

PROJEÇÕES E METAS PARA O SETOR ENERGÉTICO NO MUNICÍPIO DE FORTALEZA - VOL. 2

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

FORTALEZA2040



**Prefeitura de
Fortaleza**

Instituto de Planejamento de Fortaleza - IPLANFOR

Projeções e Metas para o Setor Energético do Município de Fortaleza

Exedito José de Sá Parente Júnior

Fortaleza, 10 de Janeiro de 2016

Relatório Final do Diagnóstico Energético da RMF



1. Energia e o Setor Energético
2. Diagnóstico Sumarizado
3. Panorama Energético Nacional
4. Região Metropolitana de Fortaleza
5. Setor elétrico e a RMF
6. Petróleo e Gás Natural e a RMF
7. Biocombustíveis e a RMF
8. Carvão Mineral e a RMF
9. Consolidação da Cadeia Energética da RMF
10. Emissões Gasosas
11. Eficiência Energética
12. Reservas e Potencialidades Energéticas
13. Glossário
14. Referências Bibliográficas

Ceará e a RMF não desempenham protagonismo na produção de fontes energéticas



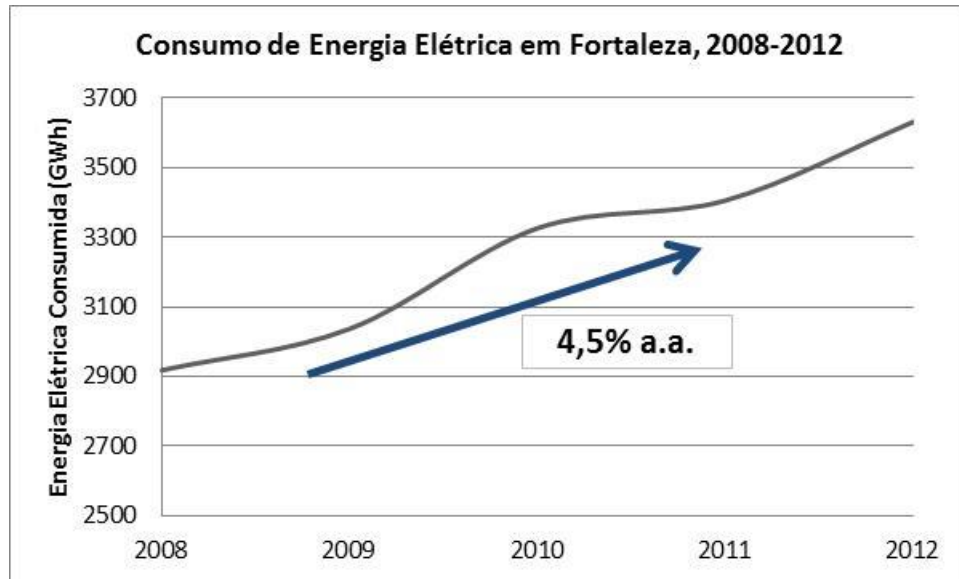
- 0,4% da produção brasileira de petróleo e 0,004% do gás natural nacional (percentuais decrescentes);
- 1 unidade de processamento de petróleo (Lubnor), que produziu 0,2% da produção de derivados energéticos (óleo combustível);
- Não possui potencial hidroelétrico relevante. Na RMF, 21% de sua capacidade de geração elétrica é eólica, ou 500 MW. Espera-se 480 MW adicionais, em fase de construção. 79% restantes são de térmicas, atualmente todas despachadas. A RMF gerou 7,7 TWh em 2013 (94,5% termelétricas), 1,3% da geração nacional, crescimento de 300% em relação a 2012. Fortaleza detém 0,7% da capacidade instalada de geração da RMF.
- 0,03% da produção nacional de etanol (área de plantio de cana em recuperação); 1 unidade de produção de biodiesel, posicionada fora do corredor de suprimento de matéria prima (Quixadá), que produziu 2,8% do biodiesel nacional.
- Produção marginal de biomassa para fins energéticos ou carvão vegetal

Puxada por sua economia crescente, Fortaleza se posiciona como um importante consumidor de energia

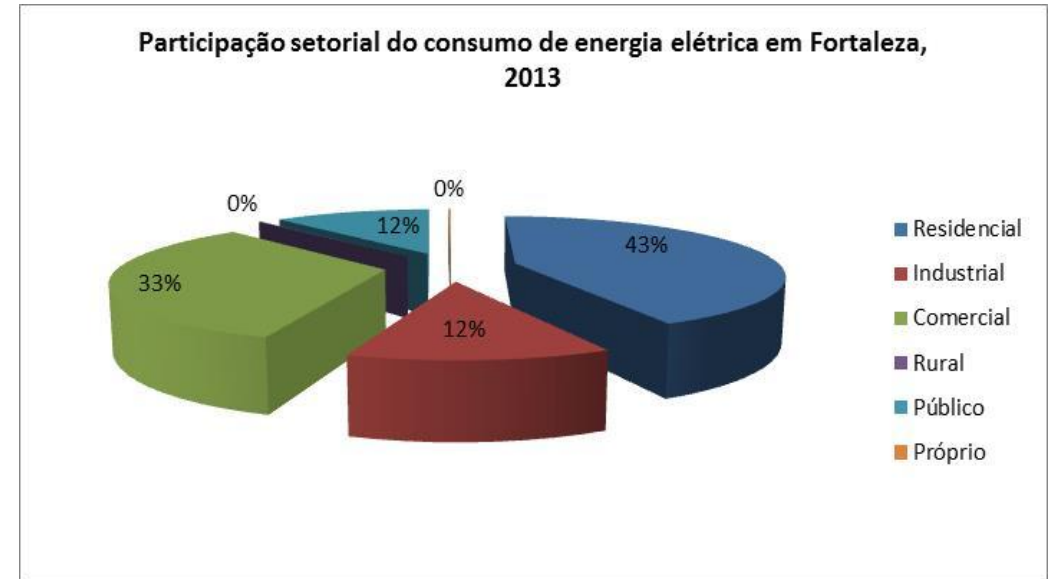


- Consumo elétrico cresceu a 4,5% a.a. nos últimos 5 anos, atingindo 3,6 TWh em 2012;
- Principal demanda por derivados é gasolina: 497 mil m³ em 2012, crescendo a 13,5% a.a. desde 2008. Em seguida, óleo diesel: 320 mil m³, +4,7% a.a. desde 2008; e QAV: 196 mil m³, +8,9% a.a. desde 2008.
- As vendas de etanol hidratado apresentaram queda à taxa de 16,8% a.a. de 2008 a 2012 (baixa competitividade econômica com a gasolina).
- Maior consumidor de GN em Fortaleza é a LUBNOR, 378 milhões de m³ em 2012. Além disso, 73 milhões de m³ foram distribuídos pela CEGAS em Fortaleza, a maior parte (67%) para uso como combustível veicular. O consumo de gás natural para fins residenciais e comerciais vem apresentando fortíssimo crescimento, da ordem de 24% a.a. entre 2008 e 2012.
- Aumento sistemático dos preços da energia em todo território nacional nos últimos anos.

Dados Energéticos de Fortaleza 1-3



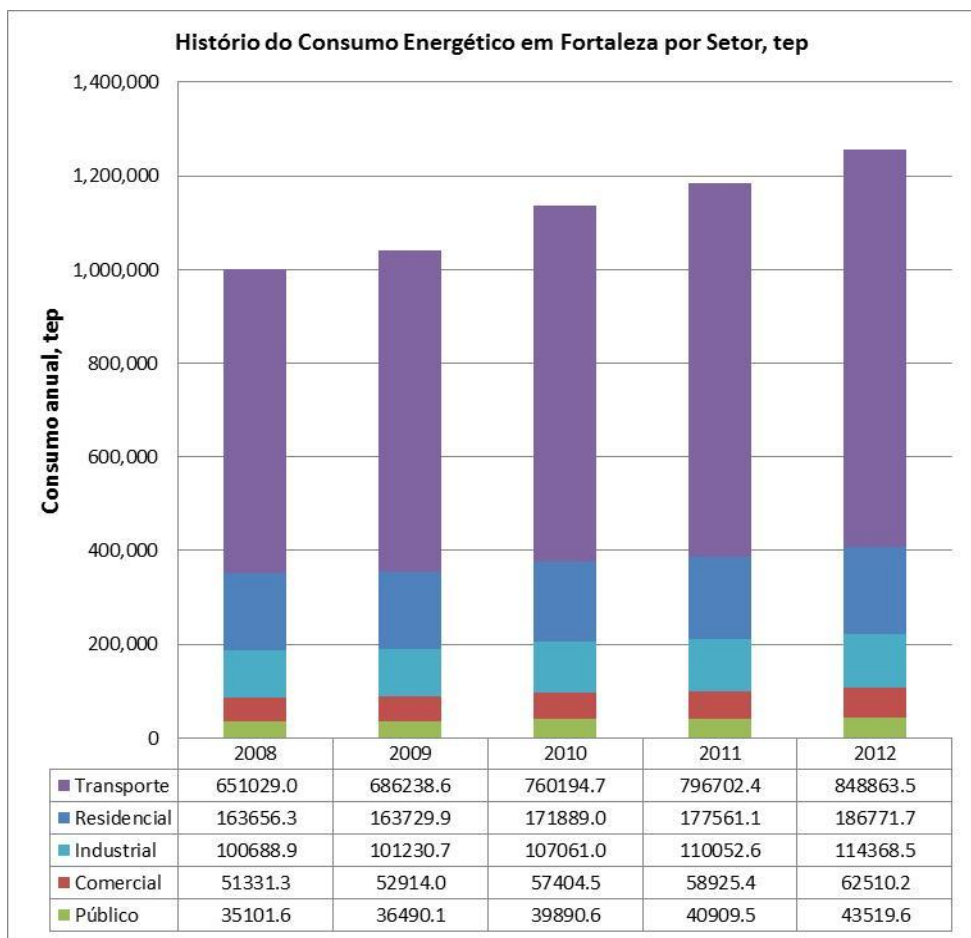
Fonte: ANEEL



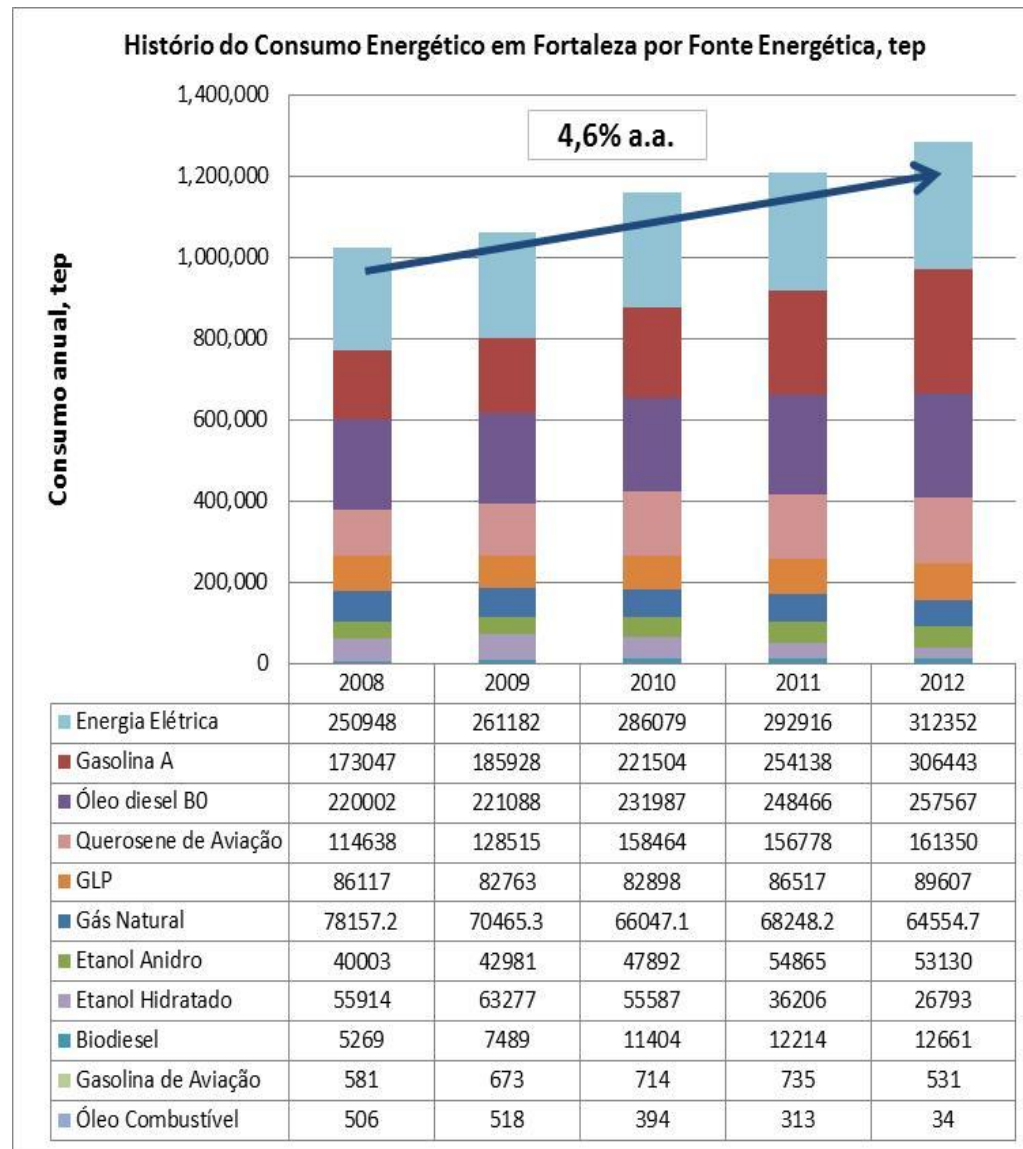
Fonte: ANEEL

- Consumo elétrico cresceu a 4,5% a.a. nos últimos 5 anos, atingindo 3,6 TWh em 2012;
- Seu maior consumidor é o setor residencial (43%), seguido pelo setor comercial (33%), destacando a baixa tradição industrial do município.

Dados Energéticos de Fortaleza 2-3



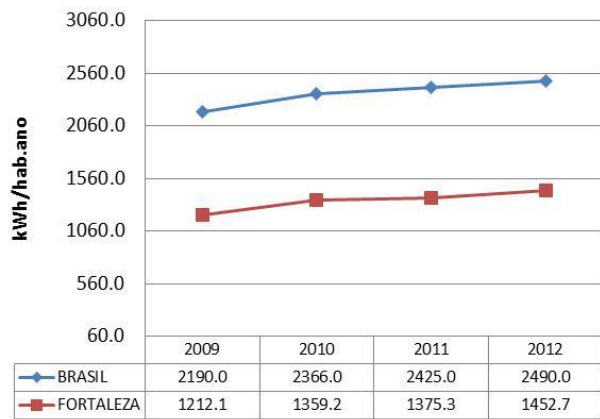
- Principal demanda por derivados é gasolina, seguida pelo óleo diesel, QAV e GLP
- O setor de maior consumo energético é o de transporte (66%, em 2012), seguindo pelo residencial e industrial.



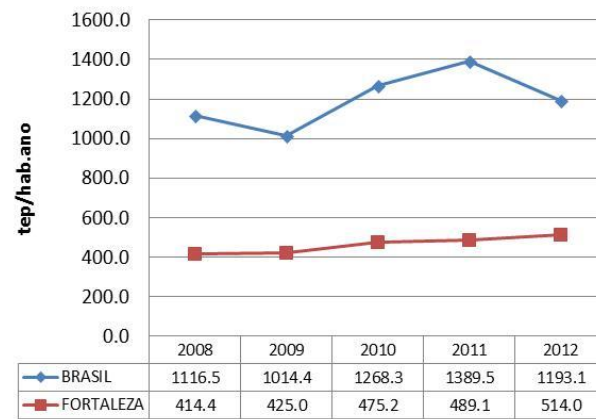
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANEEL, ANP e CEGAS

Dados Energéticos de Fortaleza 3-3

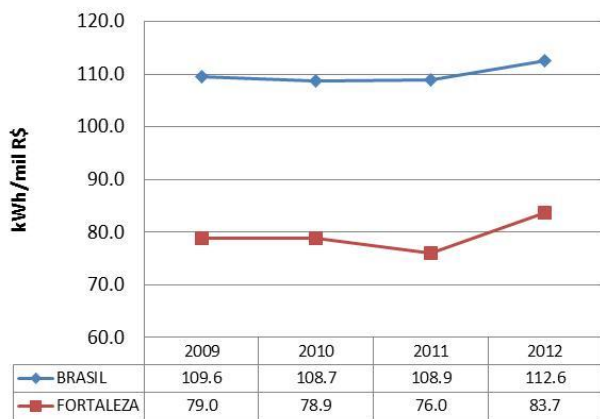
**Consumo Elétrico Per Capita
(kWh/hab.ano)**



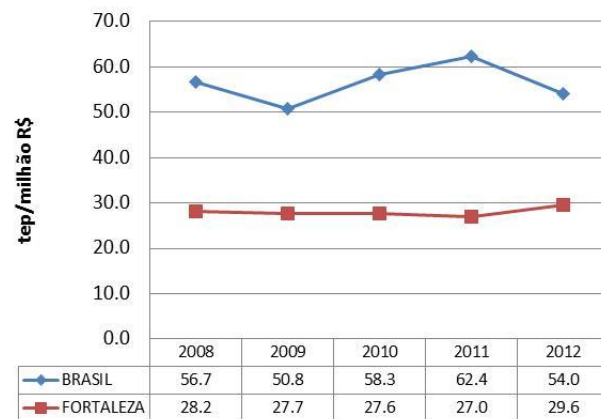
**Consumo Energético Total per Capita
(tep/hab.ano)**



**Intensidade Energética Elétrica
(kWh/mil R\$)**



**Intensidade Energética Total
(tep/milhão R\$)**



- Em todos os indicadores, Fortaleza possui um consumo específico menor que a média nacional.
- Os consumos per capita apresentam tendência de crescimento.
- Enquanto a Intensidade energética tendeu para uma leve redução (a exceção do ano de 2012, quando o PIB da cidade contraiu, levando para cima esses indicadores).

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANEEL, ANP, CEGAS e IBGE

Reservas e Potencialidades da RMF



- As reservas de petróleo e gás natural cearenses são pouco relevantes se comparadas ao consumo. As reservas provadas em 2013 caíram 7,6% sobre 2012.
- O Governo do Estado do Ceará estima que seu potencial de geração de energia eólica é de 200 GW, o suficiente a mais que o consumo elétrico de todo o país em 2014. O estado foi pioneiro e esteve na vanguarda. No entanto, no final de 2014 perdeu a dianteira para o Rio Grande do Norte. 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 em breve mais uma opção de fonte energética de forte potencial na RMF.
- Os resíduos sólidos urbanos são uma fontes de energia negligenciada, podendo atender parcela maior que 20% da demanda de energia elétrica da RMF.

Vocações Energéticas do Município de Fortaleza nos próximos 25 anos



Eficiência Energética



Microgeração distribuída



Baixa pegada de carbono

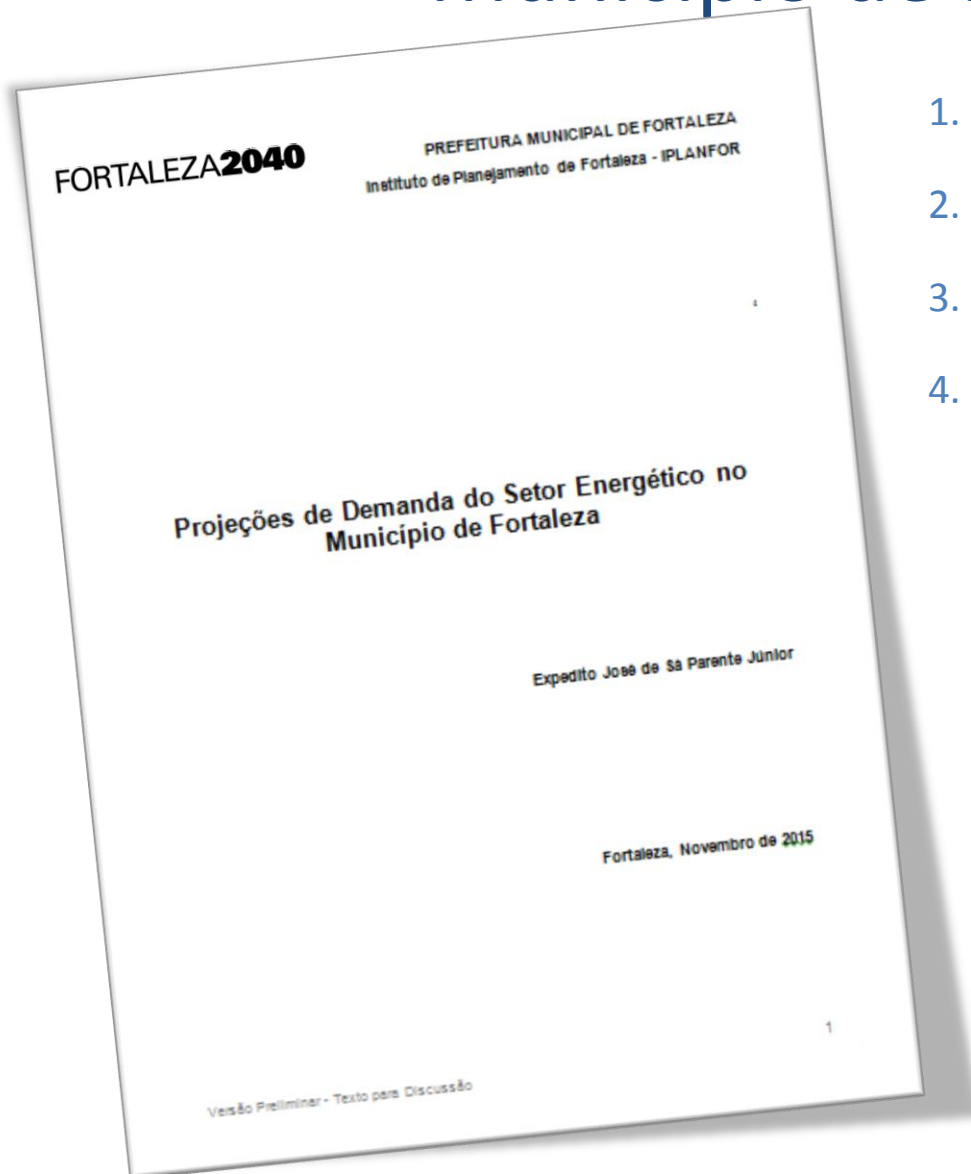


Geração de Eletricidade a partir de RSU

Visão de Futuro do Setor Energético de Fortaleza

Capital-modelo do Brasil em 2040 na eficiência energética, na qualidade do ar que aqui se respira e na baixa pegada de carbono, ofertando parcela relevante de sua demanda energética ao posicionar-se como referência nacional na microgeração distribuída e no aproveitamento energético de resíduos do município.

Relatório de Projeções de Demanda de Energia no Município de Fortaleza em 2040

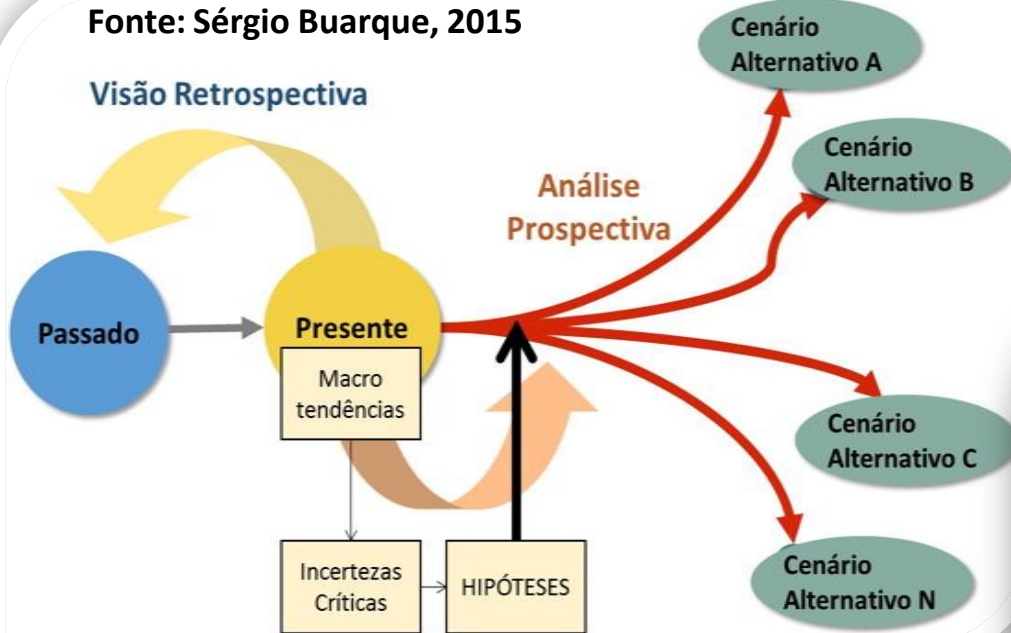


1. Breve Diagnóstico do Setor Energético em Fortaleza
2. Construção dos Cenários de Projeções
3. Projeções de Demanda de Energia
4. Referências Bibliográficas

Construção dos Cenários

Fonte: Sérgio Buarque, 2015

Visão Retrospectiva



	Hipóteses	
Incertezas Críticas	Mais Favoráveis	Menos Favoráveis
Incerteza 1	- Hipótese 1a - Hipótese 1b - Hipótese 1c - ...	- Hipótese 1d - Hipótese 1e - Hipótese 1f - ...
Incerteza 2	- Hipótese 2a - Hipótese 2b - Hipótese 2c - ...	- Hipótese 2d - Hipótese 2e - Hipótese 2f - ...
Incerteza ...	- ...	- ...
Incerteza n	- Hipótese na - Hipótese nb - Hipótese nc - ...	- Hipótese nd - Hipótese ne - Hipótese nf - ...
	Cenário mais favorável	Cenário mais desfavorável
	Cenários Intermediários	

Fonte: Elaboração própria

Construção dos Cenários Energéticos

- Pensar cenários energéticos futuros é em última instância um trabalho de estimativa de projeção de demanda para os próximos anos.
- Em qualquer dos cenários, o setor energético nacional seguirá com forte influência sobre o setor local.

Incertezas Críticas para a Projeção de Cenários Energéticos Futuros

- Hábitos de consumo e a responsabilidade sócio ambiental
- Evolução do padrão de mobilidade
- Transformação modal do transporte de cargas
- Inserção de novas tecnologias produção e consumo de energia
- Atendimento a uma população crescente de maior renda per capita
- evolução do perfil das edificações
- a competitividade relativa dos energéticos.
- Novos empreendimentos “fora-de-série”.

Cenários Energéticos

Cenário Energético 1

Ganhos esperados quanto à mitigação do aquecimento global. Preço do petróleo estabilizado pelo acúmulo de reservas provadas de petróleo e gás natural e investimentos no parque de refino de maneira a equilibrar a oferta-demanda por derivados.

Maior inserção da energia solar e eólica, abrindo caminho já pavimentado para geração de eletricidade por fontes não convencionais.

Fluxo migratório do interior para a capital e maior atração por visitantes devido à melhoria generalizada da qualidade de vida de Fortaleza.

Educação ambiental fortemente inserida. Nível de conscientização aumentado. Hábitos de consumo cada vez mais conscientes.

Maior poder de investimento da sociedade, setor privado e governo, todos alinhados no fomento de ações de conservação de energia e desenvolvimento sustentável.

Padrões de transporte, mobilidade, emissões, eficiência energética em linha com as melhores práticas e recomendações internacionais assegurados.

Cenário Energético 2

Carência de articulações globais e ações isoladas ineficazes à mitigação do aquecimento global.

Preço do petróleo descontrolado apesar do menor crescimento econômico mundial, nacional e regional.

Baixo nível de conscientização sobre o desenvolvimento sustentável. Produtos e serviços sustentáveis atendendo apenas nichos de mercado.

Baixa capacidade de investimento do setor privado e baixa capacidade de incentivos fiscais e financeiros governamentais. Lenta inserção da microgeração distribuída e de medidas de eficiência energética e geração de energias limpas.

Baixa oferta de modais de transporte coletivo de qualidade, confortável, mais eficiente e acessível. Fraca penetração de soluções sustentáveis e energeticamente mais eficientes.

Poluição do ar da cidade crescente. Carência de políticas e padrões de transporte, mobilidade, emissões e eficiência energética.

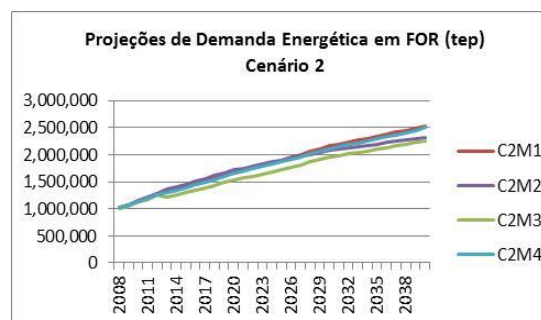
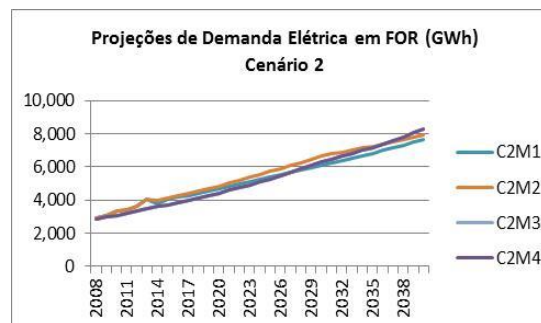
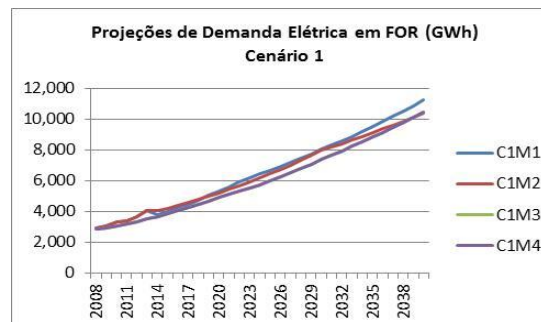
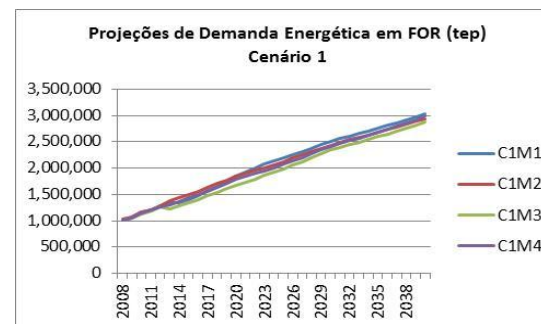
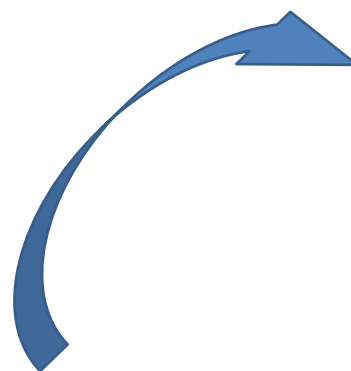
4 metodologias para projeção de demanda energética

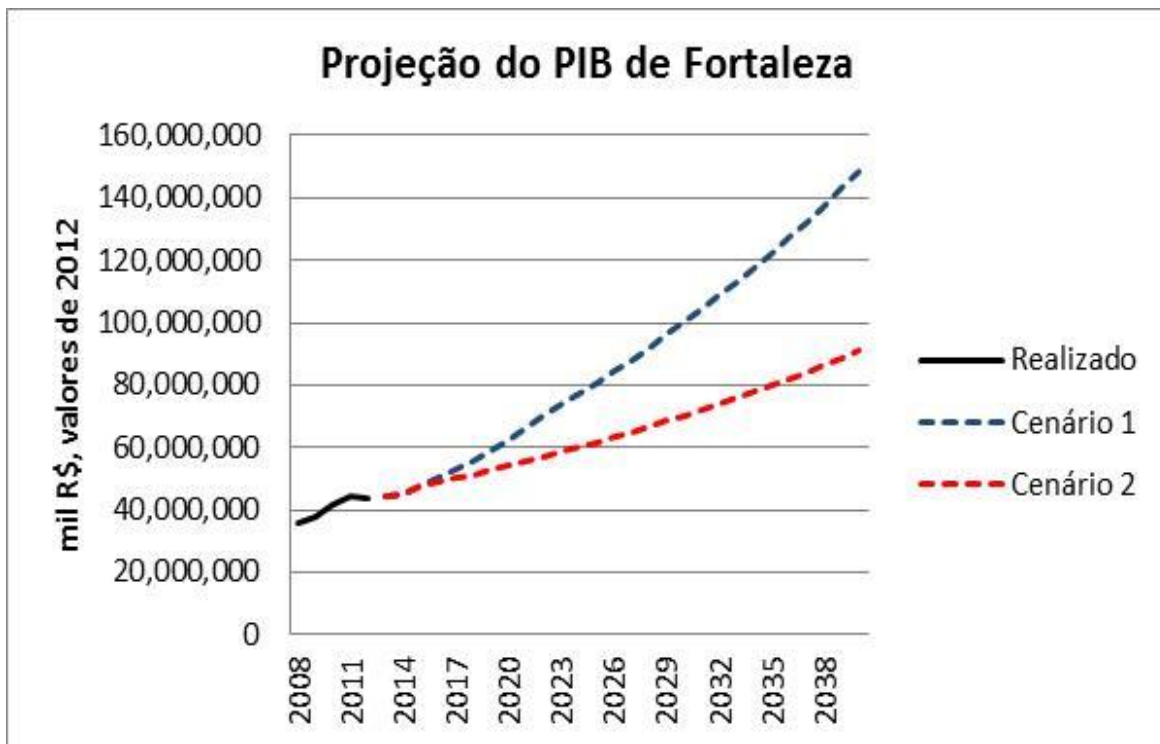
Função da evolução de:

1. **Intensidade Energética** da economia (M1)
2. **Consumo per Capita** de energia (M2)
3. **Estrutura Setorial** no consumo energético (M3)
4. Participação das **Fontes Energéticas** (M4)

- Uma **revisão bibliográfica** foi realizada para fundamentar uma **análise qualitativa** das projeções de consumo energético segundo estes 4 critérios.

- Ao final as 4 projeções de cada cenário foram **calibradas** para que produzissem o mesmo resultado aproximado, tanto para as projeções de demanda energética global (em tep) como para a demanda elétrica, sem prejuízo às conclusões da análise qualitativa.





PIB FOR (mil R\$, 2012)	Cenário 1	Cenário 2
2010	41,822,131	41,822,131
2020	62,452,209	54,071,948
2030	100,512,477	70,252,877
2040	148,783,020	90,899,778
Taxa Crescimento 2010-2020	4.1%	2.6%
Taxa Crescimento 2021-2030	4.9%	2.6%
Taxa Crescimento 2031-2040	4.0%	2.6%

PREMISSAS:

Cenário 1:

- Para a decênio 2014-2024, utilizou-se a estimativa de PIB brasileiro do Plano Decenal de Expansão Energética, publicado anualmente pela EPE.
- Para o PIB de Fortaleza neste período, considerou-se 1 p.p. a mais que a extrapolação da tendência de participação do PIB do município frente ao PIB nacional de 2003 a 2013 (dados do IBGE), extrapolado para o período (2014 a 2024).
- Estimou-se o mesmo crescimento médio anual da economia fortalezense para os anos de 2025 a 2030, que o do decênio 2014-2024 calculado pela análise do Plano Decenal de Expansão Energética da EPE.
- Para o último decênio (2031-2040), considerou-se um arrefecimento no crescimento econômico médio anual.

Cenário 2:

- Para o decênio 2014-2024, utilizou-se a mesma metodologia do Cenário 1, mas em vez de premiar com 1 p.p. o crescimento anual do PIB de Fortaleza, neste cenário, castigou-se com 3 p.p.
- Para o restante do período (2025 a 2040), considerou-se o mesmo crescimento médio anual produzido.

Intensidade Energética Elétrica (kWh/mil R\$)	Cenário 1(*)	Cenário 2(*)	PNE 2050 (**)
Taxa de Crescimento 2008-2012 (% a.a.)	0.8%	0.8%	Já Realizado
Taxa de Crescimento 2013-2020 (% a.a.)	0.3%	0.5%	0.39%
Taxa de Crescimento 2021-2030 (% a.a.)	-0.7%	0.0%	-0.57%
Taxa de Crescimento 2031-2040 (% a.a.)	-0.6%	-0.4%	-0.45%

Intensidade Energética (tep/milhão R\$)	Cenário 1 (*)	Cenário 2 (*)	PNE 2050 (**)
Taxa de Crescimento 2008-2012 (% a.a.)	1.0%	1.0%	Já Realizado
Taxa de Crescimento 2013-2020 (% a.a.)	0.0%	0.5%	0.40%
Taxa de Crescimento 2021-2030 (% a.a.)	-1.7%	0.0%	-1.39%
Taxa de Crescimento 2031-2040 (% a.a.)	-2.0%	-1.0%	-1.64%

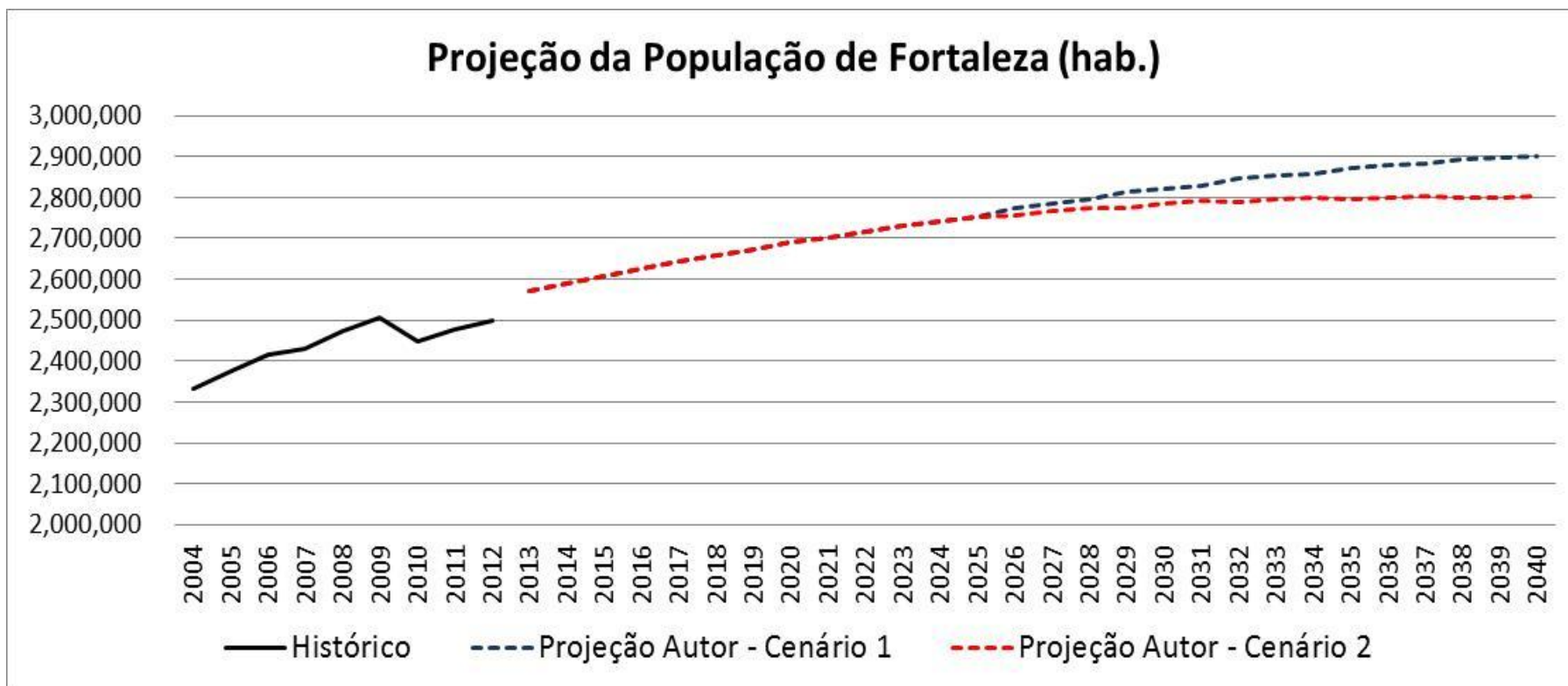
(*) – Estimadas pelo autor

(**) – Estimadas pelo PNE 2050

PREMISSAS:

- A revisão bibliográfica demonstra uma tendência e esforço mundial de redução da Intensidade Energética. Estudos afirmam que a intensidade energética brasileira atingirá um da década de 20 e decairá em diante.
- O PNE 2050 estabelece a previsão de taxa anual de crescimento (ou redução) da intensidade energética média da economia brasileira por decênio);
- Para o Cenário 1, considerou-se Fortaleza agressivamente contribuindo positivamente com a redução, ao contrário do Cenário 2.

Fonte: Elaboração própria, com dados do IBGE



População de Fortaleza	Cenário 1	Cenário 2
2010	2,447,400.00	2,447,400
2020	2,689,260.36	2,689,260
2030	2,821,988.59	2,783,724
2040	2,901,253.23	2,803,896
Taxa 2010-2020 (a.a.)	1.0%	1.0%
Taxa 2021-2030 (a.a.)	0.5%	0.4%
Taxa 2031-2040 (a.a.)	0.3%	0.1%

Fonte: Elaboração própria

PREMISSAS:

- De 2013 a 2025: participação da população de Fortaleza será igual a média da participação entre os anos 2004 e 2012. A partir de 2026, participação cresce (Cenário 1) ou reduz (Cenário 2) a taxa de 0.1 p.p. a cada 3 anos.
- População Ceará está estimada pelo IBGE até 2030 e do Brasil até 2040. Autor estimou a população do Ceará de 2031 a 2040 de maneira que se mantivesse constante a taxa de desconcentração da população cearense sobre a nacional.

Consumo per capita elétrico (kWh/hab)	Cenário 1(*)	Cenário 2(*)	PNE 2050 (**)
Taxa de Crescimento 2008-2012 (% a.a.)	4.3%	4.3%	
Taxa de Crescimento 2013-2020 (% a.a.)	3.7%	2.8%	3.05%
Taxa de Crescimento 2021-2030 (% a.a.)	3.8%	2.8%	3.12%
Taxa de Crescimento 2031-2040 (% a.a.)	2.4%	1.7%	2.02%

Consumo per capita total (tep/mil hab)	Cenário 1(*)	Cenário 2(*)	PNE 2050 (**)
Taxa de Crescimento 2008-2012 (% a.a.)	4.4%	4.4%	
Taxa de Crescimento 2013-2020 (% a.a.)	3.7%	2.8%	3.06%
Taxa de Crescimento 2021-2030 (% a.a.)	2.3%	1.6%	1.88%
Taxa de Crescimento 2031-2040 (% a.a.)	1.6%	1.0%	1.31%

(*) – Estimadas pelo autor

(**) – Estimadas pelo PNE 2050

PREMISSAS:

- A revisão bibliográfica demonstra uma tendência e esforço mundial de redução do Consumo per Capita; Porém, devido a atual demanda reprimida e à expectativa de aumento da renda per capita brasileira, não se espera taxas negativas de crescimento do consumo per capita no Brasil no horizonte deste estudo;
- Para o Cenário 1, considerou-se Fortaleza contribuindo com o arrefecimento da aceleração do consumo per capita brasileiro, ao contrário do Cenário 2.

Crescimento da Demanda Energética (tep) por Setor	Residencial			Industrial		
	C1	C2	PNE2050 (**)	C1	C2	PNE2050 (**)
Taxa de Crescimento 2008-2012 (% a.a.)	2.7%	2.7%		2.6%	2.6%	
Taxa de Crescimento 2013-2020 (% a.a.)	2.4%	1.7%	1.8%	4.7%	3.4%	3.6%
Taxa de Crescimento 2021-2030 (% a.a.)	2.5%	1.8%	1.9%	2.8%	2.1%	2.2%
Taxa de Crescimento 2031-2040 (% a.a.)	2.0%	1.5%	1.5%	1.8%	1.3%	1.4%
		Publico			Comercial	
Taxa de Crescimento 2008-2012 (% a.a.)	4.4%	4.4%		4.0%	4.0%	
Taxa de Crescimento 2013-2020 (% a.a.)	3.2%	3.4%	3.6%	4.7%	3.4%	3.6%
Taxa de Crescimento 2021-2030 (% a.a.)	3.5%	3.7%	3.8%	5.0%	3.7%	3.8%
Taxa de Crescimento 2031-2040 (% a.a.)	3.1%	3.2%	3.4%	4.4%	3.2%	3.4%
		Transporte			Agrícola	
Taxa de Crescimento 2008-2012 (% a.a.)	5.5%	5.5%		N/A	N/A	N/A
Taxa de Crescimento 2013-2020 (% a.a.)	4.7%	3.5%	3.6%	N/A	N/A	N/A
Taxa de Crescimento 2021-2030 (% a.a.)	3.4%	2.5%	2.6%	N/A	N/A	N/A
Taxa de Crescimento 2031-2040 (% a.a.)	1.7%	1.2%	1.3%	N/A	N/A	N/A

(*) – Estimadas pelo autor

(**) – Estimadas pelo PNE 2050

PREMISSAS:

- A revisão bibliográfica sugere crescimento mais acentuado para os setores comercial, residencial e transporte. Porém este dois últimos, desacelerados pelas medidas de eficiência energética.
- Para o Cenário 1, considerou-se Fortaleza crescendo a taxas maiores que a média nacional, ao contrário do Cenário 2.

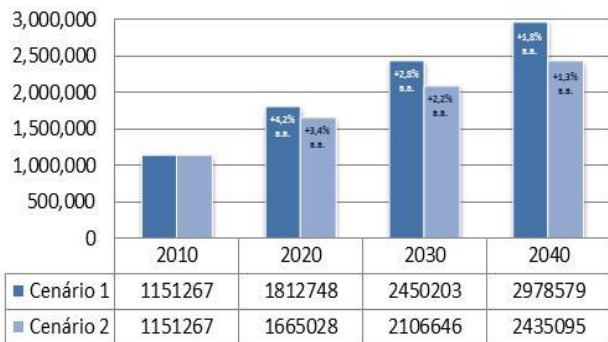
Crescimento da Demanda Energética por Fonte

	GN		Gasolina C		Óleo Diesel	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Taxa de Crescimento 2008-2012 (% a.a.)	-3.8%	-3.8%	10.7%	10.7%	3.7%	3.7%
Taxa de Crescimento 2013-2020 (% a.a.)	6.0%	4.8%	6.0%	4.8%	3.0%	2.4%
Taxa de Crescimento 2021-2030 (% a.a.)	4.0%	3.2%	2.0%	1.6%	3.0%	2.4%
Taxa de Crescimento 2031-2040 (% a.a.)	3.0%	2.4%	0.5%	0.4%	2.0%	1.6%
	QAV		GLP		Óleo Combustível	
Taxa de Crescimento 2008-2012 (% a.a.)	7.1%	7.1%	0.8%	0.8%	-41.7%	-41.7%
Taxa de Crescimento 2013-2020 (% a.a.)	5.0%	4.0%	0.4%	0.3%	-20.0%	-16.0%
Taxa de Crescimento 2021-2030 (% a.a.)	4.0%	3.2%	0.0%	0.0%	-10.0%	-8.0%
Taxa de Crescimento 2031-2040 (% a.a.)	3.0%	2.4%	-0.5%	-0.4%	-10.0%	-8.0%
	GAV		Etanol Hidratado		Eletricidade	
Taxa de Crescimento 2008-2012 (% a.a.)	-1.8%	-1.8%	-13.7%	-13.7%	3.4%	3.4%
Taxa de Crescimento 2013-2020 (% a.a.)	0.0%	0.0%	1.0%	0.8%	4.2%	3.1%
Taxa de Crescimento 2021-2030 (% a.a.)	1.0%	0.8%	2.5%	2.0%	3.8%	3.3%
Taxa de Crescimento 2031-2040 (% a.a.)	2.0%	1.6%	0.7%	0.6%	3.1%	2.6%

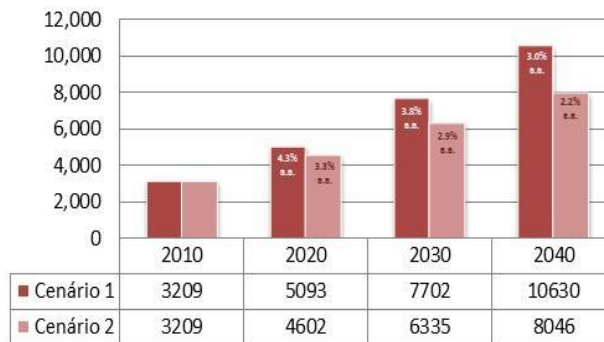
PREMISSAS:

- Penetração do GN, ocupando mercado especialmente de demais fontes energéticas em uso veicular, industrial e aquecimento residencial/comercial. Motorização da população, especialmente carros de passeio. Recuperação do Etanol Hidratado por ganhos de eficiência no processo produtivo e popularização do etanol 2G.
- Período 2013-2020 marcado pela crise econômica; 2021-2030, recuperação econômica e ganhos de eficiência energética; ganhos de eficiência energética maximizados.

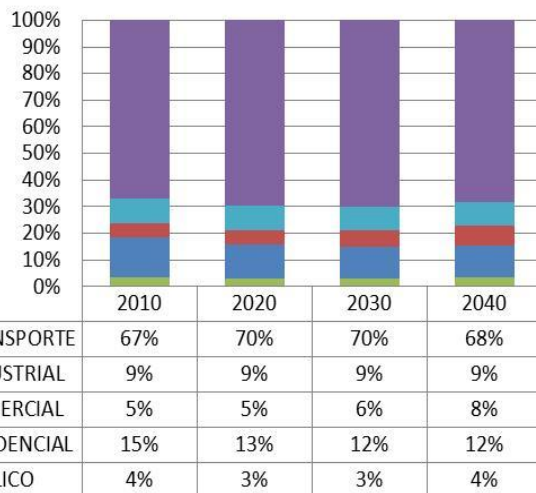
Demanda Energética Estimada de Fortaleza, tep



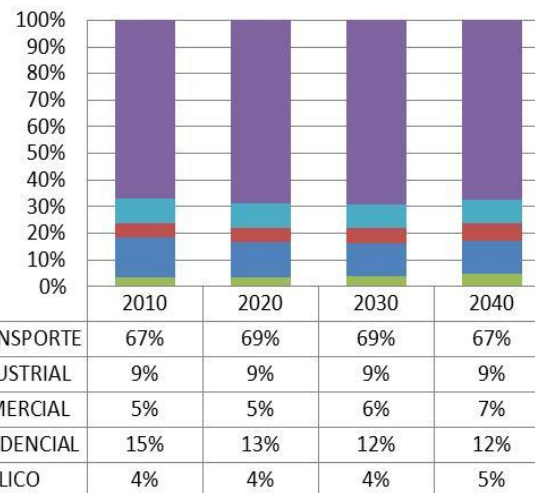
Demanda Elétrica Estimada de Fortaleza, GWh



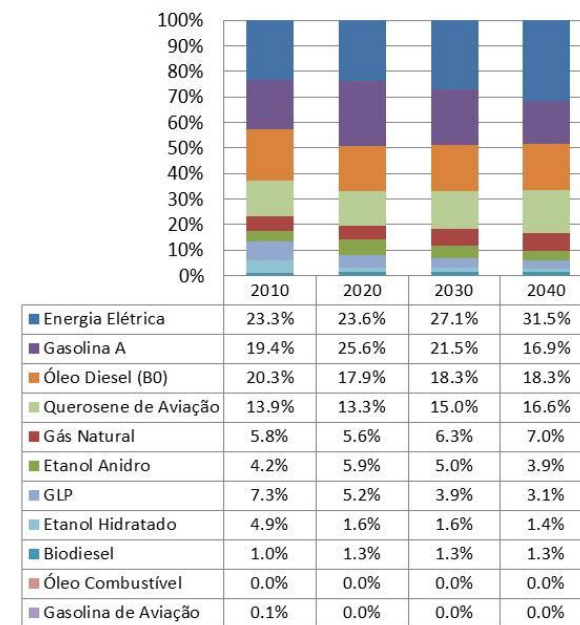
Evolução da Participação Setorial no Consumo Energético Total - Cenário 1



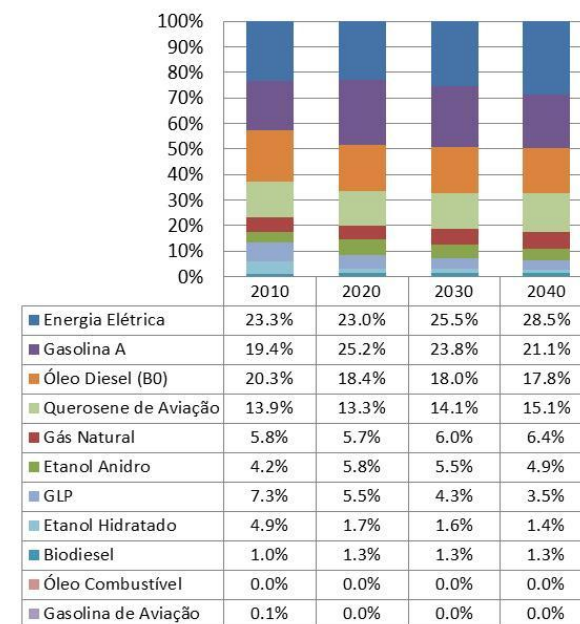
Evolução da Participação Setorial no Consumo Energético Total - Cenário 2



Evolução da Participação das Fontes Energéticas Cenário 1



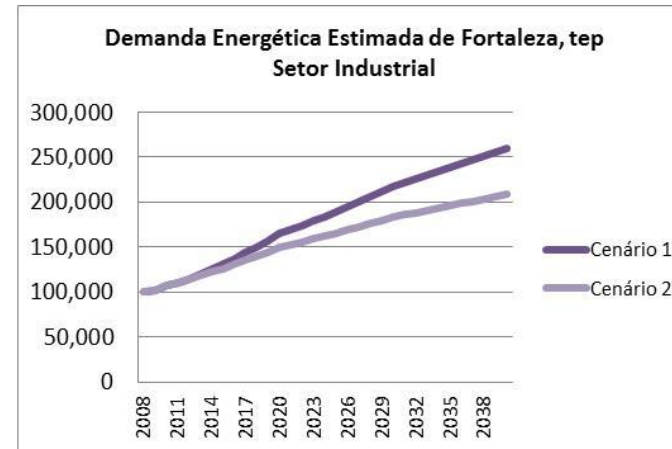
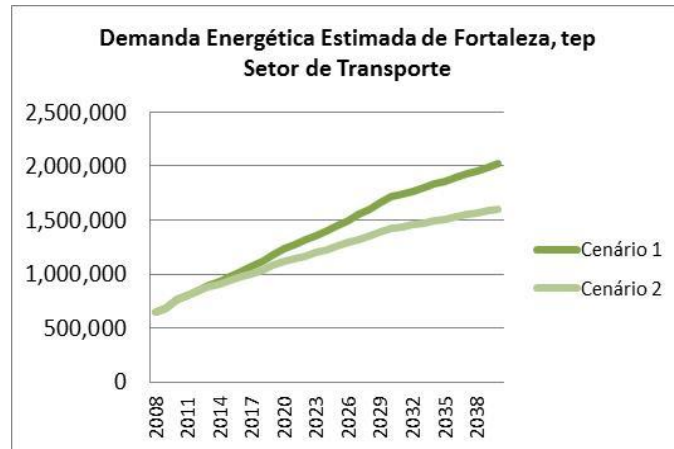
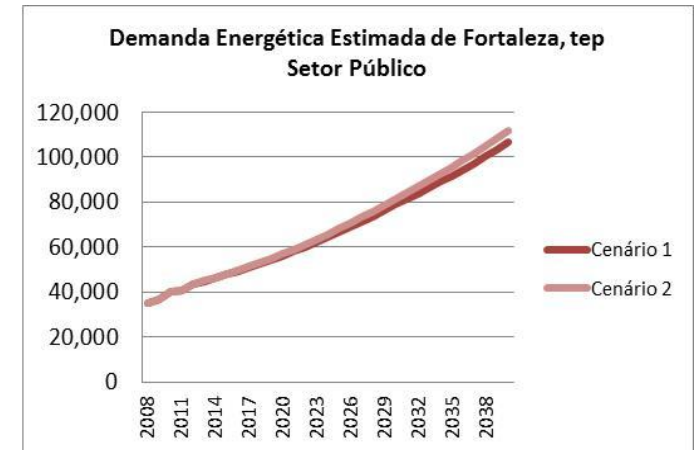
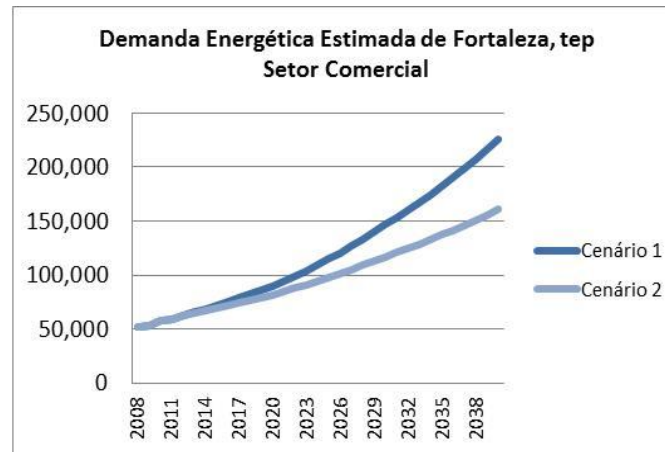
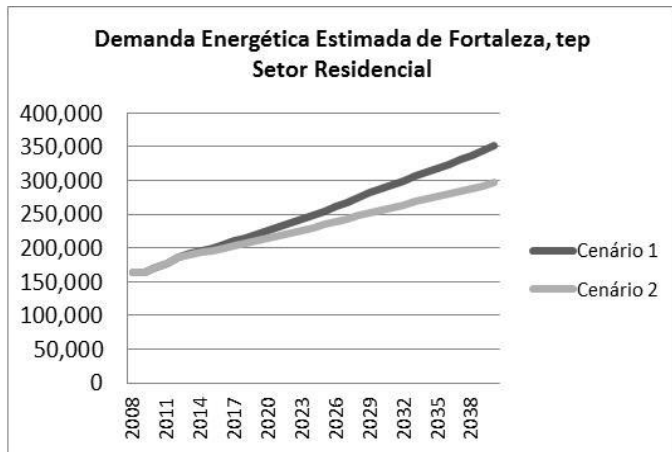
Evolução da Participação das Fontes Energéticas Cenário 2



PREMISSAS:

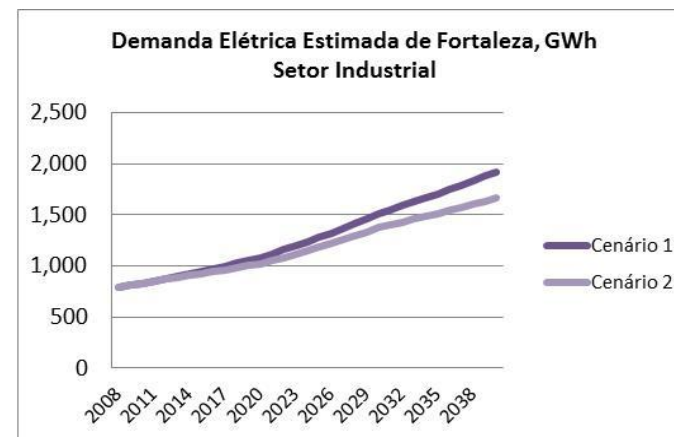
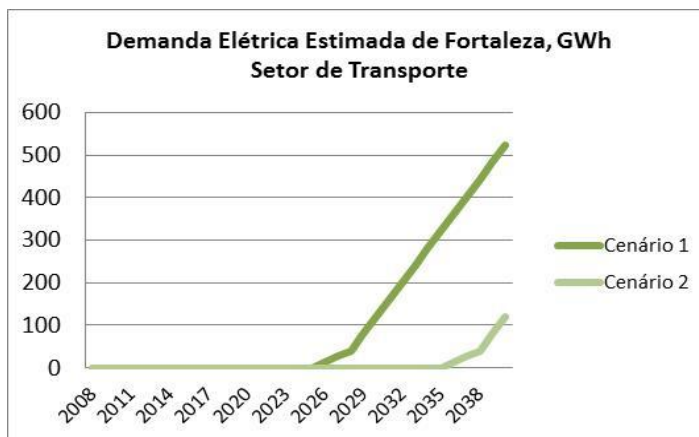
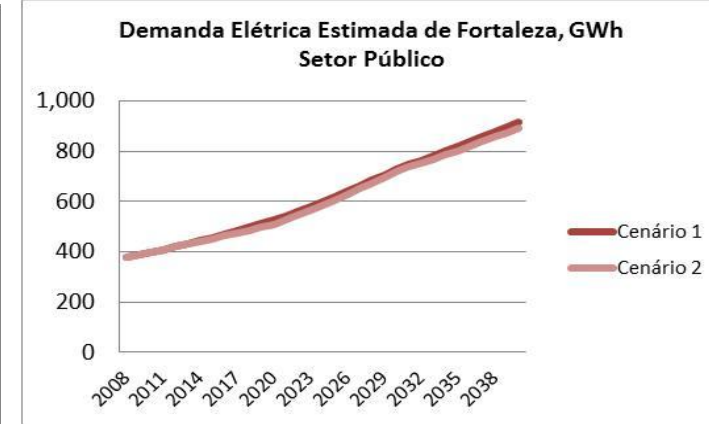
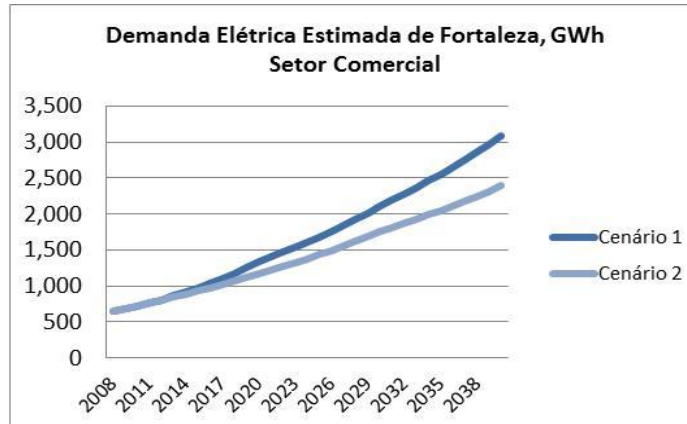
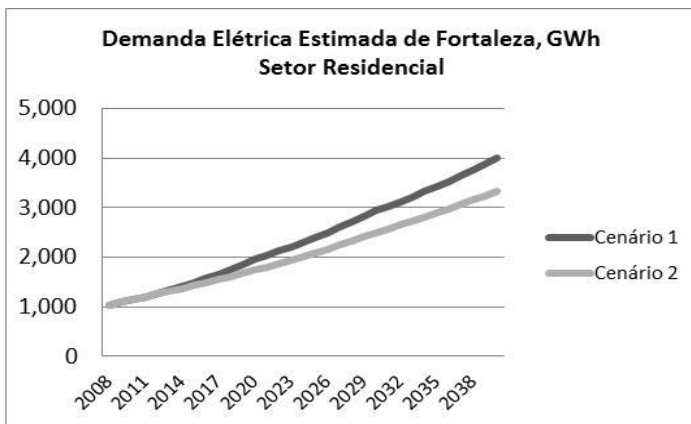
- Dada a calibração das projeções por diferentes metodologias para curvas convergentes, as projeções finais foram convencionadas como médias aritméticas simples entre as 4 metodologias, por cenário.

Projeção de Demanda Energética de Fortaleza por Setor



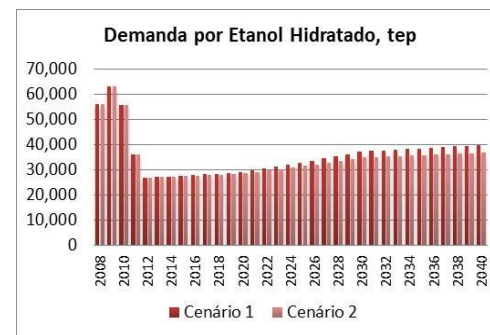
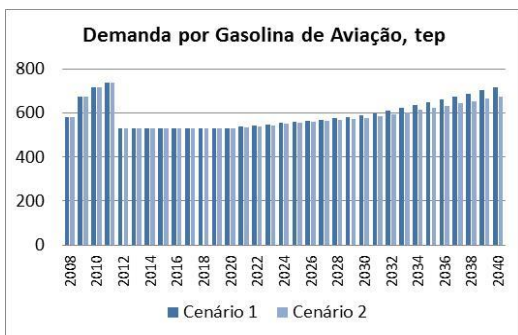
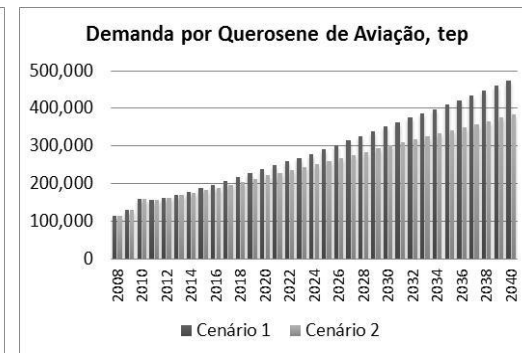
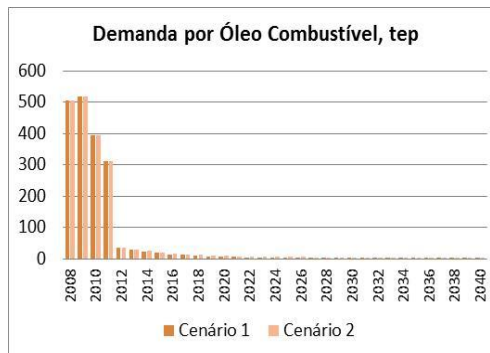
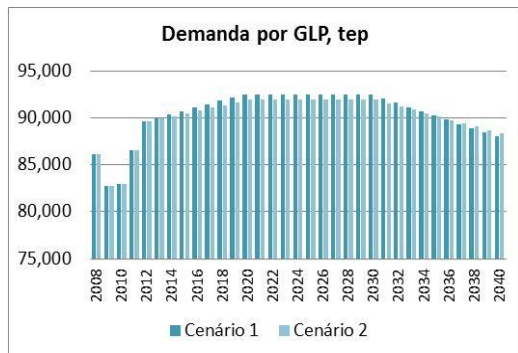
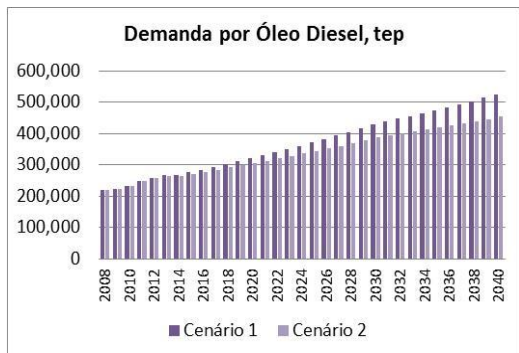
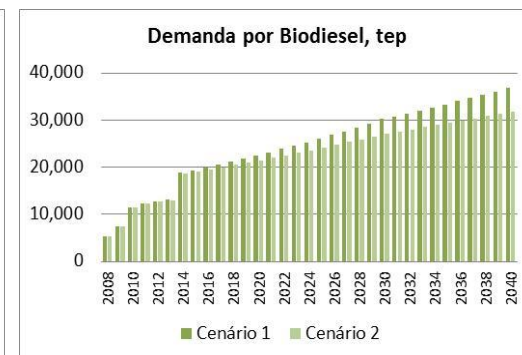
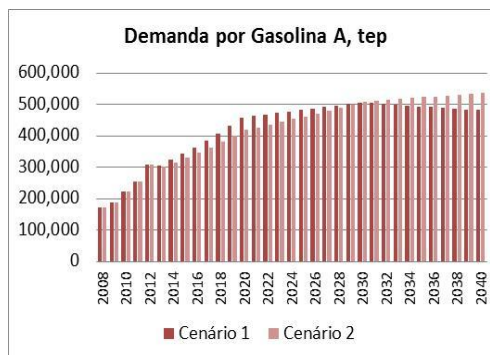
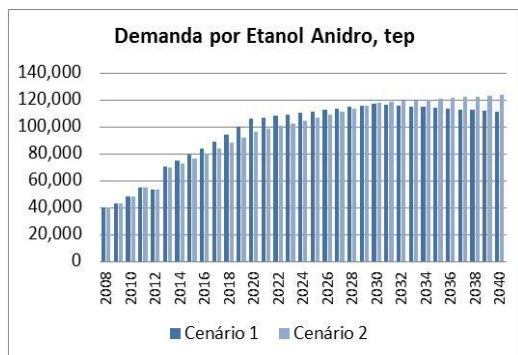
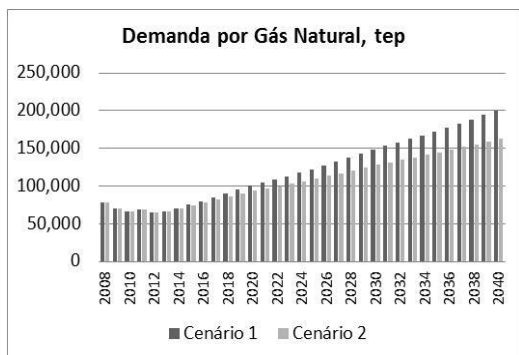
Fonte: Elaboração própria.

Projeção de Demanda Elétrica de Fortaleza por Setor



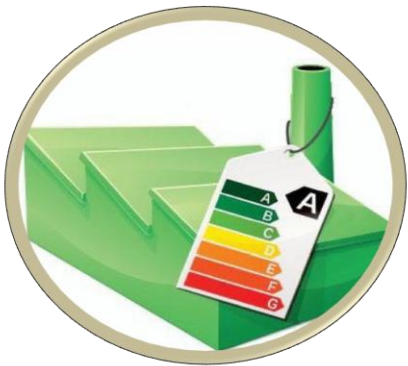
Fonte: Elaboração própria.

Projeção de Demanda Energética de Fortaleza por Fonte Energética



Fonte: Elaboração própria.

Proposições de Metas para o Município de Fortaleza em 2040



**Eficiência
Energética**



**Microgeração
distribuída**



**Baixa pegada de
carbono**



**Geração de Eletricidade a
partir de RSU**

Eficiência Energética

- Intensidade Energética Global diminuiu 1,2% a.a. entre 1980 e 2000 e 0,5% a.a. entre 2000 e 2010. EUA foi quem mais reduziu. Japão e EU são as regiões de menor IEG.
- 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, Os governos tem tido papel fundamental no fomento as de ações incentivadas:
 - 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;
 - 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.

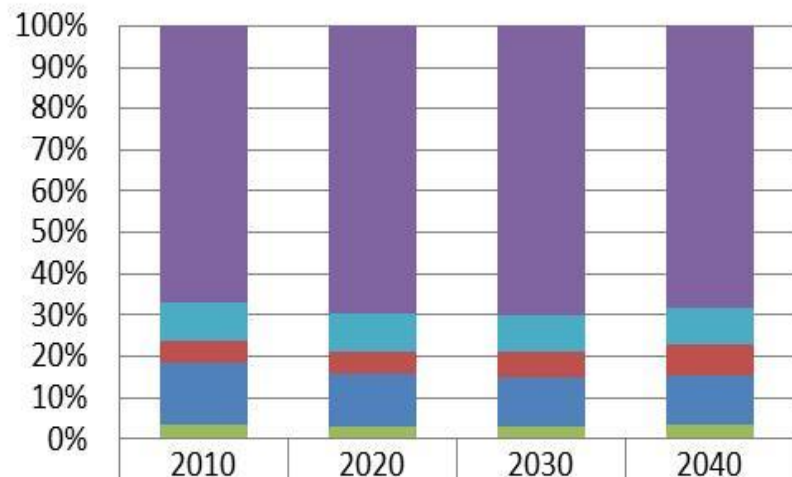
Eficiência Energética

- No Brasil, diversas ações e políticas vêm sendo implementadas há mais de 20 anos.
 - Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE, INMETRO);
 - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL, ELETROBRÁS)
 - Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET, PETROBRÁS)
 - Programa de apoio a Projetos de Eficiência Energética (PROESCO, BNDES)
 - CGIEE - Comitê Gestor de Indicadores de Eficiência Energética, para implementar o disposto na Lei de Eficiência Energética nº 10.295/2.001;
 - 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
- 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.



Proposição de Metas de EE para o Fortaleza 2040

Evolução da Participação Setorial no Consumo Energético Total - Cenário 1



■ TRANSPORTE	67%	70%	70%	68%
■ INDUSTRIAL	9%	9%	9%	9%
■ COMERCIAL	5%	5%	6%	8%
■ RESIDENCIAL	15%	13%	12%	12%
■ PÚBLICO	4%	3%	3%	4%

Ganhos com Eficiência Energética Estimadas do PNE 2050

Setor/Ano	2020	2030	2040
Transporte	3.6%	10.2%	17.8%
Industrial	4.5%	10.0%	15.0%
Comercial + Público	3.9%	8.8%	13.2%
Residencial	9.0%	12.4%	15.9%
TOTAL	4.0%	9.7%	15%

Fonte: EPE 2014, PNE 2050.

Média Ponderada à Estrutura Setorial de FOR (*)

Ano	2020	2030	2040
Média Ponderada	4.4%	10.3%	16.8%

(*) – Média ponderada, utilizando os ganhos percentuais estimados pelo PNE 2050 à estrutura setorial de Fortaleza

Fonte: Elaboração própria.

Meta: Ganho de Eficiência Energética em 2040 de 20%

Isto é, o montante da energia a ser evitada em 2040 pelos resultados das medidas de eficiência energética acumulados entre 2015-2040 deverá representar 20% do consumo energético deste ano. É uma antecipação de 10 anos da meta nacional.

Potencial da Geração de Energia a partir de RSU



- Uma importante porção do RSU gerado no Ceará é destinada aos chamados lixões, onde 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.
- Em tese, a atividade de lixões é considerada ilegal desde 2014. A Lei Federal 12.305/10 obriga que o RSU, e somente aquele sem qualquer utilidade 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, RSU é um ativo energético



- Em 2011, o aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos ofertou 90 TWh de eletricidade no mundo, processando 200 milhões de toneladas em cerca de 2.000 usinas. Os países com maior participação neste aproveitamento são Estados Unidos (28%), Alemanha (20%) e Japão (10%).
- 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 possui 1.800-2.200 kcal/kg de poder calorífico. Estima-se que se gere em média, 0,8-1 kg de RSU por dia por habitante.
- 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.

De passivo ambiental, RSU é um ativo energético



biodigestão



recuperação de gases de aterros



incineração



processos termoquímicos intermediários

- Cada um com suas vantagens e desvantagens quanto a:

- Qualidade requerida na matéria prima
- Escalabilidade
- Rendimento energético
- Estágio de desenvolvimento tecnológico
- CAPEX/MW
- Qualidade e quantidade dos rejeitos gerados
- OPEX/MWh
- Qualidade e quantidade das emissões gasosas

Quanto custa produzir 1 MWh a partir de RSU?

- RSU são combustíveis que possuem valor realçado pelas suas “Externalidades” devendo cumprir as missões ambiental, social e econômica.
- A pergunta deve ser:

Quanto custa não produzir 1 MWh a partir de RSU?

- A própria inexistência de empreendimentos que viabilizem uma solução tão óbvia para um problema tão urgente já sugere que existem barreiras importantes à sua implementação.
- Podem ser citadas algumas medidas em prática em outros países, que podem viabilizar este modelo de geração no Brasil, a luz dos incentivos que são atualmente praticados e que viabilizam muitas das indústrias de energias, inclusive do petróleo, comercialmente existentes hoje.
 - Obrigação de compra proporcional pelas concessionárias,
 - tarifação 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 de suprimento de RSU

De passivo ambiental, RSU é um ativo energético

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	%

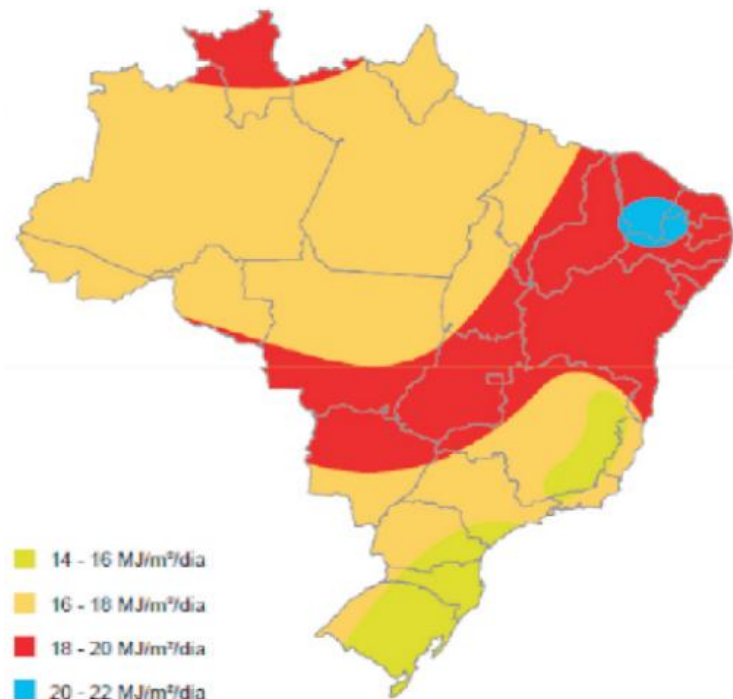
Fonte: Elaboração própria

- O rendimento energético global do processo pode variar entre 20 e 35%, cada opção tecnológica tendo suas vantagens e desvantagens técnicas, econômicas e ambientais. 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.

Meta: 100% do aproveitamento energético dos resíduos gerados não-reciclados em 2040

Potencial da Energia Solar em FOR

“(...) 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.” (AIE)



- O potencial de geração efetiva de energia solar na região litorânea do Estado é de entre 18 a 20 MJ/m²/dia .
- Uma ocupação hipotética de 2% do município de Fortaleza apenas com sistemas fotovoltaicos de micro/minigeração distribuída tem um potencial de gerar cerca de 10 mil GWh/ano, o equivalente a ao consumo elétrico do município em 2040 pelo Cenário 1

Descrição	Valor	Unidade
Área Total do Município de Fortaleza	315	km ²
Intensidade média de irradiação solar útil	18	MJ/m ² /dia
Potencia útil específica de geração de energia solar	2,1	MW/ha
Hipótese de ocupação pela capacidade instalada de geração de energia solar	2,0	%
Hipótese de área ocupada com capacidade instalada de geração de energia solar	629,8	Hectares
Potência útil de geração de energia elétrica total	1.312	MW
Energia a ser gerada em 1 ano	11.500	GWh/ano
Energia consumida na RMF em 2013	6.610	GWh/ano
Demanda elétrica projetada para 2040, pelo Cenário 1	10.630	GWh/ano

Fonte: elaboração própria

Micro e minigeração distribuída



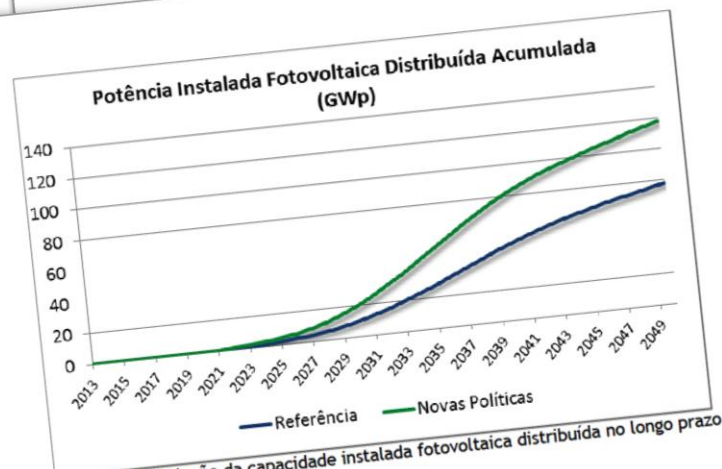
- Resolução Normativa no. 482/2012: (a) condições gerais para o acesso de micro e minigeração aos sistemas de distribuição de energia elétrica; (b) sistema de compensação entre consumo e geração.
- Potência instalada < 100 kW \rightarrow microgeração; 100 kW $<$ Potência Instalada < 5 MW \rightarrow minigeração
- Saldo positivo (geração – consumo) tem prazo de validade de 36 meses para abatimento na conta de energia, não podendo ser revertido em dinheiro.
- Surgimento crescente de fornecedores de serviços e equipamentos.
- A iniciativa é do consumidor. Ausência de linhas de financiamento específicos e falta de conhecimento do potencial de geração e retorno do investimento são as principais barreiras percebidas.
- Até maio de 2015, 68 empreendimentos na RMF ou 302 kW. 70% residencial. 80% fotovoltaico. 62% em Fortaleza.

Oportunidades para Avanço da micro e minigeração distribuída

Tabela 38- Perspectiva de redução de custos dos sistemas fotovoltaicos (R\$/Wp)

	2013	2020	2030	2040	2050
Residencial	7,0	4,4	3,2	2,7	2,3
Comercial	6,5	4,2	3,0	2,5	2,1
Industrial	6,0	3,4	2,7	2,3	2,0

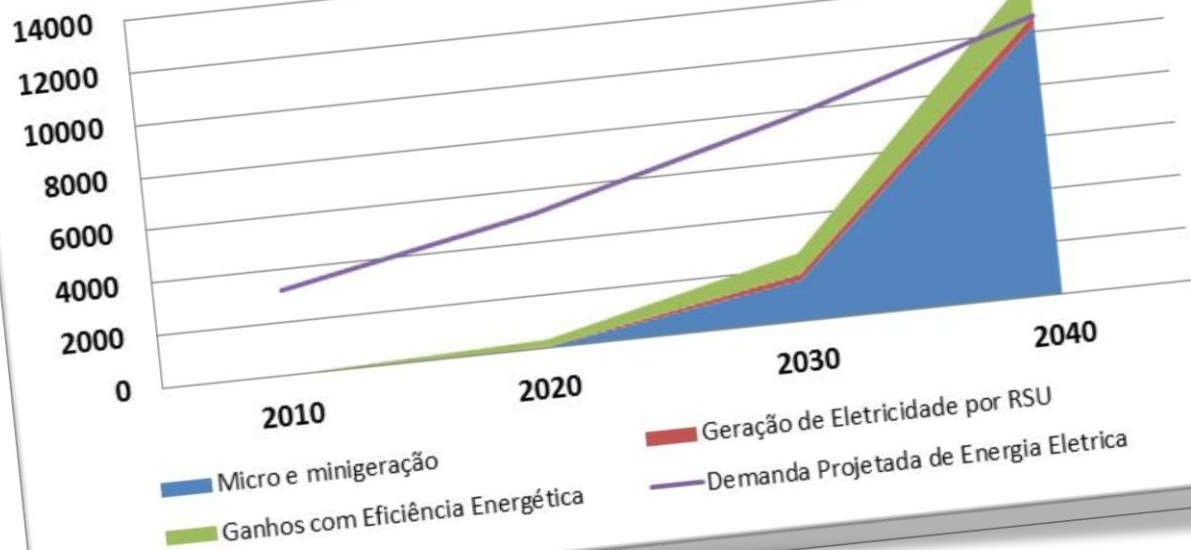
Fonte: Elaboração EPE com base em IEA (2012).



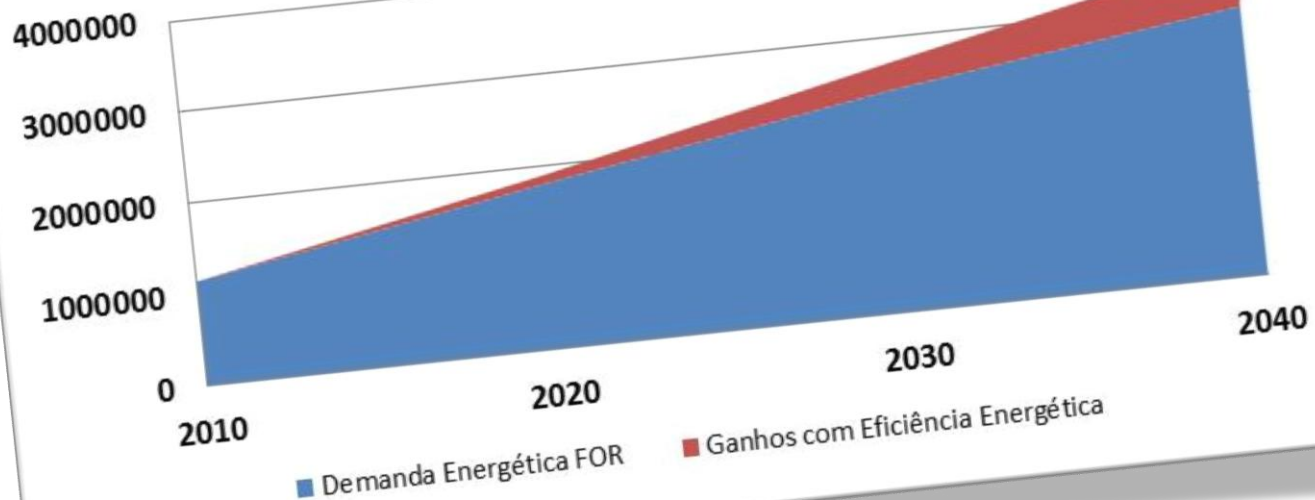
- A micro e minigeração distribuída pode representar entre 6 e 9% da matriz energética brasileira (EPE PNE 2050).
- Popularização do conhecimento sobre os benefícios da micro e minigeração distribuída. Aperfeiçoamento dos incentivos ao investimento em microgeração.
- Expectativa de redução nos custos de implantação e aumento na eficiência energética dos sistemas fotovoltaicos.
- Aperfeiçoamento da legislação, para que permita a comercialização do saldo positivo de geração distribuída.

Meta: Fortaleza será exportadora líquida de energia elétrica em 2040

Demanda, Geração e Ganhos de Eficiência em Energia Elétrica (GWh)



Projeção Ganhos de Eficiência Energética (tep)



Expedito José de Sá Parente Júnior
expedito.parente.jr@gmail.com
+55 85 9 8131 6602