

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – UPFR
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

LUIZ GUSTAVO MACHADO LANDGRAF

ELASTICIDADES PREÇO E RENDA DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA ENTRE 1996 E 2016 –
TENDÊNCIAS E RESULTADOS

CURITIBA

2019

LUIZ GUSTAVO MACHADO LANDGRAF

ELASTICIDADES PREÇO E RENDA DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA ENTRE 1996 E 2016 –
TENDÊNCIAS E RESULTADOS

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Leite Kremer

CURITIBA

2019

TERMO DE APROVAÇÃO

LUIZ GUSTAVO MACHADO LANDGRAF

ELASTICIDADES PREÇO E RENDA DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA ENTRE 1996 E 2016 –
TENDÊNCIAS E RESULTADOS

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Ciências Econômicas, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Prof. Dr. Rodrigo Leite Kremer Orientador – Departamento de Economia, UFPR

Prof. Dr. José Guilherme Silva Vieira – Departamento de Economia, UFPR

Prof. Dr. Vinicius Klein – Departamento de Economia, UFPR

Curitiba, dezembro de 2019.

RESUMO

Desde o surgimento das primeiras aplicações nacionais da eletricidade ao final do século XIX, para a finalidade quase exclusiva de iluminação pública em substituição ao óleo de baleia ou o querosene iluminante, até os dias atuais (onde os consumidores podem gerar sua própria energia elétrica, em alguns casos podem escolher livremente o fornecedor da energia elétrica, entre outros exemplos de evoluções permitidas pela regulamentação e tecnologia atual), o setor elétrico brasileiro passou por várias fases e períodos da história brasileira, acompanhando o crescimento do país e sempre se utilizando de conceitos e modelos técnicos e econômicos que estão em permanente atualização e aprimoramento.

Após descrever os cenários, fatos marcantes, períodos e fases do setor elétrico ao longo dos anos de sua existência no Brasil, esse trabalho tem como objetivo estimar as elasticidades preço e renda da demanda das três maiores classes de consumidores de energia elétrica do Brasil (residencial, comercial e industrial) no período de 1996-2016.

Estimativas sobre as elasticidades do consumo de energia elétrica são fundamentais para prevermos a necessidade futura desse insumo essencial, principalmente em um cenário de crescimento econômico, onde é preciso planejar com grande antecedência para ser atingido o nível de produção adequado que o país necessita.

Sumário

INTRODUÇÃO	6
Breve História do Setor Elétrico Brasileiro	7
Fatos Marcantes na Década de 60	13
Criação do Ministério das Minas e Energias – MME	13
Criação do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE	14
Criação e Breve História da ELETROBRÁS	15
Auge e Fim do Modelo Estatal Verticalizado	17
Outros fatores e teorias relacionados	24
Alternativas à hidroeletricidade	25
O modelo de Hottelling	26
Novas e gigantes reservas de gás	27
A garantia física das usinas hidrelétricas	27
Novas tecnologias a caminho	29
Térmicas à Biomassa	30
Fusão nuclear	30
Novas descobertas	30
Geração distribuída e a energia solar	31
Mercado Cativo e o Mercado Livre de Energia	32
Consumidores Cativos e Consumidores Livres ou Especiais	33
Modelo econômico	34
Mercado livre	34
Leilões de Energia	34
Eficiência Energética	35
ELASTICIDADES: TEORIA E APLICAÇÃO	36
A Elasticidade-Preço da Demanda e Seus Determinantes	36
Disponibilidade de Substitutos Próximos	37
Bens Necessários versus Bens Supérfluos	37
Definição do Mercado	37
Horizonte de tempo	38
Calculando a Elasticidade-Preço da Demanda	38
A Elasticidade-Renda da Demanda	39
DADOS NUMÉRICOS DE 1995 A 2016	39
PERÍODOS ESTUDADOS, CARACTERÍSTICAS E CONTEXTUALIZAÇÃO	42
Período 1965 – 1995	42
Período 1996 – 2016 → Período estudado na monografia / TCC	42

CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
ANEXOS	48
Anexo 1 – Dados Gerais do Trabalho – Elasticidades preço e renda da Demanda de Energia Elétrica no Brasil.....	49
Anexo 2 - Consumo de Energia Elétrica no Brasil 1995 – 2016.....	51
Anexo 3 – Consumo Total de Energia Elétrica no Brasil de 1995 a 2016 em gigawatts-hora.	54
Anexo 4 – Produto Interno Bruto Acumulado do Brasil de 1995 a 2016 em bilhões de dólares	55
Anexo 5 – Crescimento Percentual do Consumo de Energia Elétrica no Brasil de 1995 a 2016	56
Anexo 6 – Tarifas Médias por Classe de Consumo de 1995 a 2017 em Reais por Megawatt-hora	57

INTRODUÇÃO

Inúmeros trabalhos e publicações que trataram o assunto elasticidades preço e renda da demanda de energia elétrica nos mostram uma convergência dos resultados, tendência que é cada vez mais consolidada nos estudos de longo prazo. O mesmo tema quando tratado em outros países, também traz resultados compatíveis com o caso brasileiro.

Podemos citar fatores importantes: o nível de renda per capita do país, o nível de consumo de energia per capita da população, a universalidade do suprimento de energia, os níveis de preços da energia elétrica e de outros insumos energéticos substitutos, o nível social da população, o nível tecnológico da indústria ou do país como um todo, são fatores importantes e podemos concluir que países com semelhanças nesses itens, são países que possuem resultados próximos em suas elasticidades preço e renda do consumo de energia elétrica.

Faremos um breve retrospecto histórico sobre o setor elétrico brasileiro, relatando os fatos marcantes que impactaram sobremaneira o setor e as decisões que foram tomadas pelos governos ao longo dos anos (que definiram as características fundamentais do setor elétrico e energético brasileiro), para assim situarmos em que contexto estamos, o quão maduro ou desenvolvido está nossa indústria da eletricidade.

Para o cálculo das elasticidades de longo prazo que iremos tratar, do período de 1996 a 2016, são utilizados dados oficiais de consumo de energia elétrica no Brasil, tarifas do mercado regulado (autorizadas pela ANEEL) e nível do produto nacional (PIB).

Os resultados encontrados para o período e a tendência futura, são reforçados pela disseminação e a eficácia de programas de conservação e consumo consciente de energia (programas de eficiência energética), regulamentações e incentivos governamentais sobre a geração própria de energia (micro e mini geração distribuída), maior oferta de energéticos substitutos como o gás natural, e a popularização de novas tecnologias e novos equipamentos cada vez mais acessíveis e eficientes do ponto de vista eletro energéticos.

Breve História do Setor Elétrico Brasileiro

Em 1879, ao final do século XIX, época imperial, surgiu a primeira instalação elétrica do Brasil com a iluminação interna da estação central da ferrovia D. Pedro II, atualmente Central do Brasil.¹ Sobre este fato e momento histórico nacional e de grande pioneirismo, podemos citar:

“De fato o Brasil foi um dos países pioneiros na implantação da energia elétrica como negócio e isso se deveu a Dom Pedro II, que era um grande incentivador das novas descobertas. Em 1872, ele instalou um cabo telegráfico ligando o Brasil à Europa, e desde então ficava cada vez mais ligado no que acontecia pelo mundo”, explica Renato Diniz, pesquisador da história da energia elétrica. Segundo o historiador, em 1879, no mesmo ano que o norte-americano Thomas Edison finalizava o desenvolvimento da lâmpada elétrica incandescente, uma de suas mais famosas invenções, o governo brasileiro já programava a instalação da tecnologia em estações ferroviárias fluminenses.

Em 1889 deu-se o início da operação comercial da primeira hidrelétrica do Brasil e da América Latina, a Usina de Marmelos, idealizada pelo industrial mineiro do ramo de tecidos Bernardo Mascarenhas, nas águas do Rio Paraíba, na Zona da Mata mineira. O industrial mineiro conheceu na Europa novas tecnologias que substituíam o trabalho manual nos teares por eletricidade. Além de modernizar sua fábrica de tecidos, firmou contrato com a Prefeitura de Juiz de Fora para o fornecimento de luz na cidade, substituindo a iluminação a gás por elétrica. Com a concessão garantida pela prefeitura, Mascarenhas criou a Companhia Mineira de Eletricidade (CME) de Juiz de Fora, que passou a fornecer energia elétrica para a cidade e lugares da região. O sucesso do negócio acelerou o processo de eletrificação no Brasil, que passou a olhar para seus rios como fonte de uma riqueza que iria além da pesca e mobilidade.²

Deste modo, podemos notar que houve um hiato muito pequeno entre a invenção da lâmpada, a fundação da 1ª central americana e a entrada em operação da primeira central brasileira; o que demonstra o grau elevado de contemporaneidade da indústria de suprimento de eletricidade do Brasil que, desde os seus primórdios, teve como traço marcante do seu desenvolvimento, justamente, a busca desta contemporaneidade³.

Outras usinas começaram a ser construídas no final do século 19 e décadas seguintes, motivadas principalmente pela iniciativa de grandes empresários brasileiros que contavam com o bom momento econômico propiciado pelas lavouras de café. Os estados de Minas Gerais e São Paulo foram os pioneiros na construção de usinas que iam se espalhando pelas cidades. Capitalistas locais assinavam contratos de concessão com as prefeituras e depois seguiam para os municípios vizinhos. Aproveitando as características naturais do país, com muitos rios e cachoeiras, o desenvolvimento se deu rapidamente nas primeiras décadas do século 20, e atraiu novos investimentos de grupos internacionais.

As grandes e promissoras cidades de São Paulo, Rio de Janeiro e algumas cidades mineiras, estavam na vanguarda da modernidade e crescimento econômico, conseqüentemente, eram as localidades com maior emprego da energia elétrica.⁴ Já se destacava no período a forte

¹ MEMÓRIA DA ELETRICIDADE. www.memoriadaeletricidade.com.br/institucional/retrospectiva/

² FAINZILBER, Abrahão. Energia Elétrica. Biblioteca Educação é Cultura, vol. 4. Rio de Janeiro: Bloch; Brasília: MEC-MME, 1980. p. 20-36.

³ QUEIROZ, Helder et. al. Economia da Energia, 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. cap. 3.7.2, posição 11268, ref. (48)

⁴ QUEIROZ, Helder et. al. Economia da Energia, 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. cap. 3.7.

presença da empresa canadense Light S.A., que prosperava seus negócios de maneira um tanto agressiva, pois normalmente ampliava seus negócios comprando empresas menores que estivessem explorando a produção ou os serviços de eletricidade próximos de sua área de atuação, entre outras práticas, como por exemplo; a “guerra” de preços que forçava a eliminação dos concorrentes menores. Sobre este tema, temos o exemplar trabalho do professor Dr. Alexandre Macchione Saes⁵.

No começo do século XX, a legislação e a regulamentação sobre os serviços de energia elétrica eram muito insipientes, praticamente sem efeito ou quase inexistentes. Os preceitos liberais da constituição de 1891 defendiam a ideia da livre iniciativa e concorrência, com proibição para os privilégios, e legava aos municípios a responsabilidade sobre os contratos e fiscalização dos serviços de energia. Eram então, os municípios que concediam as permissões, regulamentavam e fiscalizavam esses serviços. O Decreto nº 5407 de dezembro de 1904, promulgado pelo presidente Rodrigues Alves, definia apenas linhas gerais; como o prazo máximo de concessão de 90 anos, com reversão automática e sem indenização do patrimônio para a União e revisão de tarifas a cada cinco anos.

A exploração do mercado de energia elétrica, um negócio altamente promissor e fundamental ao crescimento das modernas cidades, se desenvolvia em meio a relação de poder local entre os prefeitos, vereadores, políticos e empresários influentes, que nem sempre mantinham uma relação das mais amistosas e com visão de políticas públicas, pois imaginemos como seriam os pleitos para reajustes das tarifas, já que eram previstos reajustes apenas de cinco em cinco anos e as empresas enfrentavam períodos de inflação, desvalorização cambial, altos e baixos da economia, sobretaxa à importação de equipamentos, entre outros problemas recorrentes.

Fato muito comum naquela época era a existência das “cláusulas ouro” (que com o passar dos anos acabou entrando em desuso), que indexavam os reajustes tarifários na cotação do nobre metal, que era a moeda forte e universalmente aceita. Por esse mecanismo, as tarifas eram definidas parte em moeda corrente e parte em ouro. Assim, o ouro, com cotação média mensal, tinha sua variação incorporada às tarifas de energia elétrica. Foi a forma encontrada naquela época para atualização monetária dos serviços de eletricidade.⁶

Neste primeiro momento que vai até os anos 1930, o setor elétrico brasileiro era como um “arquipélago de ilhas elétricas” autorizadas e fiscalizadas geralmente pelo poder municipal ou estadual, sob regulamentações mínimas. Neste período o Brasil era essencialmente agrário e estávamos muito longe da universalização do consumo de energia elétrica, ficando essas ilhas restritas às cidades mais desenvolvidas, que já possuíam indústria, comércio, iluminação e transporte públicos.

O Brasil não diferia do restante do mundo, no sentido de que a energia elétrica era vista inicialmente como luxo, acessível apenas aos indivíduos e regiões mais ricas.⁷ A associação da eletricidade com o progresso e pujança econômica fazia parte de uma relação de causalidade, ou seja; o progresso e o desenvolvimento econômico traziam junto o acesso à eletricidade, porém, mais alguns anos à frente, ocorreu uma inversão da causalidade, onde o acesso a eletricidade passa ser condição necessária para o desenvolvimento. Se num primeiro

⁵ SAEZ, Alexandre Macchione. Luz, leis e livre-concorrência: conflitos em torno das concessões de energia elétrica na cidade de São Paulo no início do século XX. HISTÓRIA, São Paulo, 28(2): 2009.

⁶ QUEIROZ, Helder et. al. Economia da Energia, 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. caps. 3.7.1., pos. 11307.

⁷ QUEIROZ, Helder et. al. Economia da Energia, 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. caps. 3.7.2.

momento a eletricidade era motivada pelo progresso e pelo enriquecimento, em um segundo momento ela passa a ser fundamental para a existência desse desenvolvimento. Esse fenômeno e essa transição que ocorreram nos países mais avançados, também ocorreram no Brasil, permanecendo a forte correlação entre eletricidade e o sucesso econômico.

No Brasil do começo do século XX, ocorria um processo de urbanização, representado principalmente pelas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro, com aumento sistemático do consumo de eletricidade. O capital advindo das recentes indústrias de transformação e também dos serviços públicos de iluminação e transporte elétricos, sustentava e gerava o crescimento das empresas produtoras e distribuidoras de energia, que viviam inseridas em um novo mercado promissor e independente do capital associado às tradicionais atividades agroexportadoras. Esse novo mercado promissor chamou atenção de empresários e investidores estrangeiros, que se interessaram pela participação no processo de modernização e industrialização do país.

Coube a duas empresas estrangeiras canadenses o maior destaque no setor elétrico brasileiro daquela época, unificadas em 1904 como uma Holding, a “Brazilian Traction, Light and Power Company Limited”, mais conhecida como “Light”, operava no Rio de Janeiro e em São Paulo, cidades vizinhas e outras cidades que já apresentavam boa infraestrutura e desenvolvimento, ou seja, ela estava nas maiores e mais promissoras áreas urbanas do país. No ano de 1923, tivemos a chegada de outra importante indústria elétrica estrangeira no país, a AMFORP – American & Foreign Power, que era braço da empresa americana Electric Bond & Share Corporation. A AMFORP no Brasil criou mais duas companhias elétricas, a Empresas Elétricas Brasileiras (CAEEB) e a Companhia Brasileira de Força Elétrica, com atuação forte no interior paulista e todas as demais capitais do nordeste e sul do país, áreas que ainda não estavam sobre forte domínio da Light.⁸

Alinhada com o consumo crescente, a produção de energia elétrica no país foi muito acelerada, especialmente após 1900 e com a chegada das empresas estrangeiras, com expertise e recursos disponíveis. Em 1883, a capacidade instalada era de 52 quilowatts [kW] (aproximadamente 71 cavalos vapor), em 1890 já atingia 1.267 [kW], passando para 10.376 [kW] em 1900. No ano de 1910 chegou a 152.401 [kW] e em 1920 superou os 367.000 [kW] ou 367 megawatts [MW] (em torno de 500 mil cavalos vapor), uma potência bastante considerável até mesmo para os dias atuais.⁹

Uma importante e peculiar característica da geração elétrica do país é o fato da geração hidráulica se consolidar, respondendo por uma participação de meros 20% em 1890, saltando para 51% em 1900 e para 82% em 1910, permanecendo com um alto percentual na matriz elétrica nacional até os dias atuais. Dessa forma, constatamos que a opção natural pela geração hidráulica marcou toda a evolução do setor elétrico do país, em contraste com a opção térmica a carvão, ainda majoritária na maioria dos países do mundo (como curiosidade, o carvão ainda supre aproximadamente 80% da geração elétrica mundial no ano de 2018). A matriz nacional pode-se dizer que permanece sendo uma matriz limpa, com ampla participação de fontes renováveis (hidráulica, solar, eólica e biomassa) suprindo mais de 70% da carga ainda nos dias atuais (2018). Esse fato, devido às características tropicais e dimensões

⁸ QUEIROZ, Helder et. al. Economia da Energia, 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. caps. 3.7.2., pos. 11293.

⁹ QUEIROZ, Helder et. al. Economia da Energia, 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. caps. 3.7.2., pos. 11305.

continentais do país; com abundância de rios, sol, vento e massa vegetal, torna o país destaque no cenário mundial, onde buscamos cada vez mais uma economia limpa, renovável e de menor dependência dos combustíveis fósseis (economia de baixo carbono).

Apesar das qualidades inquestionáveis da geração renovável e limpa, fato importante a salientar é que a introdução das energias renováveis, que são intermitentes, constitui-se no maior desafio enfrentado pelo setor elétrico desde o seu nascimento no final do século XIX até os dias atuais. As fortes estiagens sempre causaram prejuízos no suprimento de energia e só foram minimizadas quando inauguraram as grandes hidrelétricas com enormes reservatórios acumuladores. Infelizmente, esse tipo de solução e aproveitamento já não existe mais.

A partir de 1930 iniciou-se um novo momento do setor elétrico brasileiro (segundo período ou fase do setor elétrico), marcado por profundas transformações do setor e também do país como um todo. Período este que se estendeu até o início dos anos 1990.

Com a nova constituição de 1934, sob o governo de Getúlio Vargas, o país buscou uma mudança de paradigma e adotou uma política mais desenvolvimentista e intervencionista sobre qualquer tema considerado de interesse público e nacional. Temos como marcos da década de 30 além da nova Constituição, a promulgação do Código das Águas de 1934 – que atribuiu à União o poder de conceder ou autorizar o aproveitamento de energia hidráulica – e a criação do Conselho Nacional das Águas (CNAE), que regulamentava tarifas e o suprimento de energia. Fato notável (Marco) foi a contemporaneidade do decreto nº 24.643 de 1934, conhecido como Código das Águas, pois estava alinhado com o que estava ocorrendo nos países mais avançados e desenvolvidos daquela época.¹⁰

O modelo do setor elétrico, antes liberal, passou a ser conduzido por um Estado empreendedor, com objetivo de aumento acelerado da expansão de oferta de energia, que só ocorreu de fato, após a Segunda Guerra Mundial. Durante a década de 30, após a grande depressão americana e mundial, a situação externa não estava nada favorável, os lucros com o café e com a exportação de produtos primários haviam diminuído e o Brasil sofria com crises políticas, institucionais e econômicas.

As empresas de energia privadas, naquela época, já não estavam 100% alinhadas com o interesse público e com a necessidade nacional de serem as peças fundamentais do mecanismo econômico e político de aceleração do crescimento que o país buscava. Em um momento de desarranjo econômico, pós a grande depressão de 1930, a economia do país estava em dificuldades, a moeda desvalorizada e ainda eram impostas sobretaxas nos equipamentos e materiais elétricos, que eram totalmente importados. Nesse cenário, naturalmente as empresas de energia estavam em situação difícil, ainda mais se imaginarmos que os reajustes tarifários eram previstos apenas de cinco em cinco anos. Pleitos e clamores das empresas de energia não eram atendidos pelo poder concedente, gerando inúmeros conflitos de interesse. Do ponto de vista do governo nacional, ainda pesavam contra as companhias de eletricidade privadas o fato de priorizarem apenas os grandes centros com maior consumo de energia, pois eram os mercados mais lucrativos, deixando de lado as médias e pequenas cidades, que ficavam sem acesso à energia, além da busca incessante por lucros e a permanente remessa de capital ao estrangeiro, num momento em que o país atravessava dificuldades.

¹⁰ QUEIROZ, Helder et. al. Economia da Energia, 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. caps. 3.7.3., pos. 11332.

O Brasil buscava uma saída para a crise e a política estruturante, desenvolvimentista e nacionalista da era Vargas precisava de forte investimento em geração de energia, transmissão e distribuição, com a expansão do setor elétrico como um todo, eletrificação em massa das cidades, e por fim, ainda que distante, sonhava com a universalização do consumo de energia elétrica entre as diversas regiões do vasto país. Estavam ocorrendo mudanças profundas no interior da estrutura produtiva brasileira, com o surgimento das indústrias de base e indústrias de bens de consumo duráveis, que necessitavam de energia abundante.

Neste momento estratégico, de necessidade de voltar a crescer, as empresas privadas de energia não podiam desempenhar esse protagonismo de tamanha reponsabilidade e envergadura (nem tinham condições para tanto, pois passavam por um momento de dificuldades financeiras). Durante a década de 30, o governo brasileiro, assim como também fizera o governo dos EUA, utilizou-se fortemente de conceitos Keynesianos, para superar a crise em que o país vivia. Décadas mais tarde, foi comprovado que os pesados investimentos no setor elétrico impactavam fortemente o crescimento do PIB, gerando, multiplicando e agregando valor, em uma cadeia virtuosa de progresso. A energia elétrica naquela época de forte crescimento operava segundo a Lei de Say, ou seja, a oferta “criava” sua própria demanda. Como resultado, podemos constatar que quanto mais se produzisse energia elétrica, mais havia consumo, pois tínhamos um mercado muito grande de demanda (quase infinito) a ser suprido.

Porém, os anos que sucederam a grande crise de 1930 não foram nada fáceis e os desafios foram enormes.¹¹ Fato determinante para a política de nacionalização do setor elétrico foi o início da 2ª Guerra Mundial, em setembro de 1939. Os anos de sua duração, até 1945, tornaram imperativo um grande esforço nacional no sentido de se produzir, no país, os bens cuja importação se tornara difícil ou impossível. Amplia-se a produção de matérias-primas para atender às necessidades bélicas das nações aliadas. O mercado interno expande-se e diversifica-se. No campo específico da energia, a redução das importações de petróleo e derivados força a pressão na demanda de eletricidade, que já vinha sendo solicitada pela expansão produtiva e pelo crescimento demográfico. A política nacional desenvolvimentista e de industrialização da era Vargas exigia um vigoroso incremento da oferta de energia, ao mesmo tempo em que estava limitado o lucro das empresas em 10%, reduzindo a atratividade dos novos investimentos pelo capital privado nacional e estrangeiro.

A produção de energia, entretanto, não consegue acompanhar o crescimento do consumo, pois o setor elétrico está com sérios problemas de investimentos necessários para a ampliação da capacidade geradora. As centrais geradoras existentes não eram suficientes para atender a demanda crescente e têm sua situação agravada pelas estiagens, que provocavam diminuição do volume dos reservatórios, conseqüentemente, diminuição da capacidade de geração de energia. A solução, drástica, adotada para enfrentar o déficit de produção de energia foi o racionamento, o qual sempre acarretava graves prejuízos à produção industrial e a vida social urbana. Para piorar a situação, os mais graves racionamentos ocorreram nas cidades do Rio de Janeiro, São Paulo, Belo Horizonte, Niterói e Vitória, onde se encontravam a maior parte das indústrias nacionais. Os problemas do setor se acentuam ainda mais devido ao sensível declínio dos investimentos provocado por altas taxas inflacionárias do período.

¹¹ FAINZILBER, Abrahão. Energia Elétrica. Biblioteca Educação é Cultura, vol. 4. Rio de Janeiro: Bloch; Brasília: MEC-MME, 1980. p. 27

O crescimento do consumo de energias modernas era elevado, principalmente depois de 1945. O período de 1944-1955, o consumo de carvão mineral, derivados de petróleo e de hidroeletricidade registrou uma taxa média de crescimento de 14% a.a.¹² (MELO et. al. 1994)

Diante desses fatos, o Governo cria em 1946 o Plano Nacional de Eletrificação, que traçou as diretrizes para o desenvolvimento do setor energético brasileiro para as próximas três décadas, e estabeleceu a criação do Fundo Federal de Eletrificação, constituído fundamentalmente pela cobrança do Imposto Único sobre Energia Elétrica, recolhido nas próprias faturas de energia. Parte da arrecadação desse imposto sobre o consumo fica destinada ao recém-criado Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico – BNDE (futuramente virá a ser o atual BNDES), que utilizará esses recursos para financiamento, prioritariamente, de novos empreendimentos de geração e outros programas fundamentais e urgentes. Também repassará aos estados, respectivas quotas financeiras para serem aplicadas no setor elétrico. Assim, praticamente todos os grandes empreendimentos do setor elétrico nacional implantados após 1955 têm o apoio do BNDE, seja na forma de financiamento, participação acionária ou garantia financeira em nome do próprio banco ou do Tesouro Nacional. Anos mais tarde, este papel de financiador e de principal acionista do setor elétrico, passa a ser assumido pela Eletrobrás, criada em 1962, que irá consolidar a estrutura financeira, com fortalecimento do Fundo Federal de Eletrificação e criação do Empréstimo Compulsório.

A primeira ação direta do governo federal na produção de energia elétrica ocorreu no final do Governo Vargas, através do Decreto-lei 8.301 de outubro de 1945, que criou a Companhia Hidroelétrica do São Francisco – CHESF. A criação da usina de Paulo Afonso, no município baiano de mesmo nome tinha como meta levar energia barata a uma região carente. O projeto foi um enorme sucesso, pois devido às ótimas características naturais do rio São Francisco e da geografia do local, esta obra teve baixo custo e alto retorno. Foi possível atingir a meta inicial de levar desenvolvimento a uma região pobre e ainda custear novos projetos na região, sem comprometer o orçamento federal. Uma combinação viável e feliz de energia barata com melhoria das condições econômicas e sociais de uma região carente, promovendo desenvolvimento e o bem-estar da população. A experiência bem sucedida da CHESF caracterizou mais um sofisticado componente de responsabilidade do setor elétrico daquela época; a intervenção estatal como uma forte aliada do combate ao atraso e a pobreza. Nesse sentido, muitos governos estaduais criaram suas próprias companhias de eletricidade, buscando repetir a exitosa experiência.

Entre os anos de 1950 e 1955 ocorreram novas estiagens no sudeste, com racionamentos na Light Rio, Light São Paulo, Cia. Força e Luz Minas Gerais e Cia. Brasileira de Energia Elétrica. Esses constantes racionamentos de energia e a escassez de recursos financeiros comprometem a capacidade das empresas privadas de atender até mesmo os programas emergenciais de suprimento. O desgaste popular pelas empresas privadas e a crescente campanha nacionalista em defesa do monopólio estatal (iniciado com a campanha “O petróleo é nosso”), constituiu um marco na história social brasileira, de duas décadas de debates entre propostas privatistas e nacionalistas a respeito da indústria brasileira do petróleo. A indústria de eletricidade também estava inserida nesse debate e fazia parte dessa mesma vontade nacional.¹³

¹² MELO, H. et. al. Vargas e a Crise dos Anos 50. Rio de Janeiro, Relume-Dumará, 1994, pos. 6951.

¹³ QUEIROZ, Helder et. al. Economia da Energia, 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. cap. 2.7.1, pos. 6951.

Após um processo longo de concentração, pressão política, regulamentação e estatização de empresas privadas o governo brasileiro se encarregou por completo da organização do setor energético através da produção pública de energia ao longo do século XX, até o início do processo de abertura nos anos 1990. Neste período foram estatizadas praticamente todas as empresas de eletricidade. Nesse contexto, foram criadas as companhias estaduais e federais de eletricidade, muitas das quais conhecemos até hoje. Podemos citar a CHESF fundada em 1945, a CEMIG em 1952, COPEL em 1954, FURNAS em 1957, ELETROBRÁS em 1962, entre tantas outras.¹⁴

Essa intervenção federal estatizante mudou consideravelmente o nível de desenvolvimento da indústria elétrica brasileira, levando-a a um novo patamar de escala e coordenação institucional, compatível com o novo padrão de desenvolvimento dessa indústria no mundo.¹⁵

Além de planejar globalmente o setor elétrico e empreender sua expansão e interligação entre as mais diversas regiões do país através de longas linhas de transmissão, a grande dificuldade sempre foi o financiamento do processo, haja vista que a indústria da energia é intensiva em capital. A criação do Fundo Federal de Eletricidade (FFE) com recursos provenientes do Imposto Único sobre Energia Elétrica (IUEE) de 1955 garantiria o avanço do plano e a possibilidade de serem construídas grandes e custosas obras de hidrelétricas e sistemas de transmissão. Os recursos financeiros foram administrados originalmente pelo BNDE, que se tornou até 1963, junto com o Departamento Nacional de Águas e Energia (DNAE), o principal financiador do setor elétrico, e após, ficando essa tarefa à cargo da Eletrobrás.

Essas iniciativas governamentais adquirem importância fundamental para o desenvolvimento do setor elétrico, criando oportunidade para a instalação no país da indústria de equipamentos elétricos e mecânicos, através da qual foram conseguidos altos índices de nacionalização dos equipamentos e materiais empregados na geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Contribuição ímpar, decorrente da atuação governamental, foram, sem dúvida nenhuma, o progresso, afirmação e projeção internacional da nossa engenharia e nossas expertises econômicas e financeiras, de planejamento e de execução para a realização dos vultosos projetos das grandes hidrelétricas brasileiras, que geravam milhares de empregos, renda, desenvolvimento e inúmeras externalidades positivas.¹⁶

Fatos Marcantes na Década de 60

Criação do Ministério das Minas e Energias – MME

Em 1960 foi criado o Ministério das Minas e Energias, responsável pela elaboração da política energética do país, recebendo as funções que anteriormente eram exercidas pelo Ministério da Agricultura.¹⁷

¹⁴ MEMÓRIA DA ELETRICIDADE. www.memoriadaeletricidade.com.br/institucional/retrospectiva/

¹⁵ QUEIROZ, Helder et. al. Economia da Energia, 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. cap. 3.7.3, pos. 11368.

¹⁶ FAIZILBER, Abrahão. Energia Elétrica. Biblioteca Educação é Cultura, vol. 4. Rio de Janeiro: Bloch; Brasília: MEC-MME, 1980. p. 29.

¹⁷ FAIZILBER, Abrahão. Energia Elétrica. Biblioteca Educação é Cultura, vol. 4. Rio de Janeiro: Bloch; Brasília: MEC-MME, 1980. pp. 52-53.

O MME foi criado pelo artigo 5º da Lei nº 3.782, de 22 de julho de 1960, tem a seu cargo o estudo e a solução dos problemas relativos à produção e comércio de minérios e de energia. É dever do Ministério definir as orientações básicas para os diversos setores de sua competência.

O artigo 5º da referida lei diz o seguinte: “É criado o Ministério das Minas e Energia, que terá a seu cargo o estudo e despacho de todos os assuntos relativos à produção mineral de energia.”

O artigo 6º da mesma lei enuncia: “É criado o cargo de Ministro de Estado das Minas e Energia, que terá as mesmas honras, prerrogativas e remuneração dos outros ministros de estado.”

Pelo artigo 7º são incorporados do Ministério das Minas e Energia os seguintes órgãos e repartições da Administração Federal:

- I. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica.
- II. Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica.
- III. Conselho de Minas e Metalurgia.
- IV. Conselho Nacional do Petróleo.
- V. Comissão de Exportação de Materiais Estratégicos.

Através do artigo 8º são incluídas na jurisdição do Ministério das Minas e Energia as seguintes entidades:

- I. Companhia Vale do Rio Doce S.A.;
- II. Companhia Hidrelétrica do São Francisco;
- III. Petróleo Brasileiro S.A.;
- IV. Comissão Nacional de Energia Nuclear;
- V. Comissão Executiva de Plano do Carvão Nacional.

O Ministério foi instalado em 1º de fevereiro de 1961, e seu funcionamento é regido provisoriamente por decreto de 29 de março de 1961.

Criação do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE

Desde a vigência do Código de Águas, criado em 1934, com objetivo de legislar sobre as Águas em geral e sua propriedade, a concessão de fiscalização dos serviços concedidos de exploração de energia elétrica pertenciam ao Serviço e depois, Divisão de Águas do Departamento Nacional de Produção Mineral, do ministério da Agricultura. Com surgimento do Ministério das Minas e Energia, para aí transfere esse órgão e sua responsabilidade.¹⁸

A implantação e a organização reais do Ministério ocorrem em 1965, pela Lei nº 4.904, e com esse fato os serviços de fiscalização da exploração da energia elétrica passam a ter nível e âmbito administrativo de departamento, criando-se então o Departamento Nacional de Águas e Energia, depois Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE. Este órgão é o responsável pelo planejamento, coordenação e execução dos estudos hidrológicos em todo o território. Também compete ao DNAEE supervisionar, fiscalizar e controlar o aproveitamento das águas que

¹⁸ FAINZILBER, Abrahão. Energia Elétrica. Biblioteca Educação é Cultura, vol. 4. Rio de Janeiro: Bloch; Brasília: MEC-MME, 1980. pp. 53-54.

têm alterado seu regime, bem como supervisão, fiscalização e controle dos serviços de eletricidade.

Em virtude da reforma administrativa nacional, efetivada pelo Decreto-Lei nº 200, em 1967, é extinto o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica.

As tarefas essencialmente executivas referentes ao setor de energia elétrica foram atribuídas, desde 1962, a ELETROBRÁS.

Criação e Breve História da ELETROBRÁS

Decorridos oito anos após ter sido encaminhada a mensagem ao Congresso Nacional, que propunha a criação da Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – ELETROBRÁS, foi ela constituída em 11 de junho de 1962, com capital totalmente subscrito pela União, representado por aplicação do Fundo Federal de Eletrificação na Companhia Hidro Elétrica do São Francisco – CHESF, Furnas Centrais Elétricas – FURNAS, Companhia Hidrelétrica do Vale do Paraíba – CHEVAP e Termelétrica Charqueadas S.A., tornando-as empresas controladas da ELETROBRÁS. Sociedade de economia mista, ela planeja e financia o programa de energia elétrica no país e coordena a sua execução, atuando como empresa Holding, banco de desenvolvimento, coordenadora dos sistemas elétricos integrados, órgão de planejamento, de assistência técnica e de gestão empresarial. Supervisiona as operações de suas empresas controladas, nos quais o Governo Federal é acionista majoritário, bem como participa em parte do capital de outras empresas de energia elétrica na qualidade de acionista minoritário.¹⁹

É também promotora do relacionamento do setor de eletricidade com a indústria de materiais e equipamentos, incentivando o desenvolvimento da indústria nacional ligado ao setor. Também é responsável pelas relações setoriais com outros países, promovendo acordos para exploração e intercâmbio de energia elétrica.

Por ocasião da criação da ELETROBRÁS o Brasil contava com a capacidade instalada de 4800 MW (lembre-se que em 1920 a capacidade instalada era de 367 MW) e vivia uma época de inflação galopante. Os índices de crescimento do parque energético e as exigências do desenvolvimento brasileiro evidenciam a necessidade de a empresa ser um instrumento do mais elevado nível técnico e capacidade de planejamento e execução, para promover adequadamente a política energética do país.

Dentre as empresas que inicialmente formaram a ELETROBRÁS apenas a CHESF e a Charqueadas produziam e vendiam a própria energia. No final de 1963 entrava em operação a usina de Furnas, mais um marco para o setor, com grande capacidade de geração e de reserva de água, devido ao enorme reservatório, incrementando estabilidade e segurança ao fornecimento de energia elétrica. Este quadro de empresas da ELETROBRÁS permaneceu até 1965, quando a mesma se tornou responsável pelo Fundo Federal de Eletrificação (então a cargo do BNDE – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico), passando a contar com algumas coligadas em virtude da transferência, pelo Banco, de ações creditadas aquele Fundo.

¹⁹ FAINZILBER, Abrahão. Energia Elétrica. Biblioteca Educação é Cultura, vol. 4. Rio de Janeiro: Bloch; Brasília: MEC-MME, 1980. p. 46.

Diante do tamanho da tarefa e ainda com limitação de recursos, foi reformulado o Imposto Único através da Lei 1156, instituído a Tarifa Fiscal e criado o Empréstimo Compulsório. De efeito, rapidamente a ELETROBRÁS se firma e desenvolve sua atuação como órgão executivo da política energética nacional, através do fortalecimento das empresas controladas e apoio às empresas coligadas.

Após 1964, a ELETROBRÁS tem decisiva atuação na implantação da realidade tarifária e na aquisição dos direitos e ações dos concessionários estrangeiros pertencentes à AMFORP – American Foreign Power Co. e BPCO – Brazilian Electric Power Co.

Já em 1965, quando da realização da Conferência Mundial de Energia, o Brasil era o 6º país mais populoso do mundo, o 19º em capacidade geradora instalada e o 49º em consumo per capita de energia. Esta situação deixava claro a enorme lacuna que ainda era necessário suprir no setor de energia elétrica. Um enorme desafio para compensar o atraso na geração e principalmente no baixo consumo de energia, que ainda estava distante da universalização do fornecimento.²⁰

Na região Centro Sul, por iniciativa da LIGHT, FURNAS e CEMIG e com a participação da ELETROBRÁS, é criado o Comitê de Estudos Energéticos da Região Centro-Sul, o qual inicialmente recebe colaborações da Organização das Nações Unidas – ONU. Mais tarde a ELETROBRÁS efetiva a criação de outros comitês para as regiões Sul, Nordeste e Amazônica. Os resultados dos levantamentos efetuados por esses comitês permitirão ao Ministério das Minas e Energia elaborar as linhas principais do fundamental “Plano Nacional de Energia Elétrica”.

Em 1968, mais um fato de relevância para o setor elétrico, é elaborado o primeiro Orçamento Plurianual do Setor de Energia Elétrica, o qual representa mais um importante elemento para o planejamento global do setor.

Também fez parte do planejamento da ELETROBRÁS, a interligação dos sistemas elétricos, principalmente nos estados do sudeste e do sul, sendo necessário para isso a padronização das frequências dos sistemas para 60 Hertz (60 ciclos por segundo) em todo o território nacional, já que alguns sistemas eram em 50 Hertz [Hz], como no caso da Light Rio. Essa interligação dos sistemas em extra alta tensão, constituiu num futuro próximo a espinha dorsal daquilo que viria a ser o novo sistema interligado nacional (como é até os dias atuais).

Em 1968, é criada a Centrais Elétricas do Sul do Brasil S.A. – ELETROSUL, para atuar na região Sul, com o objetivo de planejar, construir e operar sistemas elétricos de grande porte, e em 1972 é constituída a Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. – ELETRONORTE, para desempenhar as mesmas funções na região Norte do País, mais especificamente na exploração de recursos hídricos da região Amazônica. As duas empresas constituídas são braços executivos da ELETROBRÁS, pois devido as dimensões continentais do Brasil, a descentralização de algumas atividades foi necessária para dar o apoio e a resposta ao tamanho do desafio.²¹

Essas duas empresas, mais a CHESF na região Nordeste e FURNAS nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, integram o atual corpo de empresas regionais controladas pela ELETROBRÁS, que passa assim a atuar em todo o território nacional, contando ainda com empresas

²⁰ FAINZILBER, Abrahão. Energia Elétrica. Biblioteca Educação é Cultura, vol. 4. Rio de Janeiro: Bloch; Brasília: MEC-MME, 1980. p. 47.

²¹ FAINZILBER, Abrahão. Energia Elétrica. Biblioteca Educação é Cultura, vol. 4. Rio de Janeiro: Bloch; Brasília: MEC-MME, 1980. p. 48.

controladas de âmbito estadual, como a Espírito Santo Centrais Elétricas – ESCELSA, a Companhia de Eletricidade de Manaus – CEM. Em 1979, autorizada pelo Governo Federal, a ELETROBRÁS adquire as ações da Brascan Ltd., do Canadá, assumido o controle acionário da LIGHT Serviços de Eletricidade S.A., que atuava no eixo Rio-São Paulo (mais tarde transferindo a parte paulista para a CESP). Também houveram várias associações entre concessionárias de energia estaduais e a ELETROBRÁS, que assim também atuava na atividade de distribuição de energia.

Merece destaque especial a participação da ELETROBRÁS com 50% do capital da usina de Itaipu Binacional, com 14.000 MW instalados, formada pelo convênio de cooperação Brasil-Paraguai para aproveitamento do rio Paraná, e que ainda hoje é usina com a maior geração anual de energia elétrica do mundo. Também fato importante e estratégico assumido pela ELETROBRÁS é a atuação na geração de energia nuclear, através de sua subsidiária ELETRONUCLEAR.²²

Auge e Fim do Modelo Estatal Verticalizado

As principais características e fatos marcantes da segunda fase, de 1930 a 1990, ou segundo período do setor elétrico brasileiro foram: criação das grandes empresas nacionais, grandes obras (principalmente as hidrelétricas), planejamento técnico e econômico centralizado à cargo da ELETROBRÁS, política nacionalista e de substituição de importações, acelerado crescimento do setor elétrico, incremento constante na oferta de energia, incentivo ao consumo, busca permanente da universalização da oferta e do consumo de energia elétrica, entre outras características que nos permitem afirmar que se tratou da época mais promissora do setor elétrico nacional. De um emaranhado de “ilhas de energia” dos anos 1930, onde “tudo estava para ser feito” e com empenho, planejamento e esforços próprios nacionais o país construiu um grande parque gerador hidrelétrico, que é uma matriz limpa e renovável, e um modelo de sistema interligado visto em poucas nações que possuem vasto território, como o Brasil. Um exemplo de país continental e que adota um sistema elétrico interligado parecido com o do Brasil é o Canadá.

O setor de energia elétrica veio suprindo satisfatoriamente as necessidades de energia no país, atendendo o aumento da demanda do mercado, que veio crescendo a níveis bem acentuados. O setor permitiu que o país enfrentasse em melhores condições o impacto provocado pelo aumento constante dos preços do petróleo, com graves reflexos à nossa balança comercial, o que exigiu a formulação de novos rumos para a política energética nacional. Entre 1968 e 1979, o petróleo aumentou sua participação no total de energia consumida no país de 38% para 42%, a energia de origem hidráulica aumentou de 16,6% para 26,4%, enquanto, enquanto que a energia proveniente de biomassa (lenha) reduziu de 33,8% para 18,8%. Essas variações na estrutura de consumo foram motivadas por vários fatores, entre os quais se destacam a forte e crescente urbanização e a industrialização do período, somada a oferta contínua de energia elétrica a preços estáveis ou muitas vezes, preços cada vez menores.²³

²² FAINZILBER, Abrahão. Energia Elétrica. Biblioteca Educação é Cultura, vol. 4. Rio de Janeiro: Bloch; Brasília: MEC-MME, 1980. p. 49.

²³ FAINZILBER, Abrahão. Energia Elétrica. Biblioteca Educação é Cultura, vol. 4. Rio de Janeiro: Bloch; Brasília: MEC-MME, 1980. p. 55.

Historicamente, o século XX foi o século da revolução do petróleo e da eletricidade. A condição para o progresso das nações era a oferta cada vez maior desses insumos energéticos, fundamentais para o desenvolvimento de nossa sociedade moderna. No Brasil, do ano de 1900 até 1960, o preço real do megawatt hora (MWh) caiu pela metade a cada 20 anos. Isso foi possível porque a indústria da energia foi evoluindo tecnologicamente e em volume de escala, tanto na geração quanto na transmissão e distribuição. Das pequenas centrais elétricas movimentadas por rodas d'água e pequenas linhas de transmissão em baixa tensão, o modelo evoluiu até os grandes projetos (de centenas ou milhares de megawatts), planejados e executados com o estado da arte da engenharia moderna, com os mais diversos e avançados estudos técnicos, de forma que o sistema como um todo ganhou escala, como também eficiência, reduzindo drasticamente os custos de produção de energia. Após a criação da ELETROBRÁS (grande empresa central de planejamento, que mitigou o risco do negócio e reduziu os juros envolvidos) e dos mecanismos de arrecadação previstos em lei, o custo do capital, ou seja, das operações financeiras envolvidas (financiamentos) também reduziu significativamente.²⁴

No entanto, essa exploração contínua e intensa de economias de escala requer crescimento contínuo da demanda de eletricidade. Neste sentido o pós-guerra foi marcado pela intensificação do uso da energia elétrica. No Brasil, o emprego da eletricidade era incentivado como substituição ao petróleo importado e também, como já vimos, era um instrumento de crescimento econômico, desenvolvimento e integração nacional. Esse processo de crescimento contínuo e sustentável é fruto da introdução e ampla difusão dos equipamentos elétricos nas indústrias, nos serviços em geral e nas residências. A melhoria contínua dos serviços oferecidos pelas concessionárias de energia e a redução real dos seus preços levam os industriais a restringirem a autogeração a poucas situações específicas, adicionando suas demandas à rede. Esta configuração de fatores favoráveis à expansão da demanda faz com que o consumo de eletricidade praticamente dobre a cada dez anos.²⁵

É consenso neste cenário e neste contexto de preços cada vez mais baixos, incentivos ao consumo, crescimento da economia e até questões sociais e tecnológicas que permitiram que os equipamentos elétricos chegassem até os lares, comércios, indústrias, etc., que as elasticidades do consumo (dada à variação da renda – PIB – ou a variação de preços – tarifas de energia) fossem do tipo totalmente elásticas. Vários trabalhos sobre as elasticidades do consumo de energia daquela época, de pesquisadores e estudiosos nacionais renomados, chegam sempre a resultados semelhantes.

Alguns trabalhos sugerem que o governo (ELETROBRÁS) chegou a utilizar durante muito tempo, como referência, o índice de 1,3 para o planejamento da oferta de energia, ou seja, se a previsão de crescimento econômico para os próximos 5 anos era de 20%, então a oferta de energia elétrica deveria ser incrementada em 26%.²⁶

A fim de que haja um crescimento econômico compatível com o aumento da população, com oferta sempre crescente de novos empregos, torna-se necessário aumentar a oferta de energia, a qual deve basear-se no desenvolvimento de fontes internas e renováveis, com a consequente redução da dependência do petróleo importado. Nesse cenário, a

²⁴ QUEIROZ, Helder et. al. *Economia da Energia*, 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. cap. 3.3., pos. 9256.

²⁵ Segundo Hirsh (1989), entre 1920 e 1973, o consumo de eletricidade cresceu a uma taxa média anual de 7%, pos. 9256.

²⁶ CASTRO, Nivalde J.; ROSENAL, Rubens. *Nova tendência para a Elasticidade-Renda da Demanda de Energia Elétrica no Brasil*. www.nuca.ie.ufrj.br/gesel. Rio de Janeiro: ELETROBRÁS – UFRJ / GESEL

hidroeletricidade assumiu características relevantes, apresentando-se como uma das mais importantes formas de energia pela sua versatilidade, por não ser poluente e ser renovável, podendo ser transportada a longas distâncias, além de se constituir em grande empregadora de mão de obra tanto na construção de usinas, linhas de transmissão e redes de distribuição, bem como na fabricação de equipamentos para a sua utilização. Ao final dos anos 70, somente as concessionárias de energia elétrica empregavam cerca de 150 mil pessoas.

Nas décadas de 60 e 70 o Brasil passou por fortes períodos inflacionários, desestabilidade política e a dificuldade de investimento privado nacional no setor elétrico, mas conseguiu viver dois momentos de forte crescimento: o “Milagre Econômico” (1968-1972) e o PND-II (1974-1979). Em 1973, devido ao choque do petróleo, o governo passou a incentivar ainda mais o consumo de eletricidade em substituição aos combustíveis fósseis (grande parte importados). Tivemos no período de 1960 até 1980 um aumento do consumo de energia da ordem de 10% ao ano. Nesse contexto o governo executou dois monumentais projetos, as hidrelétricas de Itaipu e Tucuruí.

Para custear o PND-II e a ampliação da capacidade energética, o governo recorreu a financiamentos externos em uma conjuntura internacional desfavorável. A crise do petróleo e a elevação dos juros dos Estados Unidos fez com que os financiamentos ficassem mais caros. Também contribuíram para o agravamento da situação os desinvestimentos estrangeiros no país, a desvalorização da moeda e a inflação.

Ao final dos anos 70, iniciam-se na Europa questionamentos sobre a eficiência do modelo de empresa estatal verticalizada, como era o caso das empresas de energia. Nesta visão de inspiração liberal, a perda de performance dessas empresas devia-se a falta de condições de concorrência e da ineficiência do Estado na operação e gestão dos negócios das empresas de infraestrutura. A partir deste momento, iniciaram reformas radicais na Grã-Bretanha, sob a administração Margareth Thatcher, que influenciaram o processo de reestruturação das indústrias de rede e de energia de outros países. Os traços gerais das reformas, muito embora sejam subordinadas ao ambiente institucional de cada país, contam com as implementações totais ou parciais das seguintes medidas:²⁷

- I. Desverticalização dos diferentes segmentos de atividade da cadeia produtiva. Comentário: no Brasil (após os anos 90) as estatais integralizadas foram separadas (“fatiadas”) em empresas de geração, transmissão e distribuição de energia. Algumas empresas muito grandes, ainda criaram novas subsidiárias integrais de telecomunicações, processamento de dados, comercialização de energia, serviços, entre outras.
- II. Introdução da concorrência em diferentes segmentos de atividade das indústrias de rede. Comentário: no caso brasileiro, com as privatizações, surgiram inúmeras novas empresas nacionais e estrangeiras. Como curiosidade sobre a desverticalização (item acima), muitas pessoas têm o entendimento de que a principal finalidade foi apenas “facilitar a venda”, pois as empresas brasileiras eram muito grandes e caras.
- III. Abertura do acesso de terceiros às redes e criação de um órgão específico para coordenar o despacho físico e/ou econômico da eletricidade. Comentário: o acesso às redes de distribuição ou transmissão foi permitido mediante contratos; Contrato de

²⁷ QUEIROZ, Helder et. al. Economia da Energia, 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. cap. 3.4.2., posi. 9794, ref. (40)

Conexão às Instalações de Distribuição – CCD e Contrato de Uso do Sistema de Distribuição – CUSD, e pagamento das respectivas tarifas de uso; TUSD ou TUST – Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição e/ou de Transmissão, respectivamente.²⁸ E, o órgão que veio a ser criado foi o ONS – Operador Nacional do Sistema.

- IV. Estabelecimento de novas formas contratuais.
- V. Privatizações das empresas públicas. Comentário: muitas estatais do setor elétrico foram privatizadas, praticamente todas as concessionárias de distribuição. A ELETROBRÁS ainda permanece sendo a maior e mais importante empresa do setor elétrico e sempre foi recusada pelo congresso nacional sua proposta de venda. Isto se deve entre outros fatores, pela brilhante história, excelência técnica e serviços prestados à nação, que tornaram a empresa altamente estratégica desde sua criação.
- VI. Implementação de novos mecanismos de regulação e criação de novos órgãos reguladores. Comentário: foi criada agência reguladora do setor, a ANEEL.

Antes inquestionável, o modelo estatal, com empresas verticalizadas, agora é posto lado a lado com outra opção vinda de países europeus desenvolvidos. Supostamente, as medidas implementadas pioneiramente na Grã-Bretanha nos anos 70 e 80, criariam novas oportunidades de negócio e uma redefinição das estratégias das empresas, além de reservar ao estado novas atribuições de regulação e de defesa da concorrência. Cabe alertar que a proposta de desregulamentação do setor elétrico não significa ausência de regulamentação, mas a liberação progressiva dos mercados via redução de barreiras institucionais à entrada de novos agentes. Para tal, a desverticalização das empresas estatais cumpriria papel decisivo. Objetiva-se dessa forma, incrementar a competitividade e a eficiência econômica.

Na década de 80 no Brasil, a escassez de crédito foi interrompendo os permanentes investimentos que o setor elétrico necessitava. As tarifas não acompanhavam a inflação e a capacidade de financiamento diminuía ano a ano. Preocupado com as projeções de crescimento do consumo de energia, o governo lançou em 1985 o PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia, que tinha como objetivos eliminar desperdícios, reduzir o consumo e promover o uso consciente e eficiente da energia elétrica. Notemos que neste momento ocorre uma mudança de paradigma e o país deixa de ampliar continuamente a produção de energia elétrica e deixa de incentivar o seu consumo. Após a Constituição de 1988 foi extinto o Imposto Único sobre Energia Elétrica, que agravou ainda mais a crise do setor, transferindo a arrecadação para os estados, através do ICMS da energia.

Os anos 80, conhecido por muitos como a década perdida, foi um momento de dificuldade, de crise financeira e institucional (auge da crise econômica) que marcou o início do terceiro período da história do setor elétrico, com o processo de abertura econômica e de privatizações.

Neste cenário, ocorreu a “Revisão Institucional do Setor Elétrico” – Revise (1987-1989), que foi um fórum de especialistas que buscavam saídas para os problemas e desafios que se lançavam sobre o setor elétrico. No início dos anos 90, a condição do setor elétrico era delicada, as empresas públicas estavam com dificuldades financeiras, atrasando o repasse de tributos federais e as concessionárias distribuidoras de energia atrasando o pagamento das empresas geradoras. A inadimplência e o calote institucionalizado no setor marcaram o esgotamento do modelo público. As privatizações naquele momento eram uma das possíveis saídas para o

²⁸ Resolução ANEEL nº 414, de 9 de setembro de 2010.

problema e o governo federal, então, optou pela diminuição do papel do estado, lançando o Plano Nacional de Desestatização em 1992.

Além das privatizações, o Revise sugeria um novo marco regulatório inspirado em reformas promovidas ao redor do mundo. Conceitos e ideias como; produtor independente, consumidor livre, livre acesso às redes de transmissão e distribuição eram pautas que foram propostas de reestruturação, que iam ao sentido da liberalização do setor.

Ter acesso à rede significa ter acesso ao mercado. Assim, introduzir a concorrência no mercado elétrico implica em dar acesso à rede, o que exige a quebra de uma tradição histórica entre a geração e a transmissão de energia. O acesso de terceiros à rede (third part acess) é uma ideia originalmente americana, na qual as estruturas físicas das redes se mantêm como monopólios regulados (pois são monopólios naturais) e o seu acesso é liberado àqueles que assim desejarem. No caso brasileiro, atualmente, paga-se pela demanda contratada e definida em contrato (Contrato de Uso do Sistema de Distribuição – CUSD), realizados com a distribuidora local onde o agente está conectado. Dessa maneira, com o “livre” acesso às redes, a concorrência na indústria elétrica é introduzida através da competição na geração de eletricidade. Passa a ser permitido, então, utilizar a rede física existente e comprar ou vender energia livremente, mediante contratos bilaterais; Contratos de Compra e Venda de Energia Elétrica – CCVEE.

Já se pensava em fomentar dois setores distintos dentro da organização do fornecimento de energia, separando um mercado cativo, com tarifas reguladas, e um mercado livre, onde produtores e consumidores negociavam bilateralmente quantidades e prazos de fornecimento. Nesse sentido, anos mais tarde surgiu o Mercado Atacadista de Energia – MAE, pioneiro em atuar no novo “Mercado Livre de Energia”.

Em 1993, durante o governo Itamar Franco, foi instaurada a Lei 8.631 eliminando o sistema de equalização tarifária entre as regiões e os mercados de consumo. O decreto 1.024 de julho de 1994 deu poderes ao congresso para vender as estatais, e em 1995, já no governo de Fernando Henrique Cardoso, houve a criação do Conselho Nacional de Desestatização (CND). Nesse estágio mais avançado de privatizações, foi criada a ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, em substituição ao antigo DNAEE – Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. A nova agência foi criada para analisar novas concessões, licitações e fiscalizar serviços prestados à população pelas empresas recém privatizadas. (CASTRO 2003). No segmento de transmissão, a coordenação e operação passaram a ser feitas pelo ONS – Operador Nacional do Sistema, funções que eram realizadas pela ELETROBRÁS.

As Leis 8.987 e 9.074 de 1995 tratavam das reformas do setor e formalizaram, entre outros:

- I. A desverticalização do setor, ou separação dos principais segmentos, de geração, transmissão, distribuição e comercialização;
- II. A privatização como forma de arrecadar recursos para o tesouro, passando a responsabilidade de investimentos para a iniciativa privada;
- III. O livre acesso às redes de transmissão;
- IV. A instauração da competição nos segmentos de geração e distribuição;

A tarefa de regulação à cargo da ANEEL adquire complexidade, pois requer instrumentos que permitam regular, simultaneamente, vários segmentos de empresas com características de concorrência e também outras empresas que atuam em redes e em regime de monopólio natural. A articulação do novo conjunto de tarefas do Estado nessas indústrias implica na

construção de um novo marco regulatório e criação de instrumentos de coordenação diferentes daqueles utilizados no modelo de planejamento centralizado. Além disso, passam a existir múltiplas relações institucionais envolvendo consumidores, empresas e instituições dos poderes Executivo, Legislativo e Judiciário. Cabe ao regulador tarefas de; zelar pelas condições de operação coordenada, arbitrar os eventuais conflitos entre os diferentes agentes, proteção das empresas contra a concorrência destrutiva, proteção dos consumidores contra o poder de monopólio e proteção do interesse geral²⁹. (PINTO JR, 2001)

O Estado empreendedor que planejava e pensava o setor, executava obras, produzia energia, transmitia e distribuía, estava nesse momento buscando se firmar como um Estado regulamentador. O desaparecimento evidente do sistema de planejamento, constituiu a principal causa da situação extrema que passou o setor, tamanha era a responsabilidade e desafio que não poderiam ser deixados imediatamente à cargo dos novos agentes empresariais, preocupados basicamente com a rentabilidade do negócio. O consumo entre 1990 e 2000 cresceu 49%, enquanto a capacidade instalada, 33%. Ficava evidenciada a deterioração da garantia de energia e o futuro colapso.³⁰ (VEIGA & FONSECA, 2002)

Neste novo momento do setor elétrico, os novos agentes de mercado definidos como produtores independentes ou autoprodutores de energia atuam no sentido de buscar a independência energética. Grandes consumidores também passaram a pensar em produzir sua própria energia, contribuindo para diminuir cada vez mais a dependência do governo. A busca por um suprimento alternativo de energia elétrica e com maior independência passa a ser pensado por todos os agentes do setor, como uma alternativa lógica e prudente diante de um cenário incerto em relação à oferta (suprimento) e aos preços futuros.

Em trabalhos mais recentes, destacando a importância da Teoria dos Custos de Transação como instrumento de interpretação das reformas das indústrias de infraestrutura (JOSKOW, 2001), destaca que a reestruturação das cadeias verticais nas indústrias de eletricidade e de gás, visa principalmente facilitar a introdução de um maior grau de concorrência em segmentos horizontais. Para ser atingido esse objetivo, é exigido uma análise minuciosa do Trade-Off entre os potenciais benefícios esperados pelos novos agentes que substituem as antigas estruturas monopolistas, e os custos potenciais associados com os problemas contratuais que emergem da desintegração vertical. O principal desafio para o desenvolvimento de novas estruturas de rede é a difícil previsão desses custos envolvidos, que aumentam a incerteza e conseqüentemente, diminuem a atratividade do negócio. Segundo o autor, os programas de reforma das indústrias energéticas avançaram muitas vezes assumindo a inexistência de: a) razões de eficiência econômica que justificaram, em todos os países do mundo, a adoção de estratégias empresariais que privilegiaram a integração nacional; e b) ativos específicos de longa vida útil e maturação, além de elevados Sunk Costs (custos irrecuperáveis), características que condicionam fortemente o comportamento competitivo nos mercados de energia^{31 32 33}

²⁹ PINTO JR., H. Q. As Missões de Regulação: Lições Internacionais e seus Desdobramentos para a Organização da Agência Nacional do Petróleo, maio, 1998. In: Regulação – Séries ANP, Rio de Janeiro, n. 1, 2001, pos. 9820.

³⁰ VEIGA, Daniel da Silva; FONSECA, Vinicius Mendonça. Análise do consumo de energia elétrica no Brasil, dezembro, 2002. Monografia - Curso de graduação em Estatística, Escola Nacional de Ciências Estatísticas/ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 2002.

³¹ QUEIROZ, Helder et. al. Economia da Energia, 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016, cap. 3.5.1, posição 9883.

Essas dificuldades assumiram contornos de crise em algumas experiências de reforma, incluindo vários casos de insucessos em países desenvolvidos, como a Inglaterra e os EUA. Existe uma vasta literatura sobre os problemas gerados a partir das reformas. Um dos casos mais emblemático foi a experiência do estado da Califórnia nos EUA. No Brasil, também tivemos sérios problemas, que culminaram com o colapso do sistema e o consequente “blackout” ocorrido no ano de 2001.

Entre maio de 2001 e fevereiro de 2002, houve o racionamento de energia elétrica, que além de afetar o PIB (perdas de mais de 25 bilhões de dólares, segundo SAUER, 2003), causou grande insatisfação por parte dos brasileiros. Tal fato levou as autoridades governamentais e as empresas do setor a analisarem com mais cautela a situação na qual se encontrava a geração e distribuição de energia. A partir do “apagão” de 2001, as preocupações se direcionaram à situação financeira e à capacidade de geração e transmissão à médio e curto prazo, respectivamente.

As concessionárias de energia sofreram com o racionamento, pois ocorreu uma mudança de comportamento por parte da população (consumidores residenciais, comerciais e industriais) na demanda por energia. Isto afetou profundamente o fluxo de caixa das mesmas, dado que a demanda de energia não se regularizou e não retornou ao patamar pré-acionamento, comprometendo assim a política de investimentos no setor. Um exemplo disso, mais uma vez, são as indústrias que se tornaram autossuficientes em energia, para combater o aumento do preço da tarifa que o racionamento impôs. (CASTRO, 2003)

Em suma, o esgotamento da trajetória virtuosa, nos anos 70, pôs fim a uma combinação bem-sucedida de elementos tecnológicos, organizacionais, regulatórios e político-institucionais que dirigiu a expansão do setor elétrico por quase um século. Desde então, essa indústria entrou em uma fase de transição na qual tem sido buscada a fundação de um novo setor elétrico, baseado em novos padrões tecnológicos, organizacionais, regulatórios e político-institucional. Este aspecto é ilustrado pelos movimentos de tentativa e erro que tem sido observado nas reformas em diversos estados norte americanos e na Europa, na tentativa de construir um mercado liberalizado. Entretanto, essa tarefa tem se revelado, em todos os países, muito mais difícil do que havia se imaginado no início da reestruturação.³⁴

A adoção de uma visão restrita do conceito de concorrência (concorrência perfeita) empobreceu a compreensão e análise de um mercado complexo, afastando-a da realidade do setor elétrico e enfraquecendo a sua capacidade de gerar diagnósticos precisos e úteis às intervenções das instituições e ações corretas dos agentes. Esse reducionismo gerou uma agenda reformadora ambiciosa, porém irreal.

As dificuldades, porém, ofereceram ensinamentos valiosos e as discussões passaram a ser mais sobre os problemas concretos do presente e menos sobre os benefícios futuros da competição, abandonando-se paulatinamente a ideia de que a livre concorrência é um fim em si mesmo. Em outras palavras, o amadurecimento da experiência da reforma leva a um redimensionamento do papel da concorrência na solução dos problemas do setor elétrico.

³² Segundo o conceito de Williamson (1985, 1986), pos. 9884, ref. (43) e (45)

³³ JOSKOW, P.L. Electricity Sector Restructuring and Competition: a transaction cost perspective. In: BOUSSEU, E.; GLACHANT J. M. The Economics of Contracts. Theories and Applications. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

³⁴ QUEIROZ, Helder et. al. Economia da Energia, 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016, cap. 3.5.2, posição 9977, ref. (46)

Mais recentemente, no ano de 2012, o governo planejou mudanças em algumas regras, entre elas; a renovação antecipada da concessão de hidrelétricas (com a contrapartida da redução do valor da energia gerada, pois as usinas já estavam amortizadas ou praticamente) e extinção de alguns encargos setoriais, visando redução das tarifas de energia aos consumidores finais. A redução de preços fez com que o consumo de energia disparasse em um momento em que o país enfrentou (mais uma vez) forte estiagem. Usinas termelétricas à gás, intermitentes, instaladas após o apagão de 2001 e usadas em momentos de necessidade, passaram a ser despachadas em grande quantidade para suprir a demanda do mercado, fazendo com que o custo da geração aumentasse sobremaneira. Embora no primeiro momento do decreto (Medida Provisória 579 de 11 de setembro de 2012 que foi convertido em Lei nº 12.783, de 12 de janeiro de 2013) as faturas de energia elétrica dos consumidores reduziram, em média, 18% e chegando até 30% para algumas classes de consumo, após dois anos as tarifas já tinham superado o patamar mais elevado das tarifas anteriores ao decreto e mesmo assim as empresas de energia amargaram prejuízos bilionários, em especial as empresas do próprio governo, fazendo com que o tesouro tivesse que aportar 20 bilhões apenas no primeiro ano de socorro às estatais.³⁵

Tal exemplo recente de intervenção, trouxe prejuízos enormes às empresas e ao país, demonstrando a complexidade que é pensar o setor elétrico como um todo e executar bem a função de regulador.

Outros fatores e teorias relacionados que têm influência no consumo, na oferta e nos preços da energia. A Economia do Setor Elétrico: Um enfoque sob o ponto de vista Técnico e Econômico

Após conhecermos um pouco da história do setor elétrico brasileiro e termos a visão dos momentos sociais e econômicos que o país atravessou, os desafios que foram enfrentados e superados durante as três fases do setor elétrico, em especial os últimos trinta anos; com o início de uma nova fase e a instituição de um novo modelo do setor, com seus novos desafios e riscos, faremos agora uma abordagem de algumas questões que têm causado impacto na operação, no risco do negócio, e que podem trazer benefícios ou novos problemas. Tentaremos assim explicar e justificar as elasticidades preço e renda do consumo de energia elétrica no modelo atual (período de 1996 a 2106, objeto de estudo deste trabalho) e as tendências que deverão influenciar resultados futuros. Há forte aderência com outros estudos, que analisaram a mesma situação sob outro prisma, outros períodos de análise, ou que utilizaram outras ferramentas de maior complexidade (estudos estatísticos avançados), porém, os resultados são convergentes. A tendência de longo prazo que se consolidou nos últimos 20 anos analisados, não diferiu (muito) de outros resultados de períodos passados, porém, temos que ter o cuidado de analisa-los e compará-los segundo o contexto e as características da época em questão.

Já mencionado anteriormente, setor elétrico possui algumas características que são encontradas em praticamente todas as nações do mundo moderno; é um setor estratégico, intensivo em capital, com necessidade de escala, forte tendência de monopólios e oligopólios,

³⁵ COSTELLINI, Clara; HOLLANDA, Lavinia. Setor Elétrico: da MP 579 ao pacote financeiro. Informativo de Energia, FGV Energia, 31 de março de 2014.

regulamentado pelos governos, com barreiras à entrada de novos ofertantes, com lock-in³⁶ e path-dependence³⁷ tecnológicas ou de modelagem dominante, entre outras características que exigem estudos e planejamento econômico avançados.

Na sequência, descreveremos os fatos e características do setor elétrico e da energia elétrica, teorias e leis econômicas pertinentes a esses assuntos e ao nosso estudo. Iniciaremos analisando o impacto do preço de bens substitutos (ou concorrentes) aos preços do produto em análise, a energia elétrica.

Alternativas à hidroeletricidade, fontes complementares ou fontes substitutas

Mundialmente, a energia elétrica está inserida no “mercado de energia” dos países, ou seja, ela está lado a lado com os outros recursos energéticos disponíveis, entre os principais; o petróleo, o gás natural e o carvão mineral. Se focarmos nossa análise somente na geração de energia elétrica, onde as hidrelétricas são responsáveis por mais de 70% da geração nacional ainda nos dias atuais, podemos concluir que o país possui várias alternativas à geração hídrica. Recentemente foram descobertas enormes reservas de petróleo (pré-sal), que colocaram o Brasil como um dos possíveis maiores produtores mundiais, e igualmente, em reservas de gás natural, que ainda estão praticamente inexploradas. Caso não seja do interesse do país investir em fontes poluentes e não renováveis (pois não há motivo ou necessidade imediata para isso e, a população brasileira – em pesquisas de opinião realizadas – não vê com bons olhos a geração de energia com emprego de combustíveis fósseis e não há boa aceitação popular), ainda há como opção a geração de energia eólica, solar ou biomassa, fontes renováveis cujo desenvolvimento da tecnologia tornou ambas as opções bastante competitivas e o país tem ao seu dispor condições geográficas e climáticas extremamente favoráveis. Conforme já mencionado anteriormente, o Brasil é uma referência mundial em geração elétrica limpa e sustentável, ao contrário do que é praticado mundo afora, onde a geração de eletricidade é suprida em torno de 80% por fontes que não são limpas e renováveis, os combustíveis fósseis (em sua maioria, carvão e gás).

A demanda por um bem é tanto menor, quanto menor estiverem os preços dos bens substitutos. Então, podemos dizer que uma matriz energética diversificada, com várias fontes de energia competitivas além da hidrelétrica, é uma garantia a mais de termos fornecimento permanente de energia, com segurança, estabilidade e com preços mais baixos. Fatores fundamentais para o desenvolvimento econômico e social.

³⁶ Lock in de tecnologia no setor elétrico ocorre quando, por exemplo; os usuários das companhias de energia não podem trocar de fornecedor livremente ou sem custos adicionais (substanciais). O mesmo pode ocorrer com fornecedores ou prestadores de serviços dessas companhias, que são quase reféns do poder de ação ou de monopólio natural dessas companhias (quando este for o caso).

³⁷ Path-Dependence ou dependência da trilha, tem o sentido de ao seguir um caminho tecnológico, como por exemplo da indústria elétrica ou setor elétrico, esse foi um caminho de elevado custo para se desenvolvê-lo, o que torna esse caminho quase sem volta. É possível aprimorar e criar coisas novas, sempre levando em consideração o fato de que as decisões tomadas no passado, implicam consideravelmente as decisões que poderão ser tomadas no presente e futuro.

O modelo de Hottelling – preços mínimos e máximos

O economista americano Haroldo Hottelling, publicou em 1931 um artigo intitulado “The Economics of the Exhaustible Resources”, que foi o ponto de partida do estudo sobre a economia dos recursos minerais não renováveis. Um dos principais pontos do modelo de Hottelling diz respeito ao volume total de recursos a ser produzido. Hottelling sustenta que o preço do recurso mineral deverá variar ao longo do tempo entre um valor mínimo - que não poderá ser inferior ao custo de produção - e um valor máximo, que será determinado pelo preço que viabiliza as técnicas alternativas. Ou seja, o preço que viabiliza a produção dos produtos substitutos. Segundo Hottelling, o preço futuro do recurso, no caso o petróleo e o gás, tendem a reduzir se as reservas aumentam e também se a tecnologia permitir uma exploração e produção em menor custo. Também em sua análise, foi comentado que quando as taxas de juros praticadas pela economia estão baixas, a taxa de atratividade dos investimentos tende a diminuir, reduzindo o custo final dos produtos.³⁸

Utilizando os argumentos de Hottelling e fazendo uma analogia com a indústria da energia elétrica no Brasil do ano de 2019, podemos dizer que o preço da energia tem tendência de queda (ou não tem tendência de alta), pois a tecnologia está permitindo que se reduzam os custos de produção de energia elétrica advindas de outras fontes alternativas à hidroeletricidade (por exemplo; as fontes eólica e solar). Também foram descobertas novas reservas de petróleo e gás natural, que aumentaram os volumes de combustíveis e energéticos que poderão ser utilizados como fontes substitutas ou complementares. Os resultados do último grande leilão do governo federal, realizado em novembro de 2019, confirmam esta tendência, pois foram arrematados vários aproveitamentos eólicos, solares e térmicos à gás natural, com entrada em operação prevista para daqui cinco anos, com valores de oferta da energia a um preço bem abaixo do patamar atual, surpreendendo o próprio governo e muitos agentes e operadores do setor. Outro argumento para a baixa dos preços são os juros praticados no Brasil e em boa parte do mundo hoje, que estão em patamares mínimos.

Usinas em “stand by” – Térmicas de reserva de capacidade, de elevado custo

Um fato bastante peculiar do setor elétrico brasileiro nos dias atuais é a utilização de usinas térmicas a gás em regime de “stand-by”. Essas usinas foram construídas após o apagão do ano 2001 como uma solução a ser usada em caso de necessidade ou urgência (normalmente em épocas com estiagens prolongadas e que causam diminuição do nível dos reservatórios, com consequente desequilíbrio na capacidade de oferta e produção de energia).³⁹ Mesmo sendo acionadas por “ordem de mérito” (termo utilizado pelo operador ONS para a ordem de ir despachando, preferencialmente, a usina com menor custo de geração), trata-se de uma solução extremamente custosa e onerosa aos consumidores. Uma usina térmica de grande porte, tecnicamente, não apresenta boa eficiência quando operada intermitentemente, pelo contrário, a operação dessas máquinas térmicas de grande porte é tanto mais barata e eficiente quanto mais contínua possível for a sua operação. Em regime contínuo e permanente, operando na faixa nominal de geração, faixa ótima para a máxima eficiência

³⁸ QUEIROZ, Helder et. al. Economia da Energia, 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016, cap. 2.5, posição 5283.

³⁹ www.senado.leg.br/emdiscussao EM DISCUSSÃO Os Principais debates do Senado Federal. Complexo e Muito Regulado Modelo de Gestão Sofre Críticas. Brasília: ano 6, nº 25, junho de 2015, p. 27.

possível para a qual a máquina térmica foi projetada, seu custo de geração chega a um terço ou até menos daquele custo de geração intermitente. Simplificando, podemos comparar com um carro que anda na rodovia a 100 km/h e faz 15 km por litro de gasolina, este mesmo carro só indo ao mercado ou à igreja de vez em quando, fará 5 ou 6 km por litro, e necessitará de cuidados, manutenções, pagamento do financiamento, seguro, amortização, etc. Também, esta máquina sem uso está envelhecendo, perdendo a confiabilidade e se tornando obsoleta.

Imagine o tamanho do custo para manter máquinas gigantes, de vários milhões, até bilhões de reais, com equipes permanentes alocadas para operação e manutenção (em três turnos), pagando financiamentos, seguros, todos os custos, etc., e totalmente sem uso ou uso esporádico (para manutenção e testes). Tal situação ocorre para garantir suprimento mesmo em momentos de estiagens e emergência do setor, para evitarmos passar novamente pelo “apagão” como o de 2001 e que nos dias atuais não deveria mais fazer sentido, não fosse o limite operacional em que o setor se encontra ou em regime hidrológico muito desfavorável.

Novas e gigantes reservas de gás natural no Brasil

O Brasil nos últimos anos descobriu reservas gigantes de gás natural, que poderão no futuro, abaixar o preço desse insumo energético. Algumas usinas térmicas, mesmo as contratadas para reserva de capacidade (quando a engenharia permitir) poderiam ser “colocadas na base”, ou seja, gerando em regime permanente, contínuo, na potência nominal, constante e ininterruptamente, com maior eficiência possível. Provavelmente atingiriam valores de geração abaixo de muitas outras geradoras atualmente em funcionamento. Não trata neste caso de promover a geração térmica a gás, mas de buscar eliminar desperdícios de recursos que são as grandes usinas paradas e gerando prejuízos econômicos.

A mais desejável e melhor característica das usinas térmicas, como as usinas a gás, é o fato de produzirem energia firme (constante 100% do tempo), ao contrário das usinas solares ou eólicas, que são intermitentes. A variação da geração, necessária para atender as flutuações da carga do país (consumo), deveria ser buscada e praticada através das usinas com maior flexibilidade de operação, no caso as usinas hidrelétricas com reservatórios, que nada têm de prejuízo se em alguns momentos do dia, da semana ou do mês, acumularem mais água para gerar energia noutro momento mais oportuno. Inclusive com um planejamento ótimo, poderia haver outros ganhos e externalidades positivas, como menor impacto no próprio rio, em sua fauna e flora, nas populações ribeirinhas, nas atividades de pesca, lazer, turismo, transportes fluviais, etc. Atividades que devem ter preferência sobre a atividade de geração de energia.

A garantia física das usinas hidrelétricas

Uma das principais discussões no setor elétrico hoje é sobre a metodologia de cálculo das garantias físicas das usinas, que define o montante de energia que cada usina pode comercializar. O cálculo da Garantia Física dos empreendimentos de geração, assim como suas

revisões, são de competência da Empresa de Pesquisas Energéticas – EPE e seguem metodologias e critérios específicos definidos por regulamentações específicas.⁴⁰

As garantias físicas das usinas hidrelétricas devem ser revistas a cada cinco anos (revisão ordinária) ou na ocorrência de fatos relevantes (revisão extraordinária).

As revisões ordinárias de garantia física (a primeira revisão geral dos valores ocorreu em 2017) tiveram como objetivo adequar as garantias físicas de todas as usinas em decorrência das evoluções do sistema, seja por aprimoramentos em sua representação, modelos computacionais, disponibilidade de dados ou outros parâmetros (aversão a risco e custo de déficit).

No caso das revisões extraordinárias, o conjunto de fatos relevantes, o rito e a metodologia são disciplinados por portaria do Ministério de Minas e Energia – MME. Dentre o conjunto de fatos relevantes estão alterações de projeto ou intervenções para modernização e repotenciação, seja por iniciativa da ANEEL ou do próprio concessionário. Os cálculos que subsidiam tais revisões preservam a mesma metodologia de novas usinas hidrelétricas.

Fato constante nos últimos anos, alguns agentes apresentam estudos e reclamam no sentido de que o governo devesse ser mais arrojado (e liberasse a comercialização de um maior montante de energia pelos geradores) e outros defendem o contrário, que a postura e os cálculos envolvidos deveriam ser mais conservadores e diminuísse o fator de incerteza e o risco sobre as operações do setor elétrico, que trazem insegurança e prejuízo aos consumidores (que acabam pagando uma conta mais elevada, causada pela exposição ao risco pelos geradores).

Quando há disputa de interesses entre agentes e a população é prejudicada, sabemos que esse mercado não está em Ótimo de Pareto e nesses casos, a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL deve ser solicitada.

Caso a Agência faça a opção (conservadora) pela segurança do mercado, pela estabilidade de preços e mitigação de riscos, uma possível solução seria adicionar uma maior quantidade de usinas térmicas na base e diminuir a garantia física das usinas hidrelétricas. Há as possibilidades de termos preços estáveis (e ainda baixos), e usinas e seus respectivos reservatórios em melhor nível de acumulação e com maior margem operacional.

Na revisão ordinária de 2017, houve uma redução de 1.317 megawatts médios, o que corresponde a uma redução de 2,3% do montante total de garantia física do Sistema Interligado Nacional - SIN. Ao que tudo indica, foi uma decisão criteriosa muito acertada e que trouxe maior segurança e estabilidade de preços.

Independente de qualquer escolha e decisão é fato que o Brasil possui hoje (2019) condições de gerar mais energia elétrica a um menor custo, e com maior atenção às questões sociais envolvidas na exploração da atividade.

⁴⁰ <http://www.epe.gov.br/pt/areas-de-atuacao/energia-eletrica/expansao-da-geracao/garantia-fisica>

GARANTIA FÍSICA. Sítio Virtual da Empresa de Pesquisas Energéticas – EPE, aba Áreas de atuação > Energia Elétrica > Expansão da Geração > Garantia Física

Usinas à Fio d'água, uma opção com riscos

Usinas hidrelétricas podem ser construídas de duas maneiras: com reservatórios e a fio d'água. As primeiras usam represas para manter a água estocada por longos períodos e, por isso, são capazes de manter maior regularidade na geração de energia. Já as a fio d'água têm uma limitada capacidade de regularização, no máximo de uma semana. Dessa forma, quando faltam as chuvas, essas usinas não têm como conservar o nível de produção, pois não podem controlar a vazão. Há um relativo equilíbrio em termos de modalidade nas mais de 150 hidrelétricas brasileiras. As grandes usinas construídas no passado, como Itaipu e Tucuruí, operam com reservatório. Já os maiores empreendimentos recentes — Belo Monte, Jirau e Santo Antônio — são todos a fio d'água.⁴¹

Essa opção é fruto exclusivo de decisões técnicas, e não uma política do governo, assegurou o secretário-executivo do Ministério de Minas e Energia, Márcio Pereira Zimmermann, ao participar de audiência pública no Senado em 2013. “Quando você desenvolve um inventário num trecho de um rio, você vai lá classificar: essa usina aqui é característica de reservatório, essa aqui é de fio d'água. É isso que ocorre”, explicou o engenheiro eletricista. Opção política ou técnica, a ênfase dada às usinas a fio d'água vem sendo duramente criticada.

Entretanto, para Francisco Gomide, professor da Universidade Federal do Paraná (UFPR), por causa dos impactos ambientais e sociais, formou-se uma “oposição irracional a barragens e reservatórios”. “Como justificar a substituição de energia renovável, como a hidrelétrica, por energia térmica, proveniente da combustão de carvão ou de derivados de petróleo?”, questionou Gomide. Na opinião do professor Sergio Bajay, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), ainda existem no país áreas adequadas para construção de hidrelétricas com grandes reservatórios. “Técnicos e dirigentes das grandes empresas estatais geradoras do setor elétrico criaram uma verdadeira cultura de só construir usinas a fio d'água, esperando, com isso, facilitar a viabilização de tais obras”, opina Bajay. O senador Flexa Ribeiro é um dos que não aceitam a opção pelas usinas a fio d'água. “A única forma de gerar energia com reserva é por meio de reservatórios, em que se pode equilibrar períodos de seca e de enchentes. Sem isso, vamos ter de compensar com energias que não há como reservar, que é o caso da eólica. Você tem que gerar e consumir, senão vai se perder”, adverte o senador. Representante do setor empresarial, o presidente do Conselho de Energia da Federação das Indústrias do Rio de Janeiro (Firjan), Armando Guedes, também discorda da opção pelo fio d'água. “Essa opção significou a intensificação do uso de termelétricas na base de geração, afetando os custos de geração, a qualidade ambiental de nossa matriz e nossa segurança energética”, afirma Guedes.

Novas tecnologias a caminho

Biomassa, ventos, vapor geotérmico, hidrogênio, marés, raios solares, lítio. Essas são fontes limpas e renováveis para produzir energia elétrica. Mas fontes como hidrogênio e lítio para fusão nuclear ainda aguardam tecnologia que as tornem viáveis. No caso do hidrogênio, falta

⁴¹ www.senado.leg.br/emdiscussao EM DISCUSSÃO Os Principais debates do Senado Federal. Complexo e Muito Regulado Modelo de Gestão Sofre Críticas. Brasília: ano 6, nº 25, junho de 2015, p. 37.

aperfeiçoar o processo de isolamento total do elemento, que pode ser obtido do metano ou da água e utilizado como combustível para automóveis.⁴²

Térmicas à Biomassa: energia firme e renovável

Um tipo de usina térmica que está cumprindo um papel fundamental na matriz elétrica brasileira, são as usinas à Biomassa. Alguns especialistas afirmam que se não fosse a forte expansão desse tipo de empreendimento nos últimos anos, que produz energia firme e renovável, o país possivelmente já estaria passando por dificuldades e risco de falta de suprimento. Merece destaque as usinas do ramo sucroalcooleiro, responsáveis pela maior parte dessa contribuição.⁴³

Ao contrário do gás carbônico emitido pela biomassa, o CO² liberado na queima de combustíveis fósseis significa um acréscimo do poluente à atmosfera, já que o petróleo, o carvão e o gás natural estavam integrados ao solo e ao subsolo antes de serem queimados. Os vegetais utilizados como biomassa haviam capturado gás carbônico no processo da fotossíntese. Na queima, devolvem o CO² à atmosfera, mas o gás é capturado em seguida pelas novas plantações, formando um ciclo menos danoso ao meio ambiente.

Fusão nuclear

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, a principal vantagem do hidrogênio é não emitir gases de efeito estufa. Mas apresenta também dificuldades: não se encontra em forma livre na natureza e é de difícil armazenamento. Desde a década de 1960, cientistas tentam produzir energia elétrica a partir da fusão nuclear. Os reatores hoje existentes produzem energia por meio da fissão, quando um átomo pesado se divide em dois, liberando energia. Já a fusão une dois átomos leves dando origem a outro, mais pesado, que libera quantidade de energia muito maior. Em fevereiro de 2014, cientistas conseguiram um feito decisivo: induzir uma fusão nuclear que produz mais energia do que consome. A fusão nuclear, cujo princípio é o mesmo da bomba de hidrogênio e das explosões solares, poderá produzir 100 quilowatts com um consumo de 10 quilowatts, quatro vezes mais do que as usinas de fissão, como as brasileiras Angra 1 e Angra 2. Além do ganho de eficiência, a fusão é mais segura do que a fissão nuclear. Em caso de acidente, não libera energia em cadeia, por reações descontroladas, e não gera resíduos radioativos.⁴⁴

Novas descobertas e invenções

Em março deste ano, cientistas japoneses transmitiram, pela primeira vez, energia elétrica pelo ar: 1,8 quilowatts para um receptor localizado a 55 quilômetros de distância. A intenção é desenvolver essa tecnologia, baseada em micro-ondas, para captar a energia solar disponível

⁴² www.senado.leg.br/emdiscussao EM DISCUSSÃO Os Principais debates do Senado Federal. Complexo e Muito Regulado Modelo de Gestão Sofre Críticas. Brasília: ano 6, nº 25, junho de 2015, p. 50.

⁴³ www.senado.leg.br/emdiscussao EM DISCUSSÃO Os Principais debates do Senado Federal. Complexo e Muito Regulado Modelo de Gestão Sofre Críticas. Brasília: ano 6, nº 25, junho de 2015, p. 27.

⁴⁴ www.senado.leg.br/emdiscussao EM DISCUSSÃO Os Principais debates do Senado Federal. Complexo e Muito Regulado Modelo de Gestão Sofre Críticas. Brasília: ano 6, nº 25, junho de 2015, p. 50.

no espaço e usá-la na Terra. A energia solar gerada no espaço é mais eficiente do que a gerada na Terra, dada a constância e independência do clima. O satélite para captá-la só será testado em 2040. Soluções como a do projeto japonês não são “necessárias”, na opinião daquele que é tido como o maior inovador em energia elétrica no mundo atualmente: o CEO da empresa de baterias Tesla, Elon Musk. Ele apresentou em 30 de abril de 2015 uma bateria para armazenamento de energia fotovoltaica capaz de abastecer uma casa por cinco horas com segurança e economia inéditas. Com 1,3 metro de altura e 86 centímetros de largura, a Powerwall gera 10 kWh, pode ser afixada na parede e custará cerca de R\$ 11 mil. Musk afirma que baterias como as suas podem livrar o planeta em definitivo dos combustíveis fósseis. Para tanto, vai até abrir suas patentes.⁴⁵

Geração distribuída e a energia solar, um tipo de geração completar muito bem vindo

Um dos imensos atrativos da fonte solar é a possibilidade de todos gerarem energia elétrica. Mas só em 2012 a Aneel permitiu ao brasileiro escolher entre ser apenas um consumidor ou gerar a própria energia elétrica a partir de fontes renováveis, “emprestando” ou até vendendo o excedente para a rede de distribuição. Na geração solar, por exemplo, a “sobra” da energia gerada durante o dia é repassada à rede e, em outros momentos de necessidade (como à noite), essa devolve a energia e ainda supre necessidades adicionais do consumidor/gerador. A rede, portanto, funciona “como se fosse uma bateria” e, por isso, mesmo que o consumidor tenha créditos a receber, ele é obrigado a pagar uma tarifa pela disponibilidade da rede. O crédito de energia, válido por 36 meses, não é conversível em dinheiro, mas pode ser usado para abater o consumo de outra unidade ou na fatura do mês subsequente (por isso citado que era “emprestado”). A expectativa é de que, com o crescimento dessa geração distribuída, seja cada vez menor a necessidade de investir em expansão dos sistemas de transmissão e distribuição, o impacto ambiental, o volume de carga nas redes e as perdas técnicas. Devido ao aumento de eficiência da rede é que a solução deveria ser incentivada, respeitando claro, as questões técnicas (principalmente as questões relacionadas à proteção da rede e à segurança operativa) e questões econômicas das distribuidoras.⁴⁶

Outro fato ainda mais relevante, necessário, e muito bem vindo ao sistema elétrico nacional é a complementariedade que os sistemas solares fotovoltaicos proporcionam, é a geração de energia durante o período diurno, no momento de maior necessidade da rede elétrica. Por exemplo, quando consultamos a geração em um dia normal de novembro de 2019, verificamos que às 14:00h a demanda atingiu o patamar máximo diário, em torno de 73.000 megawatts-hora [MWh], justamente no momento que a geração solar estava produzindo o seu máximo, em torno de 1.600 MWh. Naquele dia, às 05:45h ocorreu o menor consumo registrado, de 53.000 MWh. Ora, grosso modo, até uma criança olhando o gráfico pode notar que a média diária ficou em torno de 63.000 MWh e no ponto de maior necessidade, às 14:00h, para atingirmos os 73.000 MWh precisaríamos de mais 10 mil MWh, ou seja, um pouco mais de 6 vezes o que possuímos hoje com a geração solar. Caso existisse esse montante de geração

⁴⁵ www.senado.leg.br/emdiscussao EM DISCUSSÃO Os Principais debates do Senado Federal. Complexo e Muito Regulado Modelo de Gestão Sofre Críticas. Brasília: ano 6, nº 25, junho de 2015, p. 50.

⁴⁶ www.senado.leg.br/emdiscussao EM DISCUSSÃO Os Principais debates do Senado Federal. Complexo e Muito Regulado Modelo de Gestão Sofre Críticas. Brasília: ano 6, nº 25, junho de 2015, p. 30.

solar, que é totalmente possível de ser atingido nos próximos anos se o governo não sobretaxar, criar novas regras, exigências burocráticas e gerar insegurança jurídica⁴⁷.

Esse montante de geração solar é plausível, pois a tecnologia empregada, como sabemos, diminui de preços ano após ano e já há várias fábricas instaladas no país que produzem o equipamento, gerando emprego e renda. O Brasil devido às suas condições geográficas e climáticas tem a obrigação de não descartar esse recurso valiosíssimo à disposição de qualquer cidadão.

A geração solar fotovoltaica traz uma complementariedade ao sistema e pode trazer uma eficiência operacional como nenhuma tecnologia renovável é capaz, pois devido às suas características intrínsecas, produz “apenas” quando mais precisamos. Curiosamente, a geração eólica, para efeito de comparação, produz mais na madrugada, quando menos precisamos.

A complementariedade é tão grande que, caso tivéssemos hoje uma grande capacidade de geração solar (nem são precisos os 10.000 MWh ou 6 vezes o que já temos instalado), nossa produção poderia acompanhar perfeitamente o perfil de consumo, então, por exemplo, não estaríamos preocupados em criar regras novas (e incertezas), como por exemplo; o preço horário diferenciado, pois a demanda estaria alinhada com a produção. A variação de carga seria facilmente suprida pelas hidrelétricas, a custos mínimos, e o melhor dos mundos ocorreria: deixaríamos nossa população com alto nível de bem estar, consumindo energia a hora que ela bem desejar e sem risco de faltar ou de serem majorados seus custos.

Mercado Cativo e o Mercado Livre de Energia

O setor elétrico compreende três segmentos principais bem definidos; geração, transmissão e distribuição, explorados por diferentes empresas, como fruto da chamada desverticalização, ocorrida no Brasil após a abertura do setor nos anos 1990. Em cada segmento, há riscos específicos com que os órgãos reguladores devem se preocupar: na geração, terceiros são afetados (impacto ambiental, principalmente) e uma empresa pode ter um ganho de escala tão grande que inviabilize as demais. Transmissão e distribuição são monopólios naturais, o que impede a concorrência, exigindo permanente regulação de preços e também de normas e padrões técnicos.⁴⁸

Na geração, a concorrência entre as empresas se estabelece nas licitações pelo direito de explorar as usinas hidrelétricas e nos leilões para fornecer energia às distribuidoras. A empresa é responsável pela operação e manutenção da usina e, no caso de empreendimento novo, também pela construção. Nos últimos anos no Brasil também ocorreram leilões de compra e venda de energia realizados pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE, com montantes consideráveis de energia destinados para o ambiente de livre contratação (Mercado Livre de Energia).

Cabe às transmissoras o transporte de grandes cargas de energia (na tensão igual ou superior a 230 mil volts) por longas distâncias, ligando as fontes de geração aos centros de carga das distribuidoras, conhecidas como subestações. Por meio de leilões feitos pela Aneel, as

⁴⁷ <http://www.ons.org.br/paginas/energia-agora/carga-e-geracao> Site virtual do ONS, menu Energia Agora, opção Carga e Geração.

⁴⁸ www.senado.leg.br/emdiscussao EM DISCUSSÃO Os Principais debates do Senado Federal. Complexo e Muito Regulado Modelo de Gestão Sofre Críticas. Brasília: ano 6, nº 25, junho de 2015, p. 37.

transmissoras não apenas obtêm concessões de uso por 30 anos da infraestrutura existente, como se comprometem a ampliá-la. A responsabilidade do concessionário é construir, manter e operar as linhas nos prazos e requisitos mínimos estabelecidos, de modo a garantir a disponibilidade dentro dos padrões do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). A concorrência acontece na disputa pela prestação do serviço via leilões. ONS, Aneel, EPE e demais agentes reguladores elaboram periodicamente um plano de ampliação e reforço da rede, solicitando novos investimentos ao concessionário, que é remunerado por um adicional à tarifa básica de transmissão.

A concessão do serviço de distribuição é baseada na área geográfica de atendimento e na classe de consumidores a serem atendidos. A extensão e a configuração da rede de distribuição precisa ser ajustada continuamente para atender a evolução da demanda — como a expansão das cidades e dos bairros. As distribuidoras de energia são responsáveis pela conexão e atendimento ao consumidor, qualquer que seja o seu porte, e devem ampliar e modificar suas redes conforme a necessidade. Os direitos e as obrigações das distribuidoras de energia são definidos nos contratos de concessão celebrados com a União e fortemente regulados e fiscalizados pela ANEEL.

Esses três segmentos — geração, transmissão e distribuição — interagem para atender dois tipos de consumidores: livres e cativos.

Consumidores Cativos e Consumidores Livres ou Especiais

Os consumidores cativos (residenciais, comerciais ou industriais) compram a energia exclusivamente da distribuidora local, mediante tarifa regulada, e não contam com qualquer flexibilidade contratual. Na fatura da distribuidora estão inclusos os valores de uso do sistema elétrico e da energia elétrica consumida.⁴⁹

Já os elegíveis a consumidores livres são os que possuem demanda contratada com a distribuidora de 2.500 ou mais quilowatts [kW] — em geral grandes indústrias, como as siderúrgicas e as montadoras de automóveis — e podem optar por comprar energia elétrica diretamente de um produtor ou comercializador. Os consumidores especiais são os que possuem demanda contratada acima de 500 [kW], porém situam-se abaixo do patamar dos consumidores livres (com demanda de pelo menos 2.500 kW), e podem optar em comprar energia especial incentivada (uma classificação específica definida pela ANEEL para os pequenos produtores com fontes renováveis ou cogeração qualificada). Os consumidores livres ou especiais também pagam tarifas pelo uso dos sistemas de transmissão e de distribuição (ambiente regulado), porém a energia elétrica é negociada livremente mediante contratos bilaterais com produtores ou comercializadoras (ambiente livre).

Em muitos países, mesmo os pequenos consumidores, inclusive residenciais, têm liberdade para contratar a energia elétrica, tal como na telefonia: o consumidor escolhe livremente uma geradora ou comercializadora e paga a ela o preço pela aquisição da energia, acrescido de taxas pelo uso das redes de transmissão e de distribuição operadas pelas empresas que levam

⁴⁹ www.senado.leg.br/emdiscussao EM DISCUSSÃO Os Principais debates do Senado Federal. Complexo e Muito Regulado Modelo de Gestão Sofre Críticas. Brasília: ano 6, nº 25, junho de 2015, p. 38.

a energia até eles. Nos 27 países da União Europeia, todos os consumidores, inclusive as pessoas físicas, podem escolher livremente o fornecedor de energia. No Brasil, apenas 25% não são cativos de um fornecedor.

Modelo econômico

O modelo econômico do setor elétrico no Brasil é um dos mais complexos existentes e compreende dois submercados: o regulado e o livre. No mercado regulado, em leilões promovidos pela ANEEL via internet, as distribuidoras compram a quantidade de energia que consideram suficiente para atender o seu mercado cativo por um período de tempo — são contratos longos, de 5, 10 ou 15 anos — e pagam às transmissoras pelo uso das redes para trazê-la até as subestações, repassando esses custos e as próprias despesas, acrescidos de impostos e encargos, ao consumidor final.⁵⁰

Mercado livre

Já no mercado livre, a energia excedente, não comprometida com os contratos de longo prazo, é negociada entre os geradores e os grandes consumidores, com a intermediação de empresas comercializadoras. Os consumidores, além do preço da energia, pagam às empresas transmissoras e também às distribuidoras, conforme o caso, pelo uso das redes. Como as distribuidoras têm de suprir a necessidade dos consumidores, se a demanda cresce, elas são obrigadas a buscar energia extra no mercado para poder cumprir os contratos com a União. Ocorre que, no mercado livre, os preços são mais altos em períodos de escassez (seca), quando a capacidade das usinas fica praticamente limitada ao mínimo e elas, comprometidas com contratos de longo prazo, não têm muita energia excedente para vender. Também pode ocorrer o contrário, quando há sobras no mercado (boa afluência de chuvas e perspectivas de reservatórios cheios) e o preço para contratos de curto e médio prazo caem a valores mínimos. As empresas que operam no mercado livre trabalham fortemente com análises de riscos, de exposição, de crédito, de diversificação de portfólios e estudo de cenários futuros.⁵¹

Leilões de Energia

A energia mais barata é oferecida, portanto, nos leilões de contratos de longo prazo da ANEEL, que fixa um preço máximo a ser cobrado das distribuidoras. Vence quem oferece a menor tarifa. Mas a participação no leilão não obriga as usinas a venderem toda a produção ao preço máximo definido pela agência. Se o teto estipulado ficar abaixo do preço que as geradoras pretendem cobrar, elas podem optar por não vender — ou por vender apenas parte da produção — e oferecer o excedente no mercado livre, onde os contratos geralmente são de menores prazos. Para as usinas, a situação é a mesma de um proprietário de um apartamento na praia: ele pode optar por alugar o imóvel de forma permanente, por um preço menor, ou arriscar oferecê-lo por temporadas menores, a um preço bem mais alto, lembrando que esperar para alugar a um preço maior implica também um risco maior, já que pode não haver

⁵⁰ www.senado.leg.br/emdiscussao EM DISCUSSÃO Os Principais debates do Senado Federal. Complexo e Muito Regulado Modelo de Gestão Sofre Críticas. Brasília: ano 6, nº 25, junho de 2015, p. 37.

⁵¹ www.senado.leg.br/emdiscussao EM DISCUSSÃO Os Principais debates do Senado Federal. Complexo e Muito Regulado Modelo de Gestão Sofre Críticas. Brasília: ano 6, nº 25, junho de 2015, p. 38.

interessados. Vai da estratégia comercial de cada gerador definir quanto vender no mercado regulado e quanto reservar para arriscar no mercado livre. Some-se à complexidade física e econômica da indústria da energia elétrica a necessidade da intervenção estatal em razão do caráter estratégico e social do setor e tem-se a medida do desafio que é para um país regular a produção, a transmissão e a distribuição de energia. Ao mesmo tempo, é preciso garantir a universalização do atendimento a tarifas acessíveis e o abastecimento ininterrupto, assegurando ainda aos agentes do setor remuneração capaz de atrair investimentos e estimular ganhos de produtividade.⁵²

A previsão de aumento do consumo e o planejamento necessário para garantir o suprimento adequado é um desafio permanente do setor elétrico.

Eficiência Energética

Já foi comprovado por vários estudos que quando ocorrem as crises, racionamentos ou apagões, uma vez que o consumo é reduzido, leva anos até retornar ao mesmo patamar que estava antes da redução. Significa que as ações que foram tomadas para reduzir o consumo de energia elétrica são ações que perduram no tempo e não são simplesmente descartadas após a normalização do fornecimento.

Não é disseminada pelos programas de conservação de energia ou programas de eficiência energética a proibição do consumo, mas são difundidos hábitos e boas práticas para se consumir com consciência e sem desperdícios. Para isso é importante sabermos que tão importante quanto gerar energia com baixo custo e eficiência é fundamental sabermos utilizar as máquinas e equipamentos e também procurarmos sempre a utilização de soluções mais modernas e eficientes eletricamente. O bom uso dos recursos energéticos, mais do que um hábito saudável, consciente e sustentável, ainda reduz custos, melhora o nível de bem estar e preserva o meio ambiente.⁵³

Na maioria dos países desenvolvidos há programas de etiquetagem de equipamentos considerados os mais eficientes além de programas para divulgação, e promoção da cultura de consumo consciente. No Brasil o programa de conservação do consumo de energia elétrica, o Procel foi criado em 1985, sendo o país um dos pioneiros nessa boa prática. Há desde publicação de ranking dos equipamentos mais eficientes em cada categoria, como manuais e literaturas sobre o tema, bem como programas de etiquetagem (certificação) de equipamentos, de edificações sustentáveis, educacionais, entre outros.⁵⁴

Ainda existe no país o hábito da utilização de chuveiros elétricos, devido principalmente ao baixo custo e a facilidade de instalação. É um exemplo de equipamento ainda muito utilizado, porém não recomendado devido ao excessivo consumo e alta demanda da rede elétrica. Já as lâmpadas incandescentes, muito populares num passado recente, foram proibidas de comercialização, pois se tornaram obsoletas e desnecessárias já que existem novas lâmpadas de tecnologias substitutas com preços competitivos e altamente viáveis.

O uso consciente da energia elétrica, assim como o uso responsável de qualquer recurso valioso e escasso, leva o país a outro patamar de desenvolvimento.

⁵² www.senado.leg.br/emdiscussao EM DISCUSSÃO Os Principais debates do Senado Federal. Complexo e Muito Regulado Modelo de Gestão Sofre Críticas. Brasília: ano 6, nº 25, junho de 2015, p. 39.

⁵³ PROCEL INFO. <http://www.procelinfo.com.br/main.asp>

⁵⁴ PROCEL. <https://eletrobras.com/pt/Paginas/Procel.aspx>

ELASTICIDADES: TEORIA E APLICAÇÃO

No mercado de energia elétrica, a curva de oferta (relacionada com a produção de energia), possui inclinação ascendente e a curva de demanda (relacionada com o consumo de energia), possui inclinação descendente, como nos mercados competitivos. Porém, no curto prazo, não há como ajustar preços, pois normalmente estes são regulados pelo governo (com reajuste anual) ou são valores previstos por contratos de longo prazo e com cláusulas de reajustes definidos por índices pré-definidos. Então, o equilíbrio econômico ocorre em prazos maiores.

Para entender o mercado de energia, é preciso ter em mente que, ao contrário de outros sistemas em rede, como água e gás, a eletricidade não pode ser armazenada de forma economicamente viável. Isso faz com que toda a energia a ser consumida tenha que ser produzida e entregue instantaneamente. Quando há desequilíbrios entre a oferta e a demanda, mesmo que por frações de minuto, o sistema corre o risco de desligamentos em cascata, causando os apagões. No Brasil, esse é o tipo mais comum de interrupção no fornecimento⁵⁵.

Então, para nossa análise sobre o mercado da eletricidade, entendemos que ocorre o equilíbrio físico entre a geração (oferta) e o consumo (demanda) e também ocorrerá o equilíbrio econômico, porém em um prazo maior (de meses e até anos).

A elasticidade, uma medida de resposta dos compradores e vendedores às mudanças de condições do mercado, nos permite analisar a oferta e a demanda com maior precisão. Ao estudarmos como um acontecimento ou política pública qualquer afeta o mercado, podemos discutir não apenas a direção dos efeitos, mas também sua magnitude.⁵⁶

Os consumidores em geral, demandam mais de um bem quando: o preço deste está mais baixo, quando a renda deles é maior, quando os preços dos bens substitutos do bem estão elevados ou quando os preços dos bens complementares estão baixos. Para medirem o quanto os consumidores reagem a mudanças dessas variáveis, usamos os conceitos de elasticidade.

A Elasticidade-Preço da Demanda e Seus Determinantes

A lei da demanda afirma que uma queda no preço de um bem aumenta a quantidade demandada dele. A elasticidade-preço da demanda mede o quanto a quantidade demandada reage a uma mudança no preço. A demanda por um bem é chamada de elástica se a quantidade demandada responde substancialmente a mudanças no preço. Diz-se que a demanda por um bem é inelástica se a quantidade demandada responde pouco a mudanças no preço.

A elasticidade-preço da demanda de qualquer bem mede o quanto os consumidores estão dispostos a deixar de adquirir do bem à medida que seu preço aumenta. Assim, a elasticidade reflete muitas forças econômicas, sociais e psicológicas que moldam as preferências dos

⁵⁵ www.senado.leg.br/emdiscussao EM DISCUSSÃO Os Principais debates do Senado Federal. Complexo e Muito Regulado Modelo de Gestão Sofre Críticas. Brasília: ano 6, nº 25, junho de 2015, p. 37.

⁵⁶ MANKIW, N. Gregor. Princípios de Macroeconomia, 3ª ed. Norte Americana (tradução). São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005, cap. 5, pp. 89-110.

consumidores. Com base na experiência, entretanto, podemos apresentar algumas regras gerais sobre o que determina a elasticidade-preço da demanda.

Disponibilidade de Substitutos Próximos

Bens com substitutos próximos tendem a ter demanda mais elástica porque é mais fácil para os consumidores trocá-los por outros.

Em indústrias é possível escolher o fornecedor da energia elétrica (mercado livre), como também gerar a própria energia ou trocar de insumos energéticos, entre os substitutos da energia elétrica podemos citar: a lenha, o carvão, o gás natural, o diesel, o GLP, o álcool.

Já nas residências e no comércio não há tantas opções disponíveis.

Bens Necessários versus Bens Supérfluos

Os bens necessários tendem a ter demanda inelástica, enquanto a demanda por bens de luxo (ou supérfluos) tende a ser elástica. A questão de classificação do bem em necessário ou supérfluo depende do ponto de vista do consumidor, do momento em que ele está vivendo e outras questões sociais e psicológicas.⁵⁷

Nas indústrias, a energia elétrica é puramente uma necessidade. Nas residências, a energia elétrica é uma necessidade e também é um conforto, que pode se tornar supérfluo. Já nos comércios, em muitos casos, a energia elétrica é quase um fetiche, utilizado como marketing e de forma exagerada, por exemplo: em vitrines para destaque de produtos, em shopping centers excessivamente iluminados, e servem também para iluminação estética de fachadas, letreiros, e outros usos ligados ao luxo (quando utilizados de forma exagerada), como escadas rolantes e ares-condicionados, sempre com utilização acima do necessário.

Definição do Mercado

A elasticidade da demanda em qualquer mercado depende de como traçamos os limites deste. Mercados definidos de forma restrita tendem a ter demanda mais elástica do que mercados definidos de forma ampla, uma vez que é mais fácil encontrar substitutos para bens definidos de maneira restrita.⁵⁸

Por exemplo, a energia é uma categoria mais ampla que a energia elétrica, categoria mais restrita. Em uma indústria, por exemplo, é possível encontrarmos substitutos à energia elétrica, que pode ser lenha, carvão, óleo diesel, gasolina, álcool, gás natural, GLP, etc., então, a indústria pode abrir mão da energia elétrica (com mais facilidade que uma residência ou um

⁵⁷ MANKIW, N. Gregor. *Princípios de Macroeconomia*, 3ª ed. Norte Americana (tradução). São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005, cap. 5, pp. 89-110.

⁵⁸ MANKIW, N. Gregor. *Princípios de Macroeconomia*, 3ª ed. Norte Americana (tradução). São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005, cap. 5, pp. 89-110.

comércio abririam), porém não encontrará facilmente um substituto para a energia, categoria ampla. É difícil até de se imaginar uma indústria sem consumo de energia (ampla).

Horizonte de tempo

Os bens tendem a apresentar demanda mais elástica em horizontes de tempo mais longos. Quando o preço da energia elétrica sobe, a quantidade demandada desse bem cai pouco nos primeiros meses. Com o passar do tempo, as pessoas procuram substitutos ou formas permanentes de economizar, substituem equipamentos por outros mais econômicos, mais eficientes, ou que não consomem energia elétrica, por exemplo, trocam o chuveiro elétrico por chuveiro a gás, enfim, pratica substituição de equipamentos e de hábitos que levam a maior economia no longo prazo.⁵⁹

Calculando a Elasticidade-Preço da Demanda (Epd)

Fórmulas e Memória de Cálculo:

$$\text{Epd} = |(\text{Variação percentual da quantidade demandada}) / (\text{Variação percentual do preço})|$$

$$\text{Variação percentual da quantidade demandada} = (Q2 - Q1) / [(Q1+Q2)/2]$$

$$\text{Variação percentual do preço} = (P2-P1) / [(P2+P1)/2]$$

Para o caso da energia elétrica, um aumento do preço implica em diminuição do consumo, então o sinal negativo obtido para a elasticidade significa que o preço tem relação contrária ao consumo (correlação negativa).

Quando a elasticidade (em módulo) é menor que a unidade $[\text{Epd}] < 1$, dizemos que a demanda pelo bem em questão é inelástica, ou seja, o consumo reage pouco quando há mudanças no preço. A quantidade demandada varia proporcionalmente menos do que o preço.

Por outro lado, quando a elasticidade (em módulo) é maior que a unidade $[\text{Epd}] > 1$, dizemos que a demanda pelo bem em questão é elástica, ou seja, o consumo reage muito quando há mudanças no preço. A quantidade demandada varia proporcionalmente mais do que o preço.

⁵⁹ MANKIW, N. Gregor. Princípios de Macroeconomia, 3ª ed. Norte Americana (tradução). São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005, cap. 5, pp. 89-110.

A Elasticidade-Renda da Demanda (Erd) e Seus Determinantes

Aqui o termo renda refere-se à renda nacional. Utilizaremos no nosso caso o indicador Produto Interno Bruto – PIB.

A correlação com a demanda é positiva, ou seja, um aumento no PIB, devido ao crescimento da economia e da atividade produtiva, obviamente tem impacto positivo no consumo de energia elétrica (e vice e versa).

Os determinantes da demanda que já vimos anteriormente e comentamos; disponibilidade de bens substitutos próximos, bens necessários ou supérfluos, definição do mercado e horizonte de tempo seguem o mesmo entendimento.

DADOS NUMÉRICOS DE 1995 A 2016: CONSUMO, PIB, INFLAÇÃO E TARIFAS DE ENERGIA

Em anexo encontra-se a massa de dados que utilizamos neste estudo e a memória de cálculo que permitiu demonstrar resultados bastante satisfatórios, coerentes e condizentes com estudos similares ao realizado.

Os dados de consumo e tarifas eram de responsabilidade da ELETROBRÁS até o ano de 2005 e após, ficaram a cargo da EPE – Empresa de Pesquisas Energéticas. São divididos entre as principais classes de consumo do país (residencial, industrial e comercial), que juntas respondem por mais de 90% de participação no consumo total do país.

Dados sobre o crescimento do PIB e inflação anual estão disponíveis em sítios virtuais, entre eles as séries históricas do IBGE ou o banco de dados do IPEADATA ou publicações da FGV.⁶⁰

Resultados e considerações sobre as Elasticidades do setor Residencial

$E_{pd} = 0,73 \rightarrow$ inelástico

$E_{rd} = 1,96 \rightarrow$ elástico (Bem Superior)

A inelasticidade da demanda em relação a preços era algo esperado, pois estamos tratando de um recurso necessário, com a possibilidade de serem utilizados substitutos (como o aquecedor à gás no lugar do chuveiro elétrico). Também há a questão moral e ecológica, e os cidadãos não vão passar a consumir mais energia na mesma proporção da redução das tarifas. Mais recentemente em 2013 tivemos redução significativa na tarifa, de 18,33%, e a E_{pd} foi de 0,33 naquele ano. O consumidor brasileiro já pode ser considerado maduro, pois já possui os equipamentos necessários em sua residência, a universalização da energia atingiu quase 100% da população e o nível de preço da energia no Brasil hoje não permite que haja excessos.

⁶⁰ IPEADATA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Produto interno bruto a preços de mercado. Disponível em <http://www.ipeadata.gov.br>

A elasticidade da demanda em relação à renda é um fato permanente, pois sempre tivemos em nossa história essa característica. Quando a economia vai bem, quando as atividades produtivas estão num patamar mais elevado de crescimento e geração de renda, há esse efeito de transbordamento para dentro das residências e a população gasta mais, pois utiliza mais equipamentos elétricos e consome mais energia para o seu bem estar. Nesse sentido podemos considerar a eletricidade como um bem superior para as famílias, ou seja; seu consumo aumenta mais do que proporcional à renda.

No período de 1996 a 2016 obtivemos a estabilidade econômica com a criação do Plano Real e principalmente entre os anos 2003 e 2013 o Brasil teve uma boa fase de crescimento da sua economia, fato que contribuiu sobremaneira para o aumento do consumo das residências.

Os dados analisados e a tendência futura estão alinhados com os resultados de outros trabalhos sobre o tema, que utilizam outras metodologias, inclusive estão aderentes com os dados de planejamento da Empresa de Pesquisas Energética – EPE.

Resultados e considerações sobre as Elasticidades do setor Industrial

$E_{pd} = 0,17 \rightarrow$ inelástico

$E_{rd} = 0,86 \rightarrow$ inelástico (Indicativo de Eficiência Energética)

A inelasticidade da demanda em relação a preços também era algo esperado no setor industrial, pois estamos tratando de um recurso ainda mais necessário para as indústrias. A indústria é o setor que tem maior acesso e maior quantidade de opções aos recursos e bens alternativos à eletricidade, pois pode contratar energia de longo prazo via mercado livre, com reajustes definidos em contrato, ou podem gerar com maior facilidade a própria energia, ou criar programas de eficiência energética dentro das fábricas com premiação às melhores práticas e melhores resultados. Possuem organismos e instituições que desenvolvem soluções e propõe melhorias visando a eficiência energética, ou seja, são mais organizados e tratam a energia como um insumo que não pode ser desperdiçado.

A inelasticidade da demanda em relação à renda é uma tendência positiva e significa que a indústria está buscando novas tecnologias visando à redução do consumo. Com o aumento da renda, o consumo de energia aumenta menos do que o proporcional aumento da renda. A energia elétrica, para a indústria, deixou de ser considerada um bem superior ou um bem normal. Isso ocorre devido ao investimento contínuo em eficiência energética, onde parte do excedente produtivo é direcionado para ações de economia de energia.

Mesmo nos anos de expansão da produção e da renda, a eficiência energética aumenta continuamente. Sabemos também que o setor industrial diminui sua participação na economia ano após ano, então, não está acompanhando esse crescimento econômico na mesma proporção dos demais setores que crescem mais rapidamente. Nos anos 70 e 80 a indústria foi responsável por mais de 60% do consumo de energia do país, porém hoje essa fatia está entre 30 e 40%, dependendo do ano e do crescimento da produção industrial. O fenômeno da desindustrialização é uma preocupação devido à importância que o setor tem no nível tecnológico e de geração de valor.

Resultados e considerações sobre as Elasticidades do setor Comercial

$E_{pd} = 1,47 \rightarrow$ elástico (supérfluo, bem de luxo)

$E_{rd} = 3,10 \rightarrow$ elástico (Bem Superior)

A elasticidade da demanda em relação a preços ocorreu apenas no setor comercial. Aqui já não estamos tratando de um recurso apenas necessário, mas de um recurso com características de supérfluo, pois o comércio sempre utilizou a energia elétrica como marketing, embelezamento, conforto, requinte, luxo. É fato o uso exagerado de iluminação, de temperatura de ar condicionado, de letreiros, etc. A possibilidade de serem utilizados substitutos neste caso também é menor em relação aos outros setores. O uso exagerado da energia nesses casos torna-se um diferencial competitivo que apesar de gerar desperdício, gera maiores vendas e lucros aos empresários.

A elasticidade da demanda em relação à renda também é um fato permanente nesse setor. Quando a economia vai bem, quando as atividades do comércio estão num patamar mais elevado de crescimento, há esse efeito de transbordamento para dentro da atividade comercial e o uso de energia é ampliado.

O setor comercial, ao contrário da indústria, assume participação maior na economia ano após ano e hoje é responsável por praticamente um terço do consumo total de energia do país.

É tendência nos países mais desenvolvidos o setor de comércio e serviços responder pela maior fatia da economia nacional. No período de 1996 a 2016, mais especificamente entre os anos 2003 e 2013 o país apresentou bom nível de crescimento econômico, sendo o setor comercial fortemente beneficiado.

Resultados e considerações sobre as Elasticidades do Consumo Nacional - Geral

$E_{pd} = 0,50 \rightarrow$ inelástico

$E_{rd} = 1,61 \rightarrow$ elástico (Bem Superior)

Na média nacional, quando somamos os efeitos dos setores residencial, industrial e comercial, que respondem por mais de 90% do consumo de energia do país, constatamos a inelasticidade da demanda em relação aos preços (prevalecendo a característica necessária da energia elétrica) e a elasticidade do consumo em relação ao crescimento econômico, mostrando a importância que a energia elétrica tem, pois não há aumento da produção nacional sem a participação desse insumo fundamental e que nos traz conforto e bem estar.

PERÍODOS ESTUDADOS, CARACTERÍSTICAS E CONTEXTUALIZAÇÃO

Período 1965 – 1995

- Elasticidade-preço (tarifa) é inelástica;
- Elasticidade-renda/PIB é elástica (um pouco acima da unidade);
- Correlação preço-demanda negativa;
- Correlação produto-demanda positivo;

Características do período:

A oferta de energia era permanentemente aumentada (política de governo / DNAE / Eletrobrás) e o reajuste de preço das tarifas ficava abaixo da inflação (um pouco abaixo) em muitos anos, a política de industrialização do país demandava forte investimento em infraestrutura energética, a política de universalização da energia elétrica levava a eletrificação para todas as regiões do país. A cada ano ocorria considerável aumento de unidades consumidoras, o Brasil estava em transição demográfica populacional (do campo para as cidades). Aliado a isso, havia no período altas taxas de natalidade, a população e o PIB cresciam continuamente.

Dessa época temos que a ELETROBRÁS utilizava em seu planejamento o fator 1,3 para a oferta de energia futura, ou seja, se o país tinha previsão de crescimento de 5% nos próximos anos, a necessidade de geração hidrelétrica deveria ser de 6,5% para o mesmo período.

Muitos estudos feitos durante e após o período, corroboram com essas conclusões.

Período 1996 – 2016 → Período estudado na monografia / TCC

Permanecem as características de longo prazo de períodos anteriores e tendência para os próximos anos:

- Elasticidade-preço (tarifa) da demanda é inelástica;
- Elasticidade-renda (PIB) da demanda é elástica;
- Correlação preço-demanda negativa;
- Correlação produto-demanda positiva;

Características do período de 1996 – 2016:

Não há mais oferta contínua de energia elétrica, os melhores aproveitamentos hídricos e as grandes usinas já foram construídas no passado. As novas usinas são cada vez piores em termos de viabilidade econômica e de impacto ambiental, quando comparadas com as “usinas velhas”.

Os empreendimentos do setor elétrico, agora com grande participação de capital privado, necessitam de retornos (TIR/TMA) compatíveis com outros investimentos concorrentes, especialmente em virtude do risco regulatório e das incertezas do setor.

O preço da tarifa de energia no período pós 1995 teve reajustes acima da inflação, a oferta de energia não acompanhou a demanda em alguns períodos, inclusive tivemos racionamento de energia em 2001. Alternativas de geração foram implementadas, houve grande acréscimo de usinas térmicas, que elevaram os preços ao consumidor final, principalmente em anos de estiagem ou que necessitaram forte acionamento dessas usinas de reserva.

Nesse novo período do setor, tivemos aumento dos preços da energia e principalmente aumento de encargos e outros acréscimos embutidos na fatura de energia dos consumidores finais, que levaram a energia elétrica do Brasil (outrora uma das mais baratas do mundo) a ser uma das mais caras do mundo.

A universalização da energia elétrica já atingiu 99% da população, que atualmente apresenta baixa taxa de crescimento. O setor industrial (que já foi responsável por mais de 50% do consumo de energia) deixou de ser o “motor” principal da economia e hoje consome um pouco mais de 30% da energia do país, junto com o setor residencial e comercial que também consomem, cada um, pouco mais de 30% (juntos os 3 setores respondem por mais de 90% do consumo de energia).

Essas mudanças nos cenários de oferta e demanda da energia elétrica, mudanças nos perfis dos consumidores, aliadas ao elevado preço da energia elétrica, está levando nossa sociedade a buscar, cada vez mais, a eficiência e a independência energética.

Tais fatores contribuem para que a elasticidade da demanda em relação à renda (PIB / produção) nos mostre tendência de ser cada vez um número menor.

Neste complexo cenário em que está inserido o setor elétrico brasileiro, mudanças na regulamentação do setor que não ocorrem após amplo e profundo debate com os agentes do mercado, e especialmente as interferências bruscas que ocorreram recentemente, após a MP-579/2012, geram efeitos perversos à sociedade, pois se aumentou muito a incerteza e o risco do negócio (na visão dos agentes do mercado e dos investidores do setor). Como efeito tivemos a disparada dos preços da energia elétrica em anos recentes, dificuldades financeiras em muitas distribuidoras de energia, entre outros problemas.

CONCLUSÃO

O Brasil já atingiu a universalização do suprimento de energia elétrica, onde mais de 99% de sua população possui acesso a eletricidade de qualidade e aproximadamente 70% dessa energia, gerada de fontes limpas e renováveis. Se em um passado distante tínhamos a geração praticamente toda suprida por hidrelétricas, hoje temos uma matriz bastante diversificada, composta por usinas hidrelétricas, usinas térmicas a biomassa, gás natural, fissão nuclear, carvão, usinas eólicas, usinas solares fotovoltaicas, entre as mais importantes.

Entre inúmeros desafios que temos, podemos mencionar que o maior é o de continuar suprindo a população com energia limpa e renovável, sem risco de falta de suprimento e sem variações nos preços (bandeiras tarifárias ou tarifas horárias) devido a cenários desfavoráveis (estiagens), pois a população não está disposta a pagar pelo risco inerente ao negócio. Fato é que temos total condições de atender plenamente esses anseios, pois novas tecnologias estão permitindo a geração limpa e renovável a valores cada vez mais baixos e competitivos.

O estudo sobre elasticidade, que é uma ferramenta muito importante, robusta, precisa, e que nos permite conhecer melhor quais são as respostas dos compradores e vendedores frente às mudanças do mercado, nos permite analisar a oferta e a demanda com maior precisão. Ao estudarmos como um acontecimento ou política pública qualquer afeta o mercado, podemos discutir não apenas a direção dos efeitos, mas também sua magnitude. No longo prazo, como o período de 1996 a 2016 (vinte anos), utilizando a teoria das elasticidades com emprego dos valores médios ano a ano, constatamos os estudos anteriores que utilizaram ferramentas estatísticas avançadas, de matemática complexa e com volume de variáveis muito maiores.⁶¹ Pesquisas e previsões da EPE apontam elasticidades para até o ano de 2026 ainda muito próximos dos valores que obtivemos, entre eles a elasticidade-PIB da demanda [Erp] de 1,5 para o período até 2026, onde obtivemos no período de 1996-2016 o valor de 1,61, totalmente condizentes e coerentes.⁶²

Para o período estudado, o maior interesse foi devido ao complexo processo de abertura do mercado, de desverticalização das empresas que operavam em monopólio, da criação do novo marco regulatório e da criação de novos órgãos de planejamento, de operação do sistema, de fiscalização e de regulamentação do setor. Neste período de profundos desafios e incertezas do setor elétrico, ainda estávamos passando por crises internacionais e de desconfiança por parte de muitos agentes.

⁶¹ MODIANO (1984) foi pioneiro no estudo da demanda de energia elétrica, utilizando dados de consumo dos setores residencial, comercial e industrial, de 1963 a 1981, estimou funções de demanda com o método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Respectivamente, para os setores residencial, comercial e industrial com ajustamento parcial, têm-se os seguintes resultados: -0,403; -0,183 e -0,222; para tarifa. 1,13; 1,068; 1,360 para renda.

SOARES, LOPES e CUNHA. Economia Aplicada, v. 21, n.3, 2017, pp. 503-523. Conclusões: “Em linhas gerais, este artigo forneceu estimativas dos parâmetros da função demanda por energia elétrica do setor residencial, no período 1991-2014. Os resultados permitem concluir que elevações tarifárias são ineficazes para o efetivo controle da demanda por energia”.

SIQUEIRA et. al. (2006) avaliaram a demanda de energia no Nordeste brasileiro entre 1970 e 2003. Os resultados indicaram elasticidades preço e renda iguais a -0,41 e 1,4 respectivamente.

⁶² Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos (2017-2026). Série Estudos da Demanda, Nota Técnica DEA 001/17. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisas Energéticas – EPE, janeiro de 2017, p. 50. “resultando uma elasticidade-renda nos 10 anos de 1,51.”

Está muito bem definido a classificação de bem necessário para a eletricidade. Também, com chegada das novas fontes de energia a preços cada vez mais baixos, podemos prever a tendência de estabilidade de preços futuros. Também colabora com isso: a instituição do Mercado Livre de Energia (onde múltiplos ofertantes e demandantes de energia podem negociar livremente), a utilização de equipamentos cada vez mais econômicos e eficientes, além dos programas de disseminação de bons hábitos e de consumo consciente, temas ligados à ecologia e conservação do planeta que atraem cada vez mais a atenção dos jovens.

Os estudos nos mostraram a evolução do setor, o comportamento do mercado, do consumidor e as tendências atuais e futuras. As novas invenções e o avanço das tecnologias, aliados com o pensamento mais consciente da população, do governo e da sociedade como um todo, nos indicam um mercado mais maduro, com maior segurança energética.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOUSSEU, E.; GLACHANT J. M. The Economics of Contracts. Theories and Applications. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

CARGA E GERAÇÃO <http://www.ons.org.br/paginas/energia-agora/carga-e-geracao> Site virtual do ONS, menu Energia Agora, página Carga e Geração.

CASTRO, Nivalde J.; ROSENTAL, Rubens. Nova tendência para a Elasticidade-Renda da Demanda de Energia Elétrica no Brasil. www.nuca.ie.ufrj.br/gesel. Rio de Janeiro: ELETROBRÁS – UFRJ / GESEL.

EM DISCUSSÃO, Os Principais debates do Senado Federal. www.senado.leg.br/emdiscussao . Complexo e Muito Regulado Modelo de Gestão Sofre Críticas. Brasília: ano 6, nº 25, junho de 2015.

ESTUDOS DE ENERGIA. Nota Técnica DEA 001/17. Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos (2017-2026). Diretoria de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais (DEA) da EPE. Série Estudos da Demanda. Disponível em <http://www.epe.gov.br/Estudos>

FAINZILBER, Abrahão. Energia Elétrica. Biblioteca Educação é Cultura, vol. 4. Rio de Janeiro: Bloch Editores; Brasília: MEC-MME, 1980.

GARANTIA FÍSICA <http://www.epe.gov.br/pt/areas-de-atuacao/energia-eletrica/expansao-da-geracao/garantia-fisica> Site Virtual da Empresa de Pesquisas Energéticas – EPE, menu Áreas de atuação > Energia Elétrica > Expansão da Geração > aba Garantia Física

PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia. Eletrobrás. Endereço: <https://eletrobras.com/pt/Paginas/Procel.aspx>

PROCEL INFO – Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética. Eletrobrás. Endereço: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp>

PRODUTO INTERNO BRUTO A PREÇOS DE MERCADO. IPEADATA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA. Disponível em <http://www.ipeadata.gov.br>

JOSKOW, Paul L. Restructuring, competition and regulatory reform in the US electricity sector - Journal of Economic perspectives, 1997.

JOSKOW, Paul L. Cuadernos de Economía, Año 40, No. 121, Latin American and U.S. Universities: A Forty Year Analysis (Diciembre, 2003).

MANKIW, N. Gregor. Princípios de Macroeconomia, 3ª ed. Norte Americana (tradução). São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

MELO, H. et. al. Vargas e a Crise dos Anos 50. Rio de Janeiro, Relume-Dumará, 1994.

MEMÓRIA DA ELETRICIDADE. Site virtual institucional. www.memoriadaeletricidade.com.br/institucional/retrospectiva/

MODIANO, Eduardo Marco. Elasticidade-renda e preços da demanda de energia elétrica no Brasil. Texto para discussão nº 68. Departamento de Economia PUC-RJ, Maio de 1984.

PINTO JR., H. Q. As Missões de Regulação: Lições Internacionais e seus Desdobramentos para a Organização da Agência Nacional do Petróleo, maio, 1998. In: Regulação – Séries ANP, Rio de Janeiro, n. 1, 2001.

QUEIROZ, Helder et. al. Economia da Energia, 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

SAEZ, Alexandre Macchionne. Luz, leis e livre-concorrência: conflitos em torno das concessões de energia elétrica na cidade de São Paulo no início do século XX. HISTÓRIA, São Paulo, 2009.

SÉRIE HISTÓRICA DO IPCA. IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Índices de Preços.

Disponível em https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc_ipca

SIQUEIRA, M., Cordeiro-Júnior, H. & Castelar, I. (2006), “A demanda por energia elétrica no nordeste brasileiro após o racionamento de 2001-2002: previsões de longo prazo”, Pesquisa e Planejamento Econômico nº 36, pp. 137–178.

SOARES, LOPES e CUNHA. Economia Aplicada, v. 21, n.3, 2017, pp. 503-523.

TARIFAS MÉDIAS POR CLASSE DE CONSUMO (R\$/MWh). Empresa de Pesquisa Energética – EPE. Estudos de Séries Históricas e Estudos da Demanda. Disponível em <http://www.epe.gov.br/Estudos>

VEIGA, Daniel da Silva; FONSECA, Vinicius Mendonça. Análise do consumo de energia elétrica no Brasil, dezembro, 2002. Monografia - Curso de graduação em Estatística, Escola Nacional de Ciências Estatísticas/ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 2002.

WILLIAMSON, Oliver E. Economic organization: firms, market and policy control. New York: New York University Press, 1985.

WILLIAMSON, Oliver E. Economic organization: firms, market and policy control. New York: New York University Press, 1986.

ANEXOS

Anexo 1 – Dados Gerais do Trabalho – Elasticidades preço e renda da Demanda de Energia Elétrica no Brasil

Anexo 2 - Consumo de Energia Elétrica no Brasil 1995 – 2016

Anexo 3 – Consumo Total de Energia Elétrica no Brasil de 1995 a 2016 em Gigawatts-hora

Anexo 4 – Produto Interno Bruto Acumulado do Brasil de 1995 a 2016 em bilhões de dólares

Anexo 5 – Crescimento Percentual do Consumo de Energia Elétrica no Brasil de 1995 a 2016

Anexo 6 – Tarifas Médias por Classe de Consumo de 1995 a 2017 em Reais por Megawatt-hora

Anexo 1 – Dados Gerais do Trabalho – Elasticidades preço e renda da Demanda de Energia Elétrica no Brasil

DADOS GERAIS APRESENTADOS e RESULTADOS CALCULADOS:

- Dados do consumo nacional de energia das três classes de consumidores: residencial, industrial e comercial, período de 1995 a 2016.⁶³
- Tarifas de energia das três classes de consumidores: residencial, industrial e comercial, período de 1995 a 2016.⁶⁴
- IPCA percentual do período de 1995 a 2016.⁶⁵
- Crescimento real do PIB no período de 1995 a 2016.⁶⁶
- Elasticidades Preço e Renda da demanda das três principais classes de consumidores de energia. Valores e resultados calculados obtidos.

⁶³ CONSUMO NACIONAL DE ENERGIA NA REDE POR CLASSE. Empresa de Pesquisa Energética – EPE. Série Estudos da Demanda. Disponível em <http://www.epe.gov.br/Estudos>

⁶⁴ TARIFAS MÉDIAS POR CLASSE DE CONSUMO (R\$/MWh). Empresa de Pesquisa Energética – EPE. Estudos de Séries Históricas e Estudos da Demanda. Disponível em <http://www.epe.gov.br/Estudos>

⁶⁵ SÉRIE HISTÓRICA DO IPCA. IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Índices de Preços. Disponível em https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc_ipca

⁶⁶ IPEADATA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Produto interno bruto a preços de mercado. Disponível em <http://www.ipeadata.gov.br>

Anexo 2 - Consumo de Energia Elétrica no Brasil 1995 – 2016⁶⁷

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE										
DIRETORIA DE ECONOMIA DA ENERGIA E MEIO AMBIENTE – DEA										
SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E ENERGÉTICOS – SEE										
CONSUMO NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA NA REDE POR CLASSE: 1995 - 2013										
										
CONSUMO [GWh]	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
BRASIL	243.074	257.330	273.280	284.522	292.188	307.529	283.257	293.226	306.987	
RESIDENCIAL	63.576	68.581	74.089	79.340	81.291	83.613	73.622	72.718	76.162	
INDUSTRIAL	111.626	117.128	121.717	121.979	123.893	131.278	122.539	130.927	136.221	
COMERCIAL	32.276	34.388	38.198	41.544	43.588	47.626	44.434	45.222	47.531	
OUTROS	35.596	37.234	39.276	41.659	43.416	45.011	42.663	44.359	47.073	
CONSUMO [%]	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
BRASIL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
RESIDENCIAL	26%	27%	27%	28%	28%	27%	26%	25%	25%	
INDUSTRIAL	46%	46%	45%	43%	42%	43%	43%	45%	44%	
COMERCIAL	13%	13%	14%	15%	15%	15%	16%	15%	15%	
OUTROS	15%	14%	14%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	
CRESCIMENTO [%]	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
BRASIL	7,8	5,9	6,2	4,1	2,7	5,3	-7,9	3,5	4,7	
RESIDENCIAL	13,6	7,9	8,0	7,1	2,5	2,9	-11,9	-1,2	4,7	
INDUSTRIAL	4,0	4,9	3,9	0,2	1,6	6,0	-6,7	6,8	4,0	
COMERCIAL	11,9	6,5	11,1	8,8	4,9	9,3	-6,7	1,8	5,1	
OUTROS	6,7	4,6	5,5	6,1	4,2	3,7	-5,2	4,0	6,1	
Obs: apuração até 2003 - Eletrobras; a partir de 2004 - EPE										

⁶⁷ CONSUMO NACIONAL DE ENERGIA NA REDE POR CLASSE. Empresa de Pesquisa Energética – EPE. Série Estudos da Demanda. Disponível em <http://www.epe.gov.br/Estudos>

Anexo 2 – Consumo de Energia Elétrica no Brasil 1995 – 2016

(continuação 2 de 3)

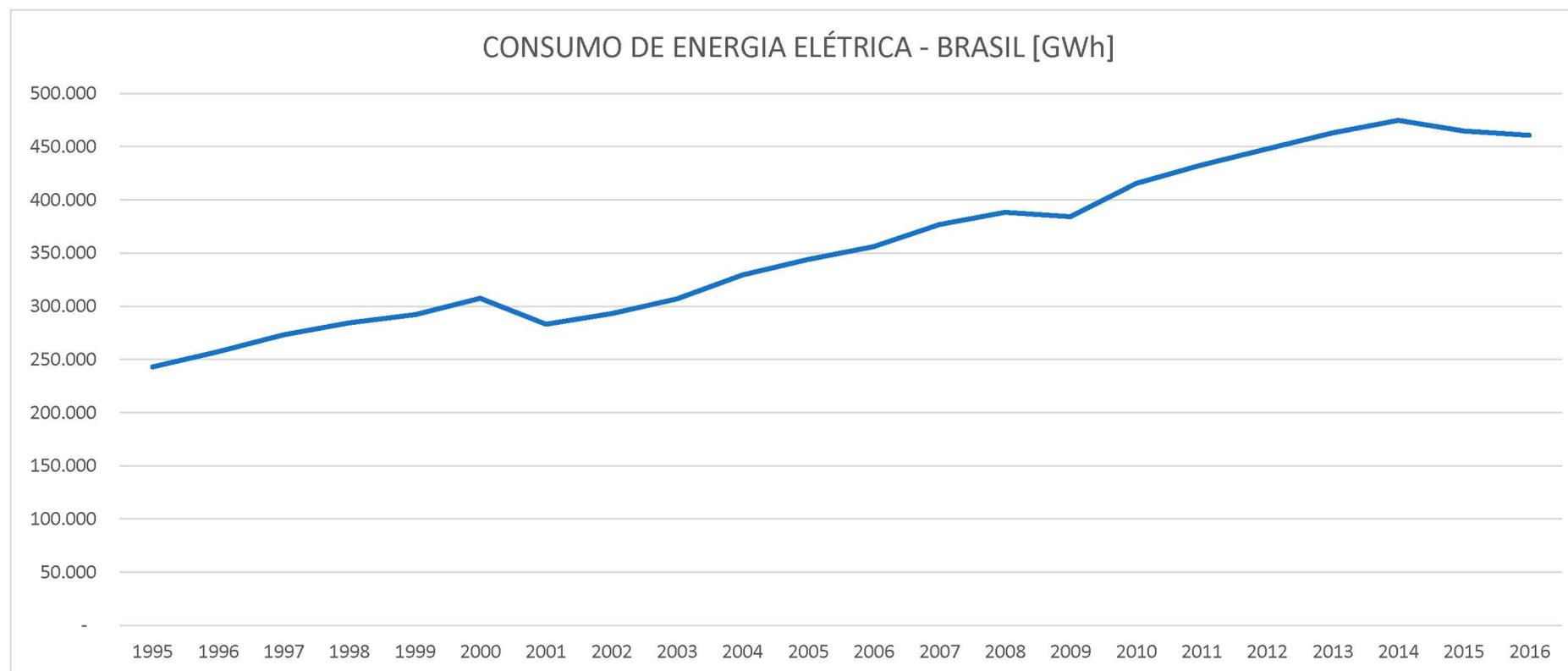
EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE									
DIRETORIA DE ECONOMIA DA ENERGIA E MEIO AMBIENTE – DEA									
SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E ENERGÉTICOS – SEE									
CONSUMO NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA NA REDE POR CLASSE: 1995 - 2013									
									
CONSUMO [GWh]	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
BRASIL	329.707	344.284	356.129	377.030	388.472	384.306	415.683	433.034	448.126
RESIDENCIAL	78.470	82.644	85.784	89.885	94.746	100.776	107.215	111.971	117.646
INDUSTRIAL	154.163	158.610	163.180	174.369	175.834	161.799	179.478	183.576	183.425
COMERCIAL	49.686	53.035	55.369	58.647	61.813	65.255	69.170	73.482	79.226
OUTROS	47.389	49.995	51.796	54.129	56.079	56.477	59.820	64.006	67.829
CONSUMO [%]	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
BRASIL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
RESIDENCIAL	24%	24%	24%	24%	24%	26%	26%	26%	26%
INDUSTRIAL	47%	46%	46%	46%	45%	42%	43%	42%	41%
COMERCIAL	15%	15%	16%	16%	16%	17%	17%	17%	18%
OUTROS	14%	15%	15%	14%	14%	15%	14%	15%	15%
CRESCIMENTO [%]	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
BRASIL	7,4	4,4	3,4	5,9	3,0	-1,1	8,2	4,2	3,5
RESIDENCIAL	3,0	5,3	3,8	4,8	5,4	6,4	6,4	4,4	5,1
INDUSTRIAL	13,2	2,9	2,9	6,9	0,8	-8,0	10,9	2,3	-0,1
COMERCIAL	4,5	6,7	4,4	5,9	5,4	5,6	6,0	6,2	7,8
OUTROS	0,7	5,5	3,6	4,5	3,6	0,7	5,9	7,0	6,0
Obs: apuração até 2003 - Eletrobras; a partir de 2004 - EPE									

Anexo 2 – Consumo de Energia Elétrica no Brasil 1995 – 2016

(continuação 3 de 3)

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE				
DIRETORIA DE ECONOMIA DA ENERGIA E MEIO AMBIENTE – DEA				
SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E ENERGÉTICOS – SEE				
CONSUMO NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA NA REDE POR CLASSE: 1995 - 2013				
CONSUMO [GWh]	2013	2014	2015	2016
BRASIL	463.142	474.823	464.976	460.827
RESIDENCIAL	124.908	132.302	131.190	132.872
INDUSTRIAL	184.685	179.106	168.856	164.556
COMERCIAL	83.704	89.840	90.768	87.873
OUTROS	69.846	73.575	74.163	75.526
CONSUMO [%]	2013	2014	2015	2016
BRASIL	100%	100%	100%	100%
RESIDENCIAL	27%	28%	28%	29%
INDUSTRIAL	40%	38%	36%	36%
COMERCIAL	18%	19%	20%	19%
OUTROS	15%	15%	16%	16%
CRESCIMENTO [%]	2013	2014	2015	2016
BRASIL	3,4	2,5	-2,1	-0,9
RESIDENCIAL	6,2	5,9	-0,8	1,3
INDUSTRIAL	0,7	-3,0	-5,7	-2,5
COMERCIAL	5,7	7,3	1,0	-3,2
OUTROS	3,0	5,3	0,8	1,8
Obs: apuração até 2003 - Eletrobras; a partir de 2004 - EPE				

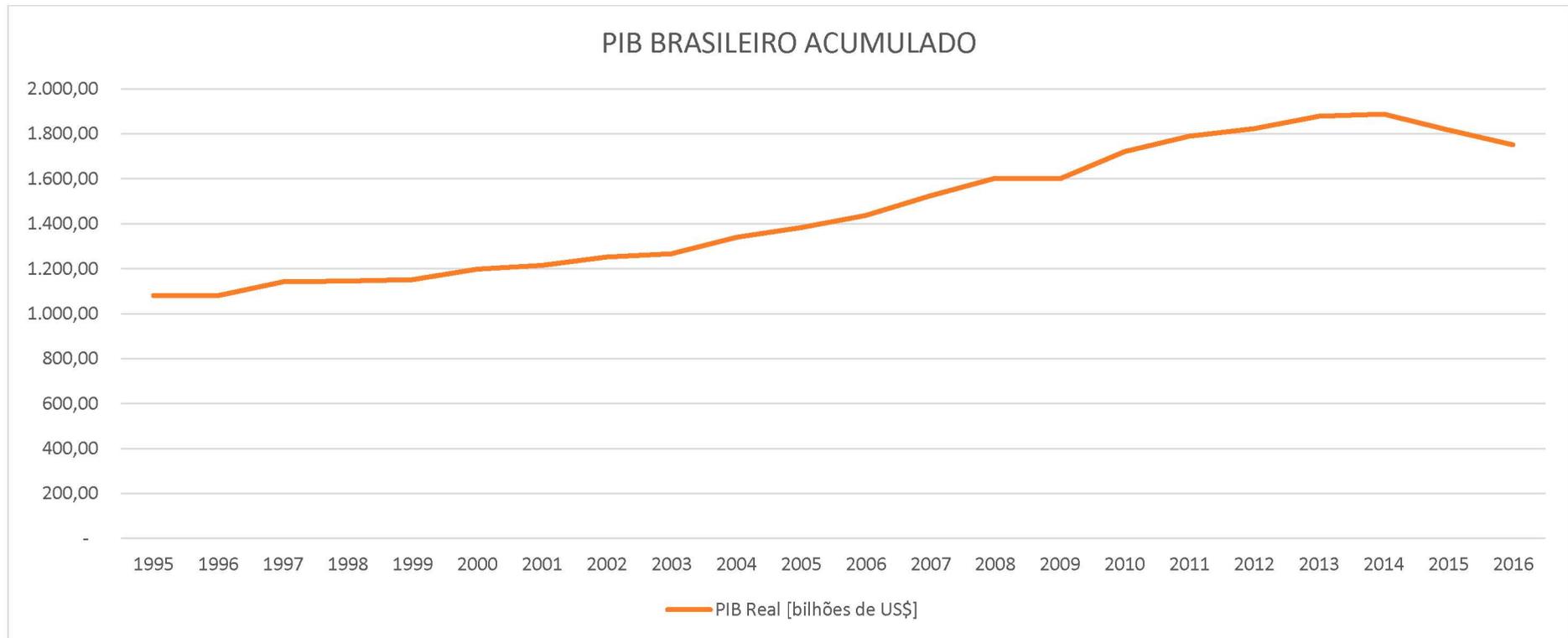
Anexo 3 – Consumo Total de Energia Elétrica no Brasil de 1995 a 2016 em gigawatts-hora⁶⁸



⁶⁸ CONSUMO NACIONAL DE ENERGIA NA REDE POR CLASSE. Empresa de Pesquisa Energética – EPE. Série Estudos da Demanda. Disponível em <http://www.epe.gov.br/Estudos>

Anexo 4 – Produto Interno Bruto Acumulado do Brasil de 1995 a 2016 em bilhões de dólares⁶⁹

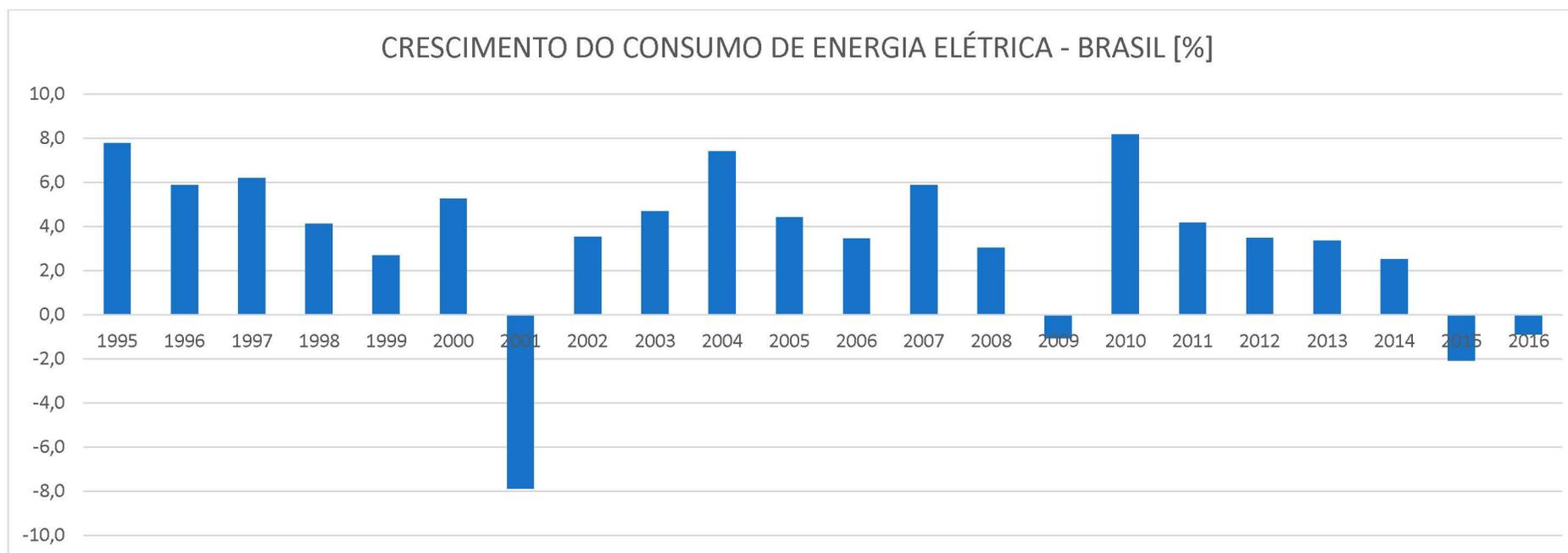
Observação: forte correlação com o consumo de energia do país



⁶⁹ IPEADATA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Produto interno bruto a preços de mercado. Séries Nacionais. Disponível em <http://www.ipeadata.gov.br>

Anexo 5 – Crescimento Percentual do Consumo de Energia Elétrica no Brasil de 1995 a 2016⁷⁰

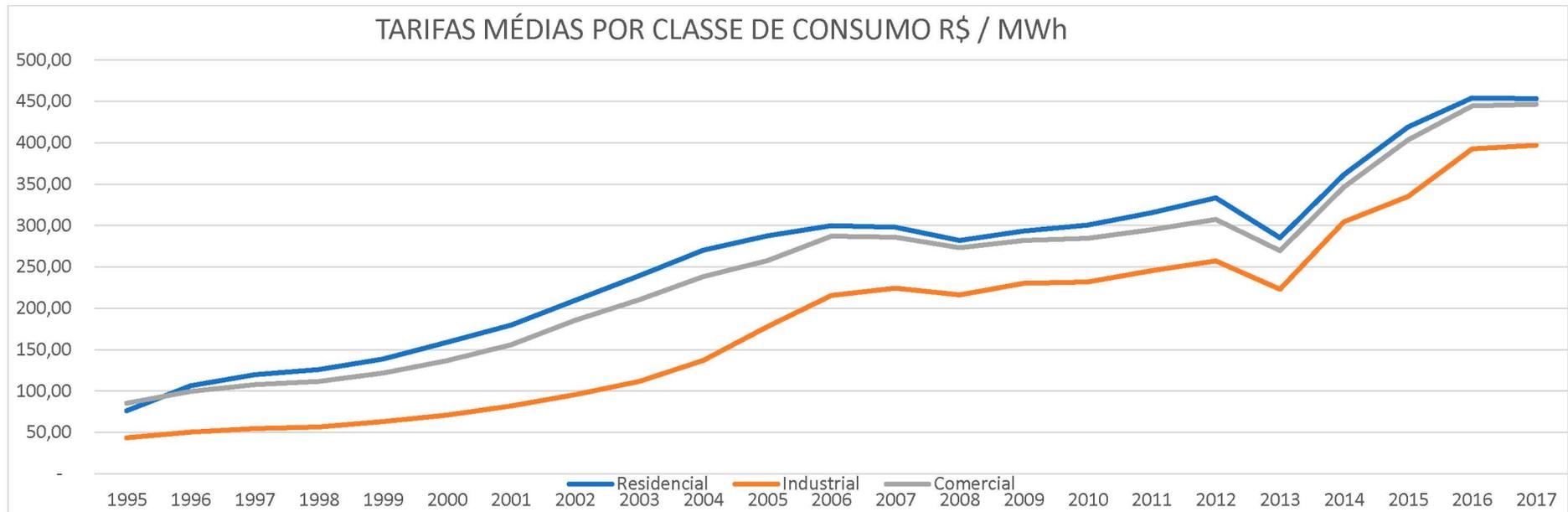
Observação: o consumo só diminui em anos com racionamento como em 2001 ou em períodos de retração econômica (2009, 2015 e 2016)



⁷⁰ CONSUMO NACIONAL DE ENERGIA NA REDE POR CLASSE. Empresa de Pesquisa Energética – EPE. Série Estudos da Demanda. Disponível em <http://www.epe.gov.br/Estudos>

Anexo 6 – Tarifas Médias por Classe de Consumo de 1995 a 2017 em Reais por Megawatt-hora⁷¹

Observação: redução de tarifas em 2013 levou o preço a novos patamares (mais elevados) nos anos 2015 e 2016



	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Residencial	76,26	106,63	119,80	126,18	138,93	158,87	179,78	209,74	239,30	270,49	287,72	299,91	297,98	282,02	293,48	300,56	315,64	333,44	285,24	361,74	419,31	454,29	453,48
Industrial	43,59	50,45	54,61	56,54	63,11	71,03	82,18	95,77	111,86	137,11	177,84	215,60	224,55	216,41	230,31	231,89	245,54	257,34	223,19	304,45	335,31	392,83	397,25
Comercial	85,44	99,62	107,99	111,60	121,70	136,76	156,17	185,60	210,30	238,50	257,55	287,37	286,11	273,26	281,96	284,82	295,16	307,52	269,85	346,72	403,75	444,67	446,72

⁷¹ TARIFAS MÉDIAS POR CLASSE DE CONSUMO (R\$/MWh). Empresa de Pesquisa Energética – EPE. Estudos de Séries Históricas e Estudos da Demanda. Disponível em <http://www.epe.gov.br/Estudos>

