicação ocorre como substituto à lenha, na geração de calor, vapor e eletricidade na indústria e restaurantes.

As três formas de biomassa também possuem um pequeno consumo residencial em fogão, fornos e churrasqueiras a carvão ou lenha.

O Ceará produziu 5,9 mil toneladas de carvão vegetal e a RMF apenas 74, em 2013, indicando a baixa relevância da região como produtora desta fonte energética. A produção estadual caiu 4,2% em relação ao ano anterior e apresenta uma redução sistemática de em média 2,8% ao ano desde 2005. A queda na produção de carvão vegetal de 2012 para 2013 na RMF foi bastante expressiva, 46,0%.

Tabela 7.5. - Produção de carvão vegetal na RMF. Série histórica entre 2005 e 2013, em tonelada.

Município	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
CEARA	7.617	7.502	7.353	7.198	6.983	6.672	6.668	6.144	5.888
RMF	321	327	334	330	336	331	345	137	74
Aquiraz	6	6	6	5	5	5	6	0	0
Cascavel	100	106	111	116	118	115	117	0	0
Caucaia	7	7	7	4	4	4	4	4	2
Chorozinho	62	62	64	65	66	67	72	73	23
Eusébio	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Fortaleza	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Horizonte	22	22	21	21	21	21	21	0	15
Itaitinga	7	7	7	7	7	7	7	0	0
Maranguape	30	30	32	25	26	24	22	21	0
Pacajus	53	53	53	50	50	50	50	0	0
Pacatuba	4	4	4	3	3	3	3	3	0
Paracuru	2	2	2	2	2	2	2	3	1
Paraipaba	1	1	1	1	1	1	1	1	1
S G Amarante	17	17	17	17	17	17	17	17	17
S Luís do Curu	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Trairi	7	7	7	12	14	13	21	13	13
Demais municípios	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: IBGE

O Ceará produziu 7,4 mil metros cúbicos de lenha e a RMF 1,4 mil, em 2013. A produção estadual caiu 7,0% em relação ao ano anterior, enquanto que a produção na RMF teve um expressivo aumento de 49,6% no mesmo período. Isso se deve a especialmente o aumento da produção no município de Caucaia.

Tabela 7.6. - Produção de lenha na RMF. Série histórica de 2005 a 2013, em m3.

Município	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
CEARA	7.921	7.821	7.761	8.526	9.899	9.612	8.877	8.006	7.449

RMF	1.294	1.282	1.236	1.091	1.097	1.072	1.078	949	1.420
Aquiraz	2,5	2,4	2,3	2,1	2,2	2,2	2,3	15,0	15,0
Cascavel	71,1	75,6	79,9	84,3	88,1	90,0	92,5	0,0	0,0
Caucaia	4,2	4,1	3,8	2,7	2,7	2,5	2,4	2,3	854,0
Chorozinho	85,0	85,1	86,1	87,1	89,3	90,8	110,4	113,4	25,9
Eusébio	105,0	103,0	101,0	95,0	110,0	108,0	110,0	125,0	100,0
Fortaleza	203,0	197,0	180,0	168,0	160,0	152,0	133,0	120,0	115,0
Guaiúba	10,2	10,2	9,3	6,3	6,3	6,0	5,6	5,1	1,0
Horizonte	7,6	7,5	7,3	7,2	7,4	7,4	7,6	25,0	7,0
Itaitinga	95,0	93,0	90,0	80,0	85,0	87,0	92,0	5,0	10,0
Maracanaú	140,0	128,0	117,0	109,0	100,0	96,0	88,0	79,0	76,0
Maranguape	7,3	7,3	7,1	4,9	4,9	4,5	4,3	3,9	0,0
Pacajus	37,6	37,4	37,0	34,5	35,0	36,2	36,9	80,0	100,0
Pacatuba	441,0	446,0	430,0	320,0	310,0	291,0	276,0	255,0	7,5
Paracuru	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,2	9,2	10,1	5,0
Paraipaba	3,6	3,6	3,7	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	4,6
Pindoretama	4,2	4,2	4,2	4,1	4,1	4,2	4,2	48,0	40,0
S G do Amarante	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1	30,2	30,2	28,7
São Luís do Curu	4,2	4,2	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	5,0
Trairi	33,6	34,3	34,5	38,6	44,8	47,0	65,9	24,0	25,2

Fonte: IBGE

Quanto ao bagaço de cana, o Brasil moeu na safra 2011-2012, segundo dados do Anuário Estatístico de Agroenergia, publicado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 560,5 milhões de toneladas de cana-de-açúcar. Considerando uma produção média de 27% de bagaço por massa de cana moída, a produção nacional de bagaço foi de 151,3 milhões neste mesmo período.

O Ceará moeu apenas 0,02% da cana nacional, ou seja, 120 mil toneladas de cana de açúcar, produzindo cerca de 32,4 mil toneladas de bagaço. Este bagaço é consumido como fonte energética nas próprias usinas de moagem de cana em sistemas de cogeração de vapor e eletricidade. O excedente de bagaço do Ceará é historicamente vendido para a alimentação de gado ou para cobertura de solos como fonte de nutrientes.

8. Carvão Mineral

O carvão mineral é uma rocha sedimentar de coloração negra, que ocorre em estratos chamados camadas de carvão, e tem características combustíveis. O carvão mineral foi formado pelos restos soterrados de plantas tropicais e subtropicais, especialmente durante período Carbonífero. A elevação do nível das águas do mar ou o rebaixamento da terra provocaram o afundamento dessas camadas sob sedimentos marinhos, cujo peso transformou-a, sob elevadas temperaturas, em carvão. As alterações climáticas registradas no mundo explicam porque o carvão ocorre em todos os continentes, mesmo na Antártida. Acredita-se que o carvão mineral é o combustível fóssil mais abundante no planeta.

O carvão tem aplicações como combustível na geração de calor e eletricidade (carvão vapor); ou como insumo químico na indústria metalúrgica/siderúrgica na fabricação de ligas metálicas (carvão

metalúrgico). A Tabela 8.1., abaixo, apresenta a evolução da produção brasileira de carvão mineral, de 2004 a 2013.

Tabela 8.1. - Produção de carvão mineral no Brasil, em mil tep

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Carvão Vapor	2.016	2.348	2.200	2.257	2.552	1.913	2.104	2.134	2.517	3.298
Carvão Metalúrgico	137	135	87	92	101	167	0	0	0	0

Fonte: EPE, Balanço Energético Nacional 2014, Ano base 2013.

No Brasil, os únicos estados produtores são Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Em termos energéticos, essa produção representa cerca de 1% da produção de energia do país.

Por conta de sua baixa reserva natural e a sua concentração de ocorrência centralizada no Sul do país, o Brasil é um forte dependente do carvão mineral importado. A produção nacional representou nos últimos anos cerca de 30% da demanda interna de carvão vapor. Por outro lado, 100% do carvão metalúrgico tem sido importado desde 2010.

No Ceará, os principais consumidores de carvão são as centrais geradoras termelétricas Porto do Pecém I e II, com potências instaladas de 720 MW e 365 MW respectivamente, que usam esta fonte como combustível para gerar eletricidade. Este combustível é importado da Colômbia, aproveitando o corredor logístico de suprimento que está se desenvolvendo para abastecer a Companhia Siderúrgica do Nordeste, em fase de construção no mesmo porto do Pecém.

Considerando um fator de capacidade de 90%, o poder calorífico do carvão de 6.000 kcal/kg e uma eficiência energética global de 30% para a geração de eletricidade é possível estimar o consumo aproximado de carvão nas térmicas Porto do Pecém I e II desde quando iniciaram sua operação em dezembro de 2012 e outubro de 2013, respectivamente. (Tabela 8.2.)

Tabela 8.2. - Consumo estimado de Carvão mineral para fins energéticos na RMF.

	2012		2013	
	Pecém I	Pecém II	Pecém I	Pecém II
Geração (MWh)	52.819	0	2.327.098	562.321
Consumo Carvão 6000 (ton)	25.272	0	1.113.444	269.053
Consumo Total no ano (ton)	25.272		1.382.497	

Fonte: Elaboração Própria a partir dos dados de consumo coletados na CCEE.

Estima-se, com isso, que foram consumidos aproximadamente 1,4 milhões de toneladas de carvão vapor na RMF em 2012, um salto de 5.400% em relação a consumo de 2012. Neste valor, não se incluem os consumos de carvão metalúrgico. Este enorme crescimento se deve ao início de operação das termelétricas do porto do Pecém.

O consumo de carvão vapor da RMF representou em 2013 cerca de 7% do consumo nacional. Sendo assim, o consumo de carvão vapor na RMF representa a fonte energética de maior participação da região frente ao consumo nacional.

9. Consolidação da Cadeia Energética da RMF

Este capítulo visa integrar todas as formas de energia, consolidando da Região Metropolitana da Fortaleza como produtora e geradora de fontes de energia.

O método de consolidação consiste em tratar todas as fontes de energia como energeticamente equivalentes a um petróleo médio, na forma de tonelada equivalente de petróleo (tep). A Tabela 9.1., abaixo, mostra os fatores de conversão reconhecidos pelo setor para equivalências das fontes de energia aqui estudadas com o petróleo:

Tabela 9.1. - Fatores de Conversão para tep médio

Fonte Energética	Unidade	Fator (tep/unidade)
Bagaço de Cana	Ton	0,213
Biodiesel	m3	0,792
Carvão Vegetal	Ton	0,646
Carvão Mineral 6000	Ton	0,570
Energia Elétrica	MWh	0,086
Etanol Anidro	m3	0,534
Etanol Hidratado	m3	0,510
Gás Natural	mil m3	0,880
Gasolina A	m3	0,770
Gasolina de Aviação	m3	0,763
GLP	m3	0,611
Lenha	Ton	0,310
Óleo Combustível	m3	0,950
Óleo diesel	m3	0,848
Petróleo	m3	0,890
Querosene de Aviação	m3	0,822

Fonte: EPE - Balanço Energético Nacional 2014, Ano base 2013.

Ainda para auxiliar os cálculos de consolidação, segue abaixo Tabela com densidades das fontes de energia em estudo.

Tabela 9.2. - Densidades, kg/m3.

Fonte Energética	Densidade, kg/m3
Asfalto	1025
Bagaço de Cana	130
Biodiesel	880
Carvão Vegetal	250
Etanol Anidro	791
Etanol Hidratado	809
Gás Natural	0,740
Gasolina A	742
Gasolina de Aviação	726
GLP	552
Lenha	390
Lubrificante	875
Óleo Combustível	1.000
Óleo diesel	840
Petróleo	884
Querosene de Aviação	799

Consolidação dos preços das fontes energéticas por tep

A partir dos dados de preços ao consumidor final apresentados neste relatório, as densidades e os fatores de conversão energética por fonte, foi calculado o preço por tonelada equivalente de petróleo para cada fonte energética, conforme apresentado na tabela abaixo:

Tabela 9.3. – Preço médio da tonelada equivalente de petróleo ao consumidor final da RMF, 2015.

Fonte	R\$/tep
Energia Elétrica	5.686,05
Etanol Hidratado	4.972,27
Gasolina C	4.265,07
GLP	3.197,34
Óleo Diesel	3.120,37
Querosene de Aviação	2.592,54
Gás Natural	2.271,85
Óleo Combustível	1.642,58

Fonte: Elaborado pelo autor

Observa-se com isso que a fonte energética mais cara é a energia elétrica, seguida pelo etanol hidratado e a gasolina tipo C. E as mais baratas o querosene de aviação, gás natural veicular e óleo combustível. Os números são coerentes com as características termodinâmicas de cada fonte energética, sua relação oferta e demanda na RMF e os aspectos ambientais associados. Em outras palavras, aquelas fontes que desempenham elevados rendimentos energéticos em seu consumo final permitem preços energéticos mais altos. Por outro lado, aquelas fontes que oferecem riscos ambientais e seus custos de mitigação maiores necessitam ter preços energéticos menores. E ainda, as fontes de melhor relação oferta/demanda tendem a ter preços energéticos menores.

A fonte energética que destoava desta lógica é o gás natural, que é uma das opções energéticas mais baratas, cujo uso desempenha um bom rendimento energético comparativo, menor impacto ambiental, e apesar da relação oferta/demanda muito desfavorável. Talvez isso explique a razão da corrida pelo uso do gás natural nos últimos anos.

Consolidação energética das produções e consumos na RMF

Para efeito de consolidação das produções e consumos energéticos na RMF, algumas considerações e premissas merecem ser ressaltadas:

- Para os dados de consumo de petróleo, na refinaria Lubnor, única unidade de processamento de petróleo localizada na RMF, foi estimado o volume de petróleo processado para a geração dos derivados energéticos e não energéticos produzidos por essa refinaria. Para isso realizou-se um balanço de massa e atribuiu-se um fator de perda de 9%, que é o mesmo calculado no Balanço Energético Nacional para uma média nacional.
- Os demais valores de produção e consumo foram extraídos das tabelas supracitadas neste estudo.

- Considerando que os derivados energéticos de petróleo são produtos de baixo valor agregado, em que sua cadeia produtiva não permite transporte de grandes distâncias, considerando ainda que as variações de estoques entre o começo e o fim do ano são pouco relevantes frente aos volumes movimentados destes derivados, é bastante razoável atribuir que o volume de vendas dos derivados na RMF tem valores praticamente iguais ao seu consumo em igual período.
- Pelas mesmas considerações acima, atribuiu-se nesta consolidação que a produção anual de lenha é igual ao seu consumo anual, a cada ano. Idem carvão vegetal.
- Pelas razões já explicadas anteriormente, entende-se que bagaço de cana não tem relevância na matriz energética da RMF.
- O consumo de carvão mineral foi estimado conforme explicação em seu capítulo correspondente deste relatório.
- Os únicos anos sobre os quais foi possível consolidar todos os dados energéticos foram 2011 e 2012. Para os demais, algum dado ainda não foi possível de ser coletado até o fechamento deste relatório.

Tabela 9.3. - Consolidação das produções e consumos de fontes primárias de energia na RMF em 2011 e 2012, em tep.

FONTES PRIMÁRIAS	2011			2012		
	Produção (P), tep	Consumo (C), tep ⁷	P-C , tep	Produção (P), tep	Consumo (C), tep	P-C , tep
Petróleo	290.237	182.809	107.428	271.558	220.670	50.887
Gás Natural	27.016	434.280	-407.264	23.936	579.832	-555.896
Carvão Mineral	0	0	0	0	14.405	-14.405
Lenha	1.073	1.073	0	968	968	0
TOTAL	318.326	618.162	-299.836	296.462	815.875	-519.414

Fonte: Elaboração própria.

Observa-se pelos números que a RMF produziu um volume de petróleo maior que sua demanda de processamento. Observa-se ainda que, sob o ponto de vista energético, a RMF possui uma dependência externa de cerca de 520 mil tep entre o que ela produz e consome de fontes primárias de energia, 2012. Isso representa cerca de 64% de sua demanda por fontes primárias de energia. Esta dependência externa em 2012 é 73% maior que no ano anterior. Com a entrada em operação nos anos posteriores das térmicas Porto do Pecém I e II, movidas a carvão importado, está dependência a fontes externas tem crescido de forma importante.

Tabela 9.4. - Consolidação das produções e consumos de fontes secundárias de energia na RMF em 2011 e 2012, em tep.

2011	2012
------	------

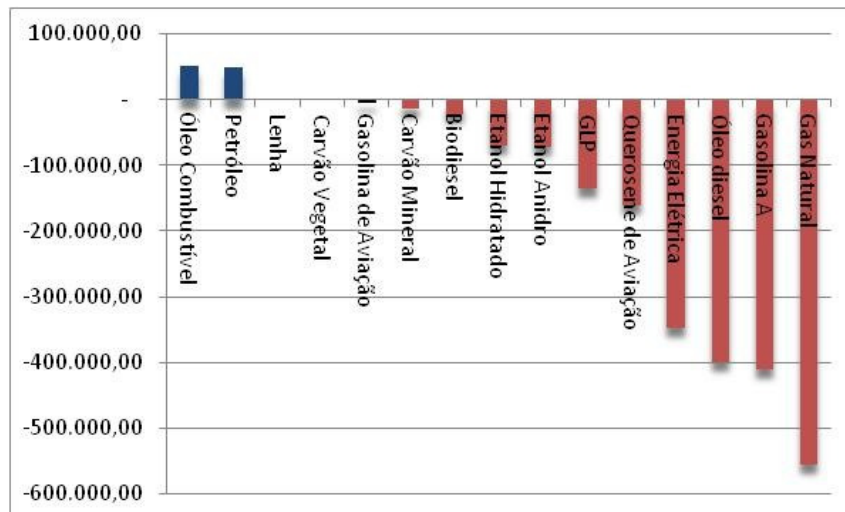
⁷ Porção estimada do consumo de petróleo cru da refinaria LUBNOR para a produção de derivados energéticos e não energéticos.

FONTES SECUNDÁRIAS	Produção (P), tep	Consumo (C), tep	P-C , tep	Produção (P), tep	Consumo (C), tep	P-C , tep
Gasolina A	0,00	333.589	-333.589	0,00	410.941	-410.941
Etanol Anidro	0,00	72.018	-72.018	0,00	71.248	-71.248
Etanol Hidratado	0,00	89.232	-89.232	0,00	69.594	-69.594
Óleo diesel	25.572	407.010	-381.438	52.760	452.354	-399.594
Biodiesel	0,00	20.007	-20.007	0,00	22.236	-22.236
GLP	1.842	135.171	-133.329	2.303	137.029	-134.726
Querosene de Aviação	0,00	156.778	-156.778	0,00	161.350	-161.350
Gasolina de Aviação	0,00	735	-735	0,00	531	-531
Óleo Combustível	66.795	2.971	63.825	76.918	24.148	52.770
Carvão Vegetal	223	223	0,00	89	89	0,00
Energia Elétrica	105.470	482.890	-377.420	166.840	514.882	-348.042
TOTAL	199.902	1.700.622	-1.500.720	298.910	1.864.401	-1.565.492

Fonte: Elaboração própria.

Quanto às fontes secundárias de energia, a RMF produziu em 2012 quase 300 mil toneladas equivalentes de petróleo e consumiu 1,86 milhões, um déficit de 1,57 milhões de tep, ou 84% de sua demanda. Observa-se que o único derivado que a RMF é superavitário é o óleo combustível, mas esse excedente foi sensivelmente reduzido nos anos posteriores com o despacho de usinas termelétricas da Região movidas a este derivado. O Gráfico 9.1. relaciona as fontes de energia e seus superávit ou déficit (produção - consumo) no ano de 2012.

Gráfico 9.1. - Superávit/Déficit energético por fonte na RMF em 2012, em tep.



Fonte: elaboração própria.

Observa-se que a RMF tem uma produção de petróleo e óleo combustível um pouco maior que seu consumo. O grande déficit, sob o ponto de vista energético, ocorre no gás natural, seguidos por gasolina e óleo diesel na mesma ordem de grandeza, eletricidade. A partir de 2013, com a entrada em operação das termelétricas a carvão do Porto do Pecém, o déficit de carvão mineral chegou ao mesmo patamar do de gás natural.

Por fim, a Tabela 9.5. compara a produção de fontes primárias de energia com o consumo final de fontes energéticas, com o intuito de avaliar a dependência energética global da RMF de fontes energéticas compradas de outras regiões. Consumo final exclui o consumo para fins não-

energéticos e o consumo para geração de eletricidade. Com isso, para o gás natural, óleo combustível e óleo diesel (e biodiesel correspondente), foram estimados e debitados o consumo destes combustíveis para a geração de eletricidade nas centrais termelétricas localizadas na RMF. Para isso, considerou-se rendimento energético na geração de eletricidade por esses combustíveis de 55%, 30% e 30% respectivamente. Para o gás natural, foi excluído ainda o seu consumo para fins não-energéticos na LUBNOR. Para o petróleo cru e carvão vapor, considerou-se que seus consumos finais são zero, vez que seus consumos foram para o refino e para a geração de eletricidade, respectivamente. Para as demais fontes energéticas, o consumo total é igual ao consumo final. Por tratar-se de uma energia originárias de uma fonte endógena a RMF, incluiu-se a geração de energia eólica junto com a produção de fontes primárias de energia.

Tabela 9.5 – Produção de fontes primárias, consumo final de energia e dependência energética externa.

	2011	2012
Produção de Fontes Primárias		
Petróleo (tep)	290.237,01	271.557,69
Gás Natural (tep)	27.016,00	23.936,00
Lenha (tep)	1.073,25	967,93
Biomassa (tep)	222,87	88,50
Energia Eólica (tep)	15.288,05	15.617,43
Total de fontes primárias (tep)	333.837,18	312.167,55
Consumo Final de Energia		
Gasolina A (tep)	333.588,64	410.940,99
Etanol Anidro (tep)	72.017,91	71.247,88
Etanol Hidratado (tep)	89.232,46	69.594,09
Óleo diesel (tep)	428.430,27	460.251,33
Biodiesel (tep)	20.006,95	22.235,88
GLP (tep)	135.170,47	137.029,15
Querosene de Aviação (tep)	156.777,84	161.350,46
Gasolina de Aviação (tep)	734,62	530,97
Óleo Combustível (tep)	2.930,02	0,00
Carvão Vegetal (tep)	222,87	88,50
Energia Elétrica (tep)	482.890,00	514.882,00
Gás Natural (tep)	186.277,09	168.520,73
Lenha (tep)	1.073,25	967,93
Petróleo (tep)	0,00	0,00
Carvão Vapor (tep)	0,00	0,00
Total de Consumo Final (tep)	1.909.352,39	2.017.639,90
Dependência Energética Externa	82,5%	84,5%
Participação de Fontes Renováveis no Consumo Final⁸	28,5%	27,3%

Fonte: Elaboração Própria

Esta análise posiciona a RMF como uma forte dependente por fontes energéticas provenientes de outras regiões.

⁸ Para o cálculo da participação de fontes renováveis no consumo final de energia da RMF, considerou-se a média nacional de 75% da energia elétrica consumida sendo proveniente de fontes renováveis.

A participação de fontes energéticas renováveis no consumo final da RMF foi de 28,5% e 27,3% em 2011 e 2012, respectivamente, enquanto que a média nacional de participação de fontes renováveis na matriz energética é de 40%.

10. Emissões Gasosas

É consenso atualmente que a concentração de gases causadores do efeito estufa aumentou artificialmente nos últimos 100 anos e que este fato é responsável pelo aumento gradativo da temperatura média do planeta, bem como a ocorrência mais frequente de mudanças climáticas extremas.

O setor energético tem, sem dúvida, importante contribuição nas emissões gasosas causadoras deste fenômeno por meio da queima de combustíveis para a geração de energia, e conseqüente emissão dos gases de combustão. Este capítulo objetiva, com isso, estimar as emissões gasosas geradas pelo consumo energético na RMF.

O IPCC, sigla em inglês do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, é uma organização multidisciplinar, com atuações técnico-científicas e políticas, criada em 1988 no âmbito das Nações Unidas. Sua publicação “*Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*” tem sido uma das mais reconhecidas referências sobre inventário de emissões gasosas causadores do efeito estufa.

São vários os gases causadores do efeito estufa. O dióxido de carbono (CO₂) é o mais conhecido e é a referência em sua quantificação. Todos os demais gases causadores do efeito estufa são quantificados como emissões de CO₂ equivalente, a partir de um fator de equivalência quanto à sua intensidade no efeito a este fenômeno (função do tempo médio de vida na atmosfera, forçamento radiativo...) e em comparação com o CO₂. Por exemplo, o gás metano (CH₄) é causador do efeito estufa numa intensidade 21 vezes maior que o CO₂. Isso significa que 1 ton de CH₄ é igual a 21 ton de CO₂ equivalente (CO₂e).

Na combustão, um combustível, rico em carbono e/ou hidrogênio, é atacado por oxigênio e transformado em CO₂ e água. Esta reação é fortemente exotérmica, liberando uma grande quantidade de energia, que é aproveitada para diversos fins. Porém, o combustível não é composto somente por carbono e hidrogênio. Contém diversos contaminantes em especial nitrogênio, enxofre, que também participam da reação de combustão. Além disso, essa reação nunca é totalmente completada, mesmo com os avanços nos motores, turbinas e queimadores e na qualidade dos combustíveis. Na queima, além de CO₂, muitos outros gases são produzidos (monóxido de carbono, óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos não queimados...), todos eles causadores do efeito estufa. A Tabela 10.1. apresenta as emissões médias de CO₂e por fonte energética.

Tabela 10.1. – Fator de emissão médio por fonte energética

Fonte	tC/TJ	tCO ₂ e/tep
Gás natural	15,3	2,54
GLP	17,1	2,83
Gasolina	18,9	3,13
Etanol anidro	14,8	2,45
Etanol hidratado	14,8	2,45
Querosene	19,6	3,24
Óleo diesel	20,2	3,35
Óleo combustível	21,1	3,50

Carvão	Mineral	25,8	4,28
--------	---------	------	------

Fonte: IPCC, Elaboração do autor.

Quanto às emissões no setor elétrico, o fator de emissão é muito mais volátil, dependendo da matriz elétrica da região e do período em estudo. Foi visto anteriormente que a matriz elétrica nacional é bastante diversificada em suas fontes energéticas, apesar de ainda fortemente concentrada na energia hidráulica. Discutiu-se ainda o gradativo avanço das fontes alternativas de energia, em especial a eólica, mas um forte crescimento da geração térmica nos últimos anos, com o intuito de preservar os níveis das bacias hidrográficas em momentos de seca. Esse comportamento tem, conseqüentemente, alterado de forma considerável as emissões gasosas causadas pelo parque de geração de eletricidade no Brasil. A Tabela 10.2. apresenta a evolução da geração e das emissões gasosas de 2009 a 2013, segundo o Anuário Estatístico da Energia Elétrica, ANEEL, e calcula as emissões em tonelada de carbono por GWh de energia gerada, ano a ano.

Tabela 10.2. - Geração de Energia Elétrica e as Emissões Gasosas no Brasil.

	2009	2010	2011	2012	2013
Geração (GWh)	462.976	515.799	531.758	552.498	570.025
Emissões SIN (MtCO₂e)	9,96	20,8	14,89	28,95	52,83
Emissões Sist. Isolado (MtCO₂e)	8,02	7,86	7,10	7,58	7,52
Emissões (tC/GWh)	10,59	15,15	11,28	18,03	28,87
Emissões (tC/TJ)	2,94	4,21	3,13	5,01	8,02
Emissões (tCO₂/tep)	0,49	0,70	0,52	0,83	1,33

Fonte: ANEEL - Anuário Estatístico da Energia Elétrica 2014, Ano-base 2013.

Observe que, ano a ano, as emissões de gases do efeito estufa da geração de eletricidade variam significativamente. O crescimento dessas emissões por quantidade de energia gerada é resultado do despacho das termelétricas em detrimento da geração hidrelétrica (não-emissora de gases causadores do efeito estufa).

A Tabela 10.3. consolida as informações acima e calcula a quantidade equivalente de CO₂ que foram emitidos pelo consumo final de fontes energéticas na RMF. Entende-se aqui como consumo final o consumo total de fontes energéticas excluindo o montante para fins não-energéticos e para geração de eletricidade. Assim, a RMF consumiu 1,9 milhão e 2 milhões de tep nos anos 2011 e 2012, provenientes das diversas fontes primárias e secundárias de energia, conforme já representado na Tabela 8.5. acima. Traduzindo em termos de emissões de gases causadores de efeito estufa, a Região Metropolitana de Fortaleza gerou 4,1 e 4,6 milhões de toneladas dióxido de carbono equivalente, em 2011 e 2012, respectivamente, provenientes de fontes de energia fósseis. Um crescimento de 11,9% entre esses dois anos. Não foi possível aplicar esse cálculo a uma série histórica mais longa pelos motivos já mencionados no capítulo de Consolidação Energética.

Neste mesmo período, foram emitidos 461,9 mil tonCO₂e em 2011 e 417,4 mil tonCO₂e em 2012 provenientes de fontes renováveis.

Vale ressaltar que este inventário de emissões está delimitado tão somente ao consumo final destas fontes energéticas, não incluindo as emissões de toda a cadeia produtiva, bem como as emissões gasosas provenientes das atividades fora do setor energético (desmatamentos, biodegradação de resíduos, atividades agropecuárias, etc.).

Tabela 10.3. – Emissões gasosas geradas pelo consumo final de energia da RMF.

Fontes Energéticas	Fator de emissões (tCO2e/tep)		Consumo Final (tep)		Emissões Gasosas (tCO2e)	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
Fósseis						
Energia Elétrica	0,52	0,83	482.890	514.882	250.724	427.428
Gás Natural		2,54	186.277	168.521	472.347	427.321
GLP		2,83	135.170	137.029	383.079	388.346
Gasolina A		3,13	333.589	410.941	1.044.920	1.287.215
Gasolina de Aviação		3,13	735	531	2.301	1.663
Querosene de Aviação		3,24	156.778	161.350	507.974	522.789
Óleo diesel		3,35	428.430	460.251	1.434.305	1.540.836
Óleo Combustível		3,50	2.930	0	10.246	0
Total – Fósseis					4.105.894	4.595.598
Renováveis						
Etanol Anidro		2,45	72.018	71.248	176.769	174.879
Etanol Hidratado		2,45	89.232	69.594	219.022	170.819
Biodiesel		3,01	20.007	22.236	60.282	66.997
Lenha		4,48	1.073	968	4.806	4.335
Carvão Vegetal		4,48	223	89	998	396
Total – Renováveis					461.877	417.427

Fonte: Elaboração própria.

11. Eficiência Energética

Conforme já discutido acima, o mundo vive atualmente o desafio de seguir com seu processo de desenvolvimento socioeconômico com recursos cada vez mais escassos. Uma população crescente e consumindo mais tem cada vez menos oferta relativa de recursos para garantir suas demandas essenciais e sua qualidade de vida, exigindo cada vez mais do planeta para extrair suas necessidades e para dispor os resíduos de seu consumo. Neste cenário, os objetivos de qualquer planejamento energético passam estrategicamente pela busca da segurança energética e pela preocupação com a preservação do meio ambiente. Duas linhas estratégicas de planejamento energético ganharam força neste âmbito: o desenvolvimento de energias alternativas e as ações de conservação de energia. Este capítulo tratará especialmente desta última.

A crise do petróleo de 1973, quando ficou claro que o uso de suas reservas teria custos econômicos e ambientais cada vez maiores, colocou o uso eficiente da energia na pauta de todas as discussões estratégicas do setor energético. Como consequência desta preocupação, logo se reconheceu que um mesmo serviço poderia ser obtido com menor gasto de energia e, com isso, com menor custo e menor impacto ambiental, tendo sido experimentado que, de fato, muitas iniciativas de eficiência energética eram também um bom negócio.

Assim, virou consenso entre os especialistas e pensadores do setor energético que a redução de demanda relativa por energia por meio da eficiência energética é uma diretriz factível e de efeito imediato no desenvolvimento de um setor energético seguro e sustentável, isto é, um setor energético que busque atender as demandas crescente por energia, reduzir a dependência por energia proveniente de outras regiões e que mitigue as emissões dos gases que contribuem com a poluição local, efeito estufa e mudanças climáticas globais.

Segundo relatórios da EPE, a Intensidade Energética Global (IEG) diminuiu ao longo das últimas décadas (1,2% a.a. entre 1980 e 2000 e 0,5% a.a. entre 2000 e 2010). Cada vez se necessita menos energia por valor adicionado ao PIB mundial especialmente em função da efficientização dos processos produtivos e de transporte e do desenvolvimento de energias “limpas”. Os Estados Unidos foram o país que mais reduziu sua IE. Japão e a União Europeia são as regiões que apresentam menor intensidade energética, impulsionados pelo desenvolvimento tecnológico, o custo crescente da energia e pela maior conscientização das pessoas e das empresas. Em geral todas as regiões do mundo desempenharam uma intensidade energética gradativamente menor ao longo dos anos. A exceção vale para a média da IE dos países da América Latina, que permaneceu em um patamar estacionado entre 1980 e 2010 e o Oriente Médio, que mais que dobrou sua intensidade energética nestes 30 anos, devido a principalmente a alta oferta de petróleo barato, inibindo o incentivo a políticas de consumo responsável.

No Brasil, diversas ações e políticas vêm sendo implementadas há mais de 20 anos. As mais relevantes e abrangentes podem ser ressaltadas: Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE, INMETRO), o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL, ELETROBRÁS), o Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET, PETROBRÁS), o Programa de apoio a Projetos de Eficiência Energética (PROESCO, BNDES), CGIEE - Comitê Gestor de Indicadores de Eficiência Energética (cuja atribuição é implementar o disposto na Lei de Eficiência Energética nº 10.295/2.001, regulamentando os níveis máximos de consumo de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País, bem como das edificações construídas), CTNerg - Fundo Setorial de Energia Elétrica, PEE – Programa de Eficiência Energética, PNLT – Plano Nacional de Logística em Transportes, PNMC – Plano Nacional de Mudanças Climáticas, PROCONVE - Programa de controle de poluição do ar por veículos automotores, RELUZ - Programa Nacional de Iluminação Pública e Sinalização Semafórica Eficientes, entre outros. A EPE projeta no Plano Nacional de Energia 2050 (PNE 2050) que a importância das ações de eficiência energética no longo prazo deverá ser de aproximadamente 20%, ou cerca de 138 milhões de tep em 2050.

O processo de efficientização energética ocorre naturalmente pelo próprio processo de sobrevivência das empresas em um mercado cada vez mais competitivo e dos hábitos conscientes de uma população com acesso crescente à educação e informação. Porém, a história recente ensina que o processo natural e orgânico de ganhos de eficiência não basta. As metas de eficiência energética não se realizam somente de maneira espontânea. Ações adicionais se fazem necessárias. Governos tem tido papel fundamental no fomento as essas ações incentivadas. Segue abaixo uma reunião das principais medidas incentivadas por políticas públicas nacionais:

- Substituição da estrutura modal de transporte de carga e massa por aqueles menos intensivos em energia;
- Renovação de frotas por tecnologias mais modernas e eficientes;
- Conscientização e treinamento da população;
- Etiquetagem de equipamentos, classificando-os por ordem de eficiência energética;
- Incentivos tributários à prática de atividades mais eficientes;
- Linhas de financiamento com melhores condições para empreendimentos com processos produtivos energeticamente mais eficientes;
- Ampliação e incentivo à rede de transporte público;
- Promoção e incentivo à aquisição de veículos elétricos e ao desenvolvimento da infraestrutura requerida;
- Determinação de limites de emissão relativa de CO₂ para veículos e indústrias;
- Regulamentação para obrigação de uso de instrumentos e sensores de medição de consumo energético e emissões em veículos e indústrias;
- Incentivo à produção e uso de biocombustíveis;
- Promoção à reciclagem de resíduos urbanos;

- Requisitos obrigatórios ou diretrizes voluntárias para desempenho energético de edificações;
- Incentivo à implantação de programas de gerenciamento de energia na indústria e nos serviços.

A despeito dos ganhos significativos de conservação de energia das últimas décadas, persistem os sintomas claros de um sistema energético mundial insustentável. 1,3 bilhão de pessoas permanecem sem acesso a energia, as emissões de gases causadores de efeito estufa continuam atingindo níveis recordes, as indústrias de energias renováveis sobrevivem sob forte pressão e os subsídios aos combustíveis fósseis aumentaram em quase 30%, chegando ao valor mundial de 523 bilhões de dólares (EPE). Apesar de os investimentos em diversas tecnologias e práticas energeticamente eficientes fazerem um grande sentido econômico, os níveis de seu desenvolvimento são muitas vezes muito inferiores aos esperados.

A Tabela 11.1. compara alguns indicadores de eficiência energética do Brasil com outros países da América do Sul e os países desenvolvidos, em 2011. Por esta perspectiva, o Brasil se posiciona como um país pouco demandante de energia por habitante e por valor adicionado ao PIB.

Tabela 11.1 – Indicadores de eficiência energética, 2011

Região	População (10 ⁶ hab)	PIB (10 ⁹ US\$)	Consumo de Energia			(tep/10 ³ US\$)	kWh/hab	tep/hab
			Consumo Final (10 ⁶ tep)	Eletricidade (TWh)				
OECD	1.241	37.906	5.305	10.205	0.140	8.223	4,27	
Argentina	41	632	80	121	0.127	2.951	1,95	
Chile	17	264	34	62	0.129	3.647	2,00	
Brasil	197	2.477	272	433	0.110	2.199	1,38	

Fonte: EPE

A Tabela 11.2 calcula indicadores de eficiência energética da Brasil e da RMF, em 2011 e 2012

Tabela 11.2. – Consumo final de energia por PIB e População

Indicador	Unidade	2011		2012	
		RMF	Brasil	RMF	Brasil
Consumo Específico de Eletricidade	kWh/mil R\$	89,96	102,84	99,00	106,34
	kWh/mil US\$	150,23	171,75	193,10	207,36
	kWh/hab	1.490,8	2.425,0	1.571,9	2.490,0
Consumo Final Específico Energético	Tep/milhão R\$	30,59	61,26	33,36	53,54
	Tep/milhão US\$ ⁹	51,08	102,3	65,06	104,4
	Tep/hab	0,507	1,373	0,530	1,416

Fonte: Indicadores do Brasil foram extraídos do Balanço Energético Nacional 2014, EPE. Indicadores RMF foram calculados pelo autor. Para o PIB, foram considerados os valores corrigidos pelo IPCA a 2012.

Observa-se que a RMF possui um menor consumo específico de eletricidade por valor adicionado ao PIB e por habitante da região, bem como um menor consumo específico energético total por valor adicionado ao PIB, quando em comparação com as médias nacionais. Isso se deve ao reflexo do estágio do desenvolvimento socioeconômico da região aquém do nacional. Ainda, o perfil da

⁹ Para RMF foi utilizado a taxa de câmbio média do ano corrente. Para o indicador ao nível Brasil foi coletado dado do Balanço Energético Nacional 2014, que utiliza a taxa de câmbio média de 2010 constante para os dois anos.

economia da RMF concentrada em serviços, que é pouco demandante por energia por valor adicionado ao PIB. A produção industrial, conseqüentemente o transporte de cargas, ambos fortemente demandantes por energia, tem menor relevância relativa à economia da RMF se comparada com a média nacional. Isso produz uma aparente maior eficiência energética da economia fortalezense em relação à economia nacional.

Observa-se também um aumento no consumo específico entre os anos 2011 e 2012 em todos os indicadores. Apesar do pequeno horizonte da análise (apenas os anos 2011 e 2012, por indisponibilidade de dados da RMF no prazo de elaboração deste estudo), dos estudos publicados pela ANP, MME e EPE se pode observar uma tendência consistente de maior consumo específico ao longo dos anos no Brasil, a despeito da queda na intensidade energética global.

12. Reservas e Potencialidades Energéticas

Reservas de Petróleo e Gás Natural na RMF

Em 2013, o Brasil foi o país com a 13^a maior reserva provada de petróleo. São 15,6 bilhões de barris de petróleo, 1,8% a mais que em 2012, das 30,2 bilhões de barris das reservas totais¹⁰. Quase 80% das reservas totais estão no Estado do Rio de Janeiro (ANP).

Segundo dados do Anuário Estatístico da ANP 2014, no mesmo ano, o Ceará possuía reservas totais de 31,2 milhões de barris em terra e 79,9 milhões de barris de petróleo em mar. Esses números são 14,3% maiores que do ano anterior. As reservas cearenses representam apenas 0,7% das reservas totais nacionais de petróleo.

Das reservas provadas de petróleo no final de 2013, o Ceará possuía 16,1 milhões de barris em terra e 42,0 em mar. O total de reservas provadas desse ano foi 7,6% menor que no final de 2012. Enquanto as reservas totais aumentaram, as reservadas provadas caíram. Ou seja, parte das reservas provadas foram consumidas pela produção de petróleo e as descobertas ocorridas em 2013 ainda não foram provadas economicamente viáveis.

Quanto ao gás natural, em 2013, o Brasil detinha 839,7 bilhões de metros cúbicos de reservas totais, 8,6% a menos que em 2012. No mesmo ano, o Ceará possuía reservas totais de 742 milhões de metros cúbicos, somente em mar, 63,2% a mais que o ano anterior. As reservas cearenses de gás natural representam menos de 0,1% das reservas totais nacionais.

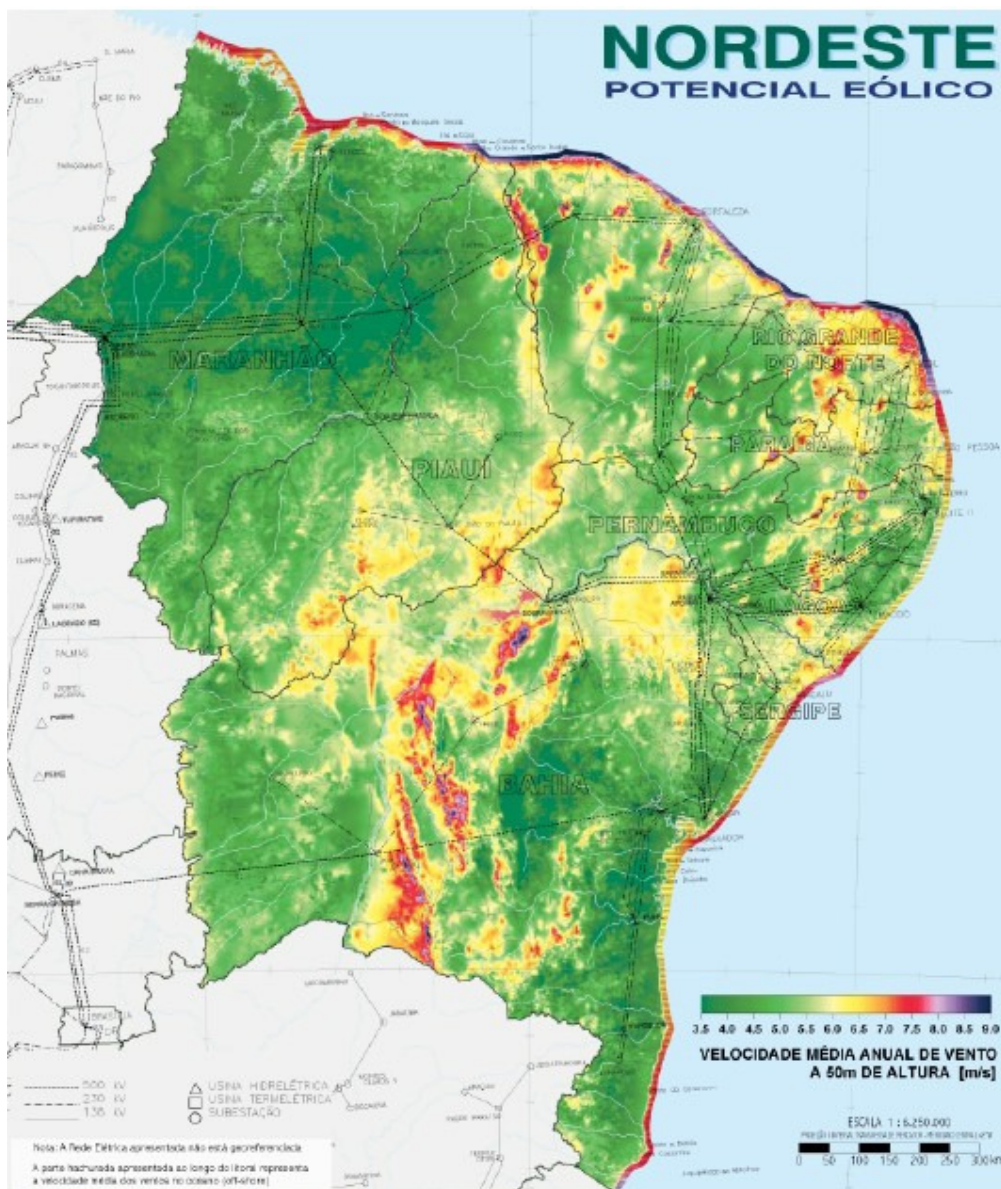
Das reservas provadas de gás natural no final de 2013, o Ceará possuía 458 milhões de metros cúbicos, 18,5% superior que no final de 2012. Apesar do importante crescimento das reservas provadas de gás, seu volume é considerado baixo quando comparado ao consumo anual da RMF de 1,1 bilhão de metros cúbicos.

¹⁰ Segundo a ANP, As reservas provadas são aquelas que, com base na análise de dados geológicos e de engenharia, se estima recuperar comercialmente de reservatórios descobertos com elevado grau de certeza, e cuja estimativa considere as condições econômicas vigentes, os métodos operacionais usualmente viáveis e os regulamentos instituídos pela legislação petrolífera e tributária brasileiras. As reservas totais representam a soma das reservas provadas, prováveis e possíveis.

Potencial de Geração de Energia Eólica no Ceará

Se as reservas de energias fósseis são relativamente baixas, observemos as energias renováveis. Quando se pensa no Ceará e RMF, sabe-se que essa região é farta em vento, irradiação solar e extensão de costa litorânea. Logo se imagina nos óbvios potenciais para a energia solar e eólica.

Fig. 12.1. - Mapa da velocidade do vento no Nordeste.



Fonte: Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, 2001.

No final de 2014, o Brasil tinha 5,5 GW de capacidade instalada e este número atingirá 9,2 GW no final deste ano, 67% a mais. Segundo a EPE, a capacidade instalada dobrará em 4 anos, a *Bloomberg New Energy Finance* afirma que o Brasil é o segundo destino mais propício para investimentos em fontes alternativas de energia (China é o primeiro), e segundo o *Global Wind Energy Council*, o fator de capacidade médio brasileiro é 38%, 10 p.p. a mais que a média mundial.

Com isso, pode-se afirmar que, em meio a tanta tensão política e crise econômica no panorama nacional, a indústria da energia eólica é uma das poucas que sobrevive a passos largos de crescimento e prosperidade.

O Governo do Estado do Ceará, por meio da recém-criada Secretaria Adjunta de Energia, Mineração e Telecomunicações, estima que o potencial de geração de energia eólica com medições a 120 m e 160 m é de 200 GW em terra, o que equivale a mais de 700 TWh/ano (considerando um fator de potência médio de 40%), maior que o consumo elétrico de todo o país em 2014. A Figura 12.1. mostra o mapa de vento da região Nordeste. Observa-se a grande potencialidade do estado do Ceará, em especial nas regiões litorâneas e na chapada da Ibiapaba, fronteira com o estado do Piauí.

O Ceará foi pioneiro e esteve na vanguarda por vários anos na capacidade instalada e geração de energia eólica no Brasil. No entanto, o estado, no final de 2014 com uma capacidade instalada de 1.188 MW, perdeu a dianteira para o Rio Grande do Norte (agora com uma capacidade instalada de 1.724 MW), diferença esta que se distanciará ainda mais devido aos resultados dos últimos leilões de energia da ANEEL. Em julho de 2015, o estado da Bahia, o Piauí e o Rio Grande do Norte possuem 1.400 MW, 685 MW e 500 MW de capacidade instalada em construção, enquanto que o Ceará só possui 275 MW (Cenários de Energia Eólica 2015/2016). Infraestrutura deficitária para a conexão de novas centrais geradoras, atrasos excessivos nas outorgas de licenças ambientais, riscos dos projetos com variação cambial desfavorável e ajustes fiscais do governo federal são barreiras aos investimentos que devem ser superados.

Potencial de Geração de Energia Solar na RMF

Energia solar é a energia oriunda da luz do Sol ou do calor proveniente desta luz. Utilizamos a energia solar de diversas maneiras: na fotossíntese quando cultivamos espécies agrícolas, na iluminação quando orientamos construções a melhor aproveitar a luz do dia, no aquecimento de água em sistemas de convecção natural causada pelo aquecimento solar, em painéis fotovoltaicos para geração de energia elétrica, dentre outros. No âmbito deste capítulo, será focada sua aplicação para geração de energia elétrica através de painéis fotovoltaicos, onde a energia luminosa do Sol é diretamente convertida em energia elétrica.

Em 2011, a Agência Internacional de Energia disse que "o desenvolvimento de tecnologias de fontes de energia solar acessíveis, inesgotáveis e limpas terá enormes benefícios a longo prazo. Ele vai aumentar a segurança energética dos países através do aproveitamento de um recurso endógeno, inesgotável, o que aumentará a sustentabilidade, reduzirá a poluição, reduzirá os custos de mitigação das mudanças climáticas e manterá os preços dos combustíveis fósseis mais baixos. Estas vantagens são globais."

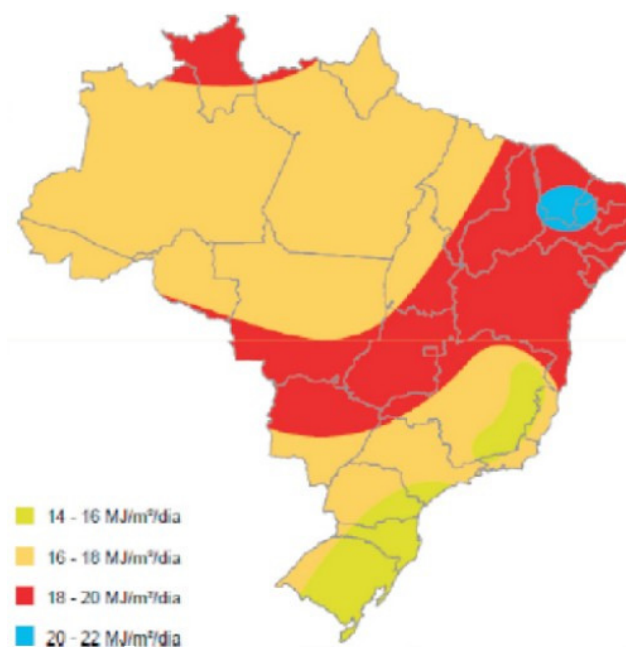
Segundo dados do Relatório de Energia Solar para Atração de Investimentos do Estado do Ceará, elaborado pela ADECE - Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará, o potencial de geração efetiva de energia solar na região norte do estado é de entre 18 a 20 MJ/m²/dia (Vide Figura 12.2.). Convertendo, isso equivale a 2 MW médios efetivos por hectare (10.000 m²). A Tabela 12.1. descreve a memória de cálculo que conclui que uma ocupação hipotética de 0,1% da Região Metropolitana de Fortaleza com centrais geradoras de energia solar fotovoltaica tem um potencial de gerar cerca de 12 mil GWh/ano, quase o dobro do consumo de eletricidade da região em 2013; e que cerca de 380 hectares seriam suficientes para suprir a demanda energética da RMF no mesmo ano.

Tabela 12.1. - Potencial de Geração de Energia Solar na RMF

Descrição	Valor	Unidade
Área Total RMF	6.967	km2
Intensidade média de irradiação solar útil	18	MJ/m2/dia
Potencia útil específica de geração de energia solar	2	MW/ha
Hipótese de ocupação pela capacidade instalada de geração de energia solar	0,1	%
Hipótese de área ocupada com capacidade instalada de geração de energia solar	696,7	Hectares
Potência útil de geração de energia elétrica total	1.393	MW
Energia gerada em 1 ano	12.206	GWh/ano
Energia consumida na RMF em 2013	6.610	GWh/ano
Hipótese de área ocupada para suprir demanda energética em 2013	378	Hectares

Fonte: elaboração própria.

Figura 12.2. - Mapa da irradiação solar no Brasil, em MJ/m2/dia.



Fonte: ADECE - Relatório de Energia Solar para Atração de Investidores do Estado do Ceará, 2010.

Potencial de Geração de Energia Maremotriz na RMF

Marés, ondas e correntes marinhas são recursos renováveis, que vêm sendo propagadas pelo Conselho Mundial de Energia para o desenvolvimento de alternativas energéticas. A energia maremotriz é aquela contida no movimento das massas de água dos oceanos.

Existem algumas opções tecnológicas para este aproveitamento, porém todas em fase de desenvolvimento. Uma delas consiste no uso de flutuadores que oscilam na direção vertical pelo movimento ondulatório da superfície marítima. Este movimento de subida e descida movimenta um eixo acoplado a um excêntrico que, por sua vez, movimenta uma bomba de água que alimenta uma tanque elevado de alta pressão (câmara hiperbárica). Deste tanque elevado, promove-se uma queda d'água, que gera energia elétrica pelo mesmo princípio das hidrelétricas.

Uma outra opção tecnológica consiste na construção de barragens que represam temporariamente água durante o processo de alta e baixa das marés, gerando pequenos desníveis entre a zona à montante e à jusante do fluxo marítimo (acima de 7 metros). A este desnível, se acoplam turbinas que sejam capazes de gerar energia elétrica pelo fluxo de água promovido por esse desnível, nos dois sentidos.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, a utilização deste tipo de energia poderá ser uma opção para um futuro bem próximo, porém devem ser levados em conta, neste tipo de empreendimento, os possíveis impactos ambientais associados à construção das usinas, especialmente dos modelos de represa, além da necessidade de análise econômica da viabilidade do sistema, evidentemente.

Estimativas recentes indicam que a energia contida nas ondas do mar é o equivalente a todo o consumo de eletricidade do planeta (COPPE). Obviamente há restrições quanto ao uso de grandes áreas dos oceanos, devido às rotas de navegação, regiões turísticas e de lazer, assim como pelos decréscimos associados ao rendimento dos conversores. O percentual de 10% de aproveitamento do potencial energético total das ondas é considerado realístico para as próximas décadas, o que representaria acréscimo da ordem de 1.000 GW na matriz energética mundial.

Segundo estudo da COPPE, em termos de distribuição geográfica no Brasil, as correntes mais propícias ao aproveitamento energético estão concentradas no litoral das regiões Norte e Nordeste, em virtude das grandes variações de maré.

O aproveitamento das marés, ondas e correntes marítimas para a geração de eletricidade registra significativos avanços tecnológicos e apresenta vantagens, em termos de acessibilidade, disponibilidade e aceitabilidade. Porém ainda não existem centrais geradoras de energia maremotriz instaladas para fins comerciais no Brasil. A primeira unidade piloto do Brasil e da América Latina foi instalada em um quebra-mar no Porto do Pecém (município de São Gonçalo do Amarante), em parceria entre o Governo do Estado do Ceará e a COPPE, com recursos de pesquisa e desenvolvimento da ANEEL. Esta unidade é composta de dois módulos flutuadores, com potência nominal de 100 kW, e está acoplado a um sistema piloto de dessalinização da água do mar.

Estima-se que a consolidação da tecnologia de aproveitamento da energia das ondas se dê num prazo de 10 a 15 anos.

Potencial de Geração de Energia Elétrica a partir de Resíduos Sólidos na RMF

Como vimos, a Região Metropolitana de Fortaleza está em pleno processo de crescimento populacional e econômico. Essa característica é desejável, especialmente numa região considerada pobre e carente. Porém, como efeito colateral, tem-se cada vez mais gente para consumir e consumindo mais. Esses dois efeitos combinados fazem com que a geração de resíduos também acompanhe um crescimento significativo nos últimos e próximos anos.

A Norma Brasileira NBR 10.004 define resíduos sólidos como aqueles “(...) nos estados sólidos e semissólidos que resultam da atividade da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição (...) cujas particularidades tornam inviável sua aplicação comercial o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d’água, ou exijam, para isso, soluções técnicas e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível”.

A destinação destes resíduos é um desafio de qualquer região metropolitana. Em Fortaleza não é diferente. Certamente este tópico será bastante aprofundado nos estudos setoriais e temáticos,

complementares ao estudo energético, mas os autores deste documento destacam aqui a potencialidade do uso deste passivo como um ativo energético.

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) é uma mistura complexa de materiais, cuja composição depende do perfil de consumo da população que a originou, em termos de hábitos de consumo e desenvolvimento econômico. Mesmo após eventual separação e aproveitamento da porção reciclável do RSU, existe uma significativa fração fonte de carbono em sua composição, conferindo-lhe importante poder calorífico.

Atualmente, uma importante porção do RSU gerado no Ceará é destinada aos chamados lixões, áreas da periferia onde se acumula o lixo e se espera que a natureza cumpra seu papel biodegradando este material. Como o processo de biodegradação é lento, enquanto isso, nesses locais se acumulam vetores de propagação de doenças, contaminação de solo e lençóis freáticos, atividades sub-humanas de coleta seletiva, e emissão de gases causadores de efeito estufa. Alguns lixões possuem sistema de impermeabilização com o objetivo de evitar a contaminação de solo e água subterrânea. Alguns mais, tem sistema de coleta dos gases da biodegradação do lixo para posterior queima e transformação em dióxido de carbono, que é 20 vezes menos causador de efeito estufa que o metano (principal componente desses gases produzidos em lixões). Dessa forma, esses locais de disposição passam a ser denominados aterros controlados ou aterros sanitários, respectivamente. Porém infelizmente, nenhum município cearense destina seus resíduos em aterros sanitários.

Em tese, a atividade de lixões é considerada ilegal desde 2014, tendo o município que o praticar o risco de responder por crime ambiental e perder seus repasses federais. Esta Lei Federal (12.305/10) obriga, dentre outras coisas, que o RSU, e somente aquele sem qualquer utilidade, onde se interpreta inclusive energética, seja destinado em aterros sanitários, manejados conforme melhores práticas em consonância com o Plano Nacional de Gestão de Resíduos Sólidos (PNRS). O PNRS ressalta ainda o conceito de Responsabilidade Compartilhada, que torna todos os entes integrantes da cadeia produtiva e de consumo como solidários quanto à etapa pós-consumo.

De passivo ambiental, o RSU é um ativo energético. Segundo o Inventário Energético de Resíduos Sólidos Urbanos da EPE, somente no ano de 2011, o aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados, em todo o planeta, ofertou 90 TWh de eletricidade, cerca de 83% do consumo residencial brasileiro naquele ano. Foram 200 milhões de toneladas processadas em cerca de 2.000 usinas. Os países com maior participação neste aproveitamento são Estados Unidos (28%), Alemanha (20%) e Japão (10%). A Finlândia é o país em que esta fonte de energia tem a maior participação em sua matriz energética (4%).

Absolutamente negligenciado pelo país, o Inventário da EPE, publicado em 2014, menciona apenas quatro empreendimentos de aproveitamento energético de RSU (2 em operação e 2 em construção), que somam menos de 60 MW de capacidade instalada. Soluções técnicas maduras estão disponíveis, visto que as primeiras termelétricas a partir de RSU surgiram na Europa ainda na década de 60, antes até da crise energética de 1973.

O RSU bruto, conforme vem dos sistemas de coleta de lixo dos municípios, possui cerca de 50% de umidade e 2.400 kcal/kg de poder calorífico. Estima-se que se gere em média (sem contar com resíduo da construção civil, que não tem conteúdo energético), 1 kg de RSU por dia por habitante.

Existem algumas formas de se gerar energia a partir de RSU: (1) a coleta dos gases emitidos pelos aterros sanitário, posterior tratamento e distribuição para a rede de gás natural (uso térmico ou veicular); (2) coleta dos gases emitidos pelos aterros sanitários, posterior queima e uso da energia despreendida desta combustão para a geração de eletricidade; (3) digestão anaeróbica dos resíduos em biodigestores para a produção de adubo e biogás, que pode então seguir os processos 1 e 2; (4) incineração do RSU em termelétrica; (5) tratamento termoquímico do RSU, sua transformação em gases e posterior uso dos gases na geração de energia elétrica. Os processos (3), (4) e (5),

além de aproveitarem energeticamente os resíduos, reduzem em mais de 90% seu volume a ser descartado, evitando proporcionalmente a necessidade de aterros. O processo (3) exige a necessidade de destinação para o adubo (material compostado) gerado. Os processos (4) e (5) geram um material inerte que pode ser agregado na construção civil. A incineração, por sua vez, traz a preocupação quanto à presença de dioxinas e furanos nos gases emitidos pela fornalha.

Vale destacar ainda que os processos de reciclagem, não incluídos em nenhum dos 5 processos mencionados acima, além de agregar maior valor aos resíduos, também é um importante mecanismo de aproveitamento energético de forma indireta, pois alivia a pressão por demanda de matérias primas, para cuja produção energia é requerida.

No Brasil, são raros os empreendimentos de aproveitamento energético de RSU, de maneira que sua contribuição na matriz energética nacional é virtualmente zero, apesar do grande potencial e da urgente necessidade.

Tabela 12.2. - Simulação do potencial de geração de eletricidade a partir de RSU na RMF.

Descrição	Valor		Unidade
População	3.800.000		habitantes
Geração específica RSU	1,0		kg/pessoa/dia
Geração diária de RSU na RMF	3.800		ton de RSU/dia
Poder calorífico do RSU bruto (50% umidade)	2.400		kcal/kg
Conteúdo energético da geração de RSU	9.120.000.000		kcal/dia
Rendimento	20	35	%
Potência de geração a partir de RSU	88	154	MW
Geração de energia esperada a partir de RSU	773	1.353	GWh/ano
% da demanda de eletricidade em 2013	11,7	20,5	%

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 12.2. simula o potencial de geração de energia elétrica a partir de RSU. Dependendo das cinco formas de transformação de RSU em energia, o rendimento energético global do processo pode variar entre 20 e 35%, cada opção tecnológica tendo suas vantagens e desvantagens técnicas, econômicas e ambientais.

Observe que, assumindo as premissas descritas na tabela, a geração de energia elétrica a partir do RSU da RMF poderia suprir entre cerca de 12 e 20% a eletricidade consumida na região em 2013, além de solucionar seus danos sociais e ambientais atuais.

A própria inexistência de um empreendimento que viabilize uma solução tão óbvia para um problema tão urgente já sugere que existem algumas barreiras importantes à sua implementação. Cabe aos Governos, com seu papel de regulador e fomentador, incentivar investimentos de geração de energia a partir de resíduos. Obrigação de compra proporcional pelas concessionárias, tarifa especial do MWh gerado a partir de RSU, incentivos tributários ao investimento e operação, autorização ao despacho automático de térmicas a RSU, aval do Governo Federal dando segurança jurídica de contratos municipais de suprimento de RSU são algumas sugestões em prática em outros países, que podem viabilizar este modelo de geração no Brasil, a luz dos incentivos que são atualmente praticados e que viabilizaram muitas das indústrias de energias, inclusive do petróleo, comercialmente existentes hoje.

Os números mostraram aqui que o aproveitamento energético de resíduos urbanos não representa uma escala suficiente para sustentar uma estratégia de expansão da oferta de energia elétrica ou de biocombustível de uma dada região no longo prazo, o que não implica que o mesmo não deva

ser considerado importante de uma estratégia regional ou local, pois transcende a dimensão energética.

Anexo Único - Glossário

ADECE: Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará.

ANEEL: Agência Nacional de Energia Elétrica.

ANP: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.

ARCE: Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará

Autoprodutores de Energia (APE): É a pessoa física ou jurídica ou empresas reunidas em consórcio que recebem concessão ou autorização para produzir energia elétrica destinada ao seu uso exclusivo.

CEGAS: Companhia de Gás do Ceará.

CCEE: Câmara de Comercialização de Energia Elétrica.

COELCE: Companhia Energética do Ceará.

COPPE: Instituto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

GNV: Gás Natural Veicular.

LUBNOR: Refinaria Lubrificantes e Derivados do Nordeste, localizada em Fortaleza.

ONS: Operador Nacional do Sistema Elétrico.

Produtores Independentes de Energia (PIE): É a pessoa jurídica ou empresas reunidas em consórcio que recebem concessão ou autorização do poder concedente para produzir energia elétrica destinada ao comércio de toda ou parte da energia produzida, por sua conta e risco.

Produto Interno Bruto (PIB): É a soma em valores monetários de todos os bens e serviços finais produzidos numa determinada região, durante um período determinado.

RMF: Região Metropolitana de Fortaleza.

RSU: Resíduo sólido urbano.

SEINFRA: Secretaria de Infraestrutura do Estado do Ceará.

SIN: Sistema Interligado Nacional.

SINDCOM: Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e de Lubrificantes.

Tep, tonelada equivalente de petróleo: é uma unidade de energia equivalente à média do poder calorífico de uma tonelada de petróleo cru. 1 tep = 41,8 GJ.

Referências Bibliográficas

- Dados coletados através do sítio www.acaoainformacao.gov.br
- ADECE, Relatório de Energia Solar para Atração de Investimentos do Estado do Ceará, 2010.
- Amarante, O. A. C.; Brower, M.; Sá, A. L. - Atlas do Potencial Eólico do Brasil, MME, 2001.
- ANEEL
- ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - Anuário Estatístico 2014: Ano base 2013.
- ANP, Eficiência Energética no Setor de Transportes da União Europeia, 2014.
- ANP, Papel da Eficiência Energética no Futuro Mundial da Energia, 2013.
- ARCE - Relatório Anual 2013.
- BIG/ANEEL - www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm
- Brasil Energia, Cenários de Energia Eólica 2015/2016...
- CCEE - www.ccee.org.br
- COELCE, Demonstrações Financeiras 2014.
- Eletronuclear - <http://www.eletronuclear.gov.br/aempresa/centralnuclear/angra3.aspx>.
- EPE - Empresa de Pesquisa Energética - Balanço Energético Nacional 2014: Ano base 2013.
- EPE, Nota Técnica DEA 26/14 – Avaliação da Eficiência Energética e Geração Distribuída para os Próximos 10 Anos (2014-2023), 2014.
- EPE - Inventário Energético de Resíduos Sólidos Urbanos, 2014.
- Feltre, Ricardo - Física, Volume 1, 6a. Edição, Ed. Moderna, 2004.
- http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/cartilha_tarifas_enersul.pdf
- <http://www.portaltributario.com.br/artigos/aquisicaoenergia.htm>
- <http://www.jusbrasil.com.br/topicos/1893637/operacoes-de-icms-sobre-energia-eletrica>
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará.
- Lei do Novo Modelo do Setor Elétrico
- Lei dos Lixões
- ONS - www.ons.org.br
- SINDICOM, Combustíveis, Lubrificantes & Lojas de Conveniência 2014.
- U.S. Energy Administration Information.