

PROPOSTA PARA REVISÃO DOS REQUISITOS TÉCNICOS DA MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO CONTEXTO DA EXPANSÃO DA ABERTURA DO MERCADO LIVRE NO BRASIL

Barbara Duarte Barbosa – barbara.d.b.97@gmail.com

Prof. Dr. Luiz H. Pazzini (Orientador) – luizhenrique.pazzini@mackenzie.br

RESUMO

Para estruturar a revisão dos requisitos técnicos da medição de energia elétrica no Brasil em favor da expansão do Ambiente de Contratação Livre (ACL), a substituição de medidores não é uma exigência para expansão quando trata-se de milhões de unidades consumidoras, mas seria um avanço importante que facilitaria o fluxo de informações entre consumidores e fornecedores de energia. Neste contexto, este trabalho avalia a viabilidade econômica da substituição dos medidores eletromecânicos por medidores inteligentes e traz propostas para agregação dos dados de medição.

Além disso, foi realizado um estudo da substituição dos medidores associada à expansão da abertura de mercado em outros países, que demonstrou efetividade na penetração dos *smart meters*.

Considerando as particularidades do mercado de energia no Brasil, este trabalho contempla o levantamento dos custos de medidores inteligentes e os apontamentos regulatórios que estruturem a substituição dos medidores para o grupo de baixa tensão. Posteriormente, são propostos modelos para a figura do agregador de Medição, com intuito de facilitar a gestão da medição no mercado de energia varejista.

Por fim, realiza-se uma proposta da regulação da medição em prol da gestão eficiente das unidades consumidoras do grupo de Baixa Tensão.

Palavras-chave: Consumidor Livre. Ambiente de Contratação Livre. Abertura de Mercado. Regulação da Medição.

PROPOSAL FOR THE REVISION OF TECHNICAL REQUIRMENTS MEASUREMENT OF ELECTRICAL ENERGY IN THE CONTEXT METERING OF THE FREE MARKET IN BRAZIL

ABSTRACT

For structuring the review of the electrical energy measurement technical conditions, in Brazil, due to expansion of Free Contracting Environment, the meters substitution is not a requirement for expansion when it is about millions of consumers units already there are in the country, however it would be an important improve that would facility the information flux among consumers and energy suppliers. Considering this situation, this work evaluates the economic viability of the electromechanical meters for smart meters and bring proposals for adding value to the data measurement.

Furthermore, it has made a study about meter's substitution related to open market expansion in other countries, which has demonstrated effectiveness in put smart meters on market.

Considering the particularity about the energy Brazilian market, this work contemplates the smart meters costs and the regulatory conditions, which structure the substitution of the energy meters from de low voltage group. After this, it is proposed service models for the measurement aggregator due to facilitate the measurement in the energy retail market management.

In conclusion, a measurement regulation proposal is carried out in order to efficient management of the consumer units from de low voltage group.

Key-words: Free Consumer. Free Contracting Environment. Open Market. Measurement Regulation.

1 INTRODUÇÃO

A compra e venda de energia elétrica no Ambiente de Contratação Livre (ACL), surgiu no Brasil em agosto de 1998, através da Resolução nº365, da Agência Nacional de Energia elétrica (ANEEL), com as disposições relativas ao exercício das atividades de comercialização de energia elétrica no mercado de livre negociação. Desde então, a abertura de mercado tem evoluído e, gradualmente, ocorre a ampliação de negociações em todas as escalas de consumidores. Segundo a Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia Elétrica (ABRACEEL), no final de 2021, 35% da energia elétrica consumida no Brasil estava no mercado livre.

Para gerir os dados de energia elétrica neste mercado, se faz necessário o monitoramento em tempo real do consumo das cargas. Para isso, existem critérios pré-estabelecidos para o denominado Sistema de Medição de Faturamento (SMF), como por

exemplo a exigência de determinado tipo de medidor eletrônico para os grupos de alta tensão, com índices de exatidão rigorosos.

Para que a abertura de mercado livre contemple os consumidores atendidos em baixa tensão, é preciso um planejamento para a viabilização da substituição de medidores eletromecânicos por medidores mais adequados ao processo de controle desta energia. Este trabalho apresenta uma análise e apontamentos estratégicos para viabilidade da substituição de medidores de energia elétrica no Brasil de forma a contribuir para a possibilidade de ampliação do Ambiente de Contratação Livre (ACL).

2 MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

2.1 MEDIÇÃO NO BRASIL

A presente seção contextualiza o processo de medição de energia elétrica no Brasil, no Ambiente de Contratação Livre (ACL) e no Ambiente de Contratação Regulada (ACR), demonstrando as suas diferenças e/ou semelhanças, antes de adentrar nas estimativas e análise da troca de medidores, para um cenário de abertura total de mercado.

De acordo com a Resolução Normativa ANEEL nº414/2010, a medição é um processo realizado por equipamento que possibilite a quantificação e o registro de grandezas elétricas associadas à geração ou consumo de energia elétrica, assim como à potência ativa ou reativa, quando cabível.

2.1.1 Medição no ACR

No ACR os geradores e as distribuidoras necessitam ter os medidores associados ao Sistema de Medição para Faturamento (SMF), que tem a função de coletar os dados de medição de energia gerada e consumida, para que os montantes sejam contabilizados na Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE).

Para regulamentação da medição, há requisitos técnicos que devem ser observados pelos geradores e distribuidores. Os Procedimentos de Distribuição (PRODIST) normatizam e padronizam atividades técnicas relacionadas ao sistema de distribuição de energia elétrica, enquanto os Procedimentos de Rede são regras pré-estabelecidas pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) para o controle da operação do Sistema Interligado Nacional (SIN). Há também os Procedimentos de Comercialização (PdCs), normas propostas pela CCEE, com o intuito de detalhar como se deve operacionalizar os processos de comercialização.

No mercado cativo, os requisitos do SMF cabem a geradores e distribuidoras, sendo que, a maioria das coletas de medição de unidades consumidoras cativas atendidas

em baixa tensão é realizada através de medidores eletromecânicos (Figura 1), que funcionam através de indução eletromagnética, a partir de um disco de metal que gira quando a eletricidade passa pelas bobinas, produzindo um campo magnético que impulsiona o disco girando-o quando a energia é consumida (Brasiltec, 2021).

Figura 1 – Medidor Eletromecânico de Energia Ciclométrico



Fonte: Fabricante Nansen (Catálogo de produtos disponível em www.americanas.com.br/produto/82265446?opn=YSMESP&sellerid=2071738700010).

A maioria das unidades consumidoras no Brasil possuem medidores eletromecânicos, que não realizam a coleta de dados remota, existindo a necessidade dos funcionários da concessionária se deslocarem até o local da medição de cada um dos consumidores para coletar os dados.

2.1.2 Medição no ambiente livre

No ACL todos os geradores, distribuidoras, concessionárias e consumidores livres e especiais realizam a medição de energia elétrica através de medidores eletrônicos (exemplo na Figura 2), conforme os requisitos pré-estabelecidos do SMF.

Figura 2 – Medidor Eletrônico de Energia



Fonte: Schneider Electric ION8650 (Catálogo de produtos disponível em <https://www.se.com/br/pt/product-range/61053-ion8650/>)

Os medidores eletrônicos detalham informações sobre o consumo sendo a medição realizada remotamente, evitando o deslocamento de funcionários.

Todos os agentes do ambiente livre necessitam da instalação do Sistema de Medição de Faturamento, conforme os procedimentos estabelecidos no módulo 5 do PRODIST e módulo 12 dos Procedimentos de Rede.

3 EXPANSÃO DA ABERTURA DE MERCADO NO AMBIENTE LIVRE

A abertura do mercado livre no Brasil tem se expandido nos últimos anos, e com perspectiva de crescer ainda mais, até chegar aos consumidores atendidos em baixa tensão. Neste módulo abordam-se os aspectos regulatórios associados a este crescimento.

3.1 ASPECTOS REGULATÓRIOS

Em 2018, a portaria nº514 do Ministério de Minas e Energia, alterou os limites de demanda e flexibilizou o acesso ao mercado livre de energia elétrica. Em julho de 2019, a migração de consumidores livres passou a ser permitida para consumidores com demanda contratada de 2,5 MW, e 2,0 MW a partir de janeiro de 2020. Em 2019, a portaria nº465 reduziu essa demanda, onde a partir de janeiro de 2021 o limite passou para 1,5MW, e estabeleceu a redução do limite de demanda para 1,0MW a partir de janeiro de 2022 e de 500 kW em janeiro de 2023.

Em adição, a Portaria MME nº465/2020, estabelece o prazo de janeiro de 2022, para que a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE apresentem estudos sobre as medidas regulatórias necessárias para abertura do mercado livre para consumidores com carga inferior a 500 KW a partir de 1º de janeiro de 2024.

Todos os consumidores livres e especiais devem cadastrar os pontos de medição na CCEE. Com a ampliação da abertura de mercado, se faz necessária e estruturação da medição.

3.2 EVOLUÇÃO DA ABERTURA DE MERCADO

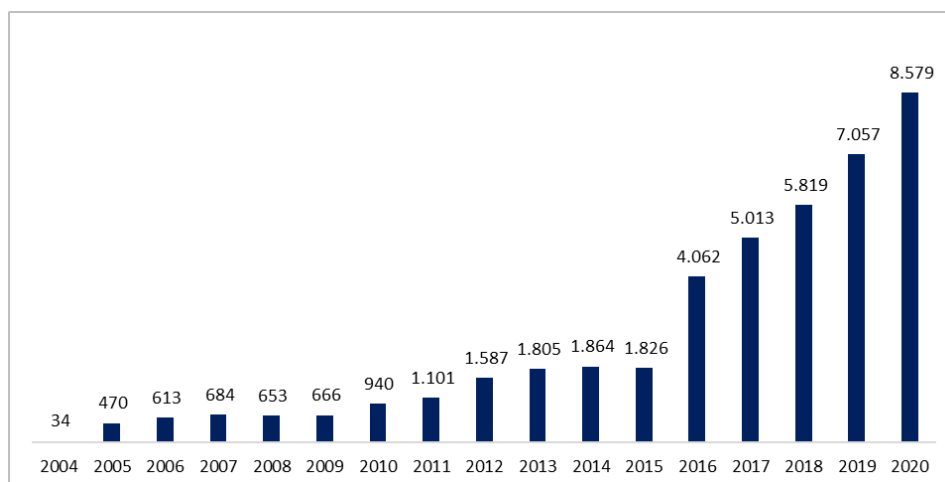
O Decreto nº 5.163 de 2004 formalizou o ACL como um ambiente no qual se negociam a compra e venda de energia elétrica livremente e de forma bilateral.

A compra de energia no ACL é semelhante à compra de créditos para o celular ou quando se adquire conexão com internet, no qual o consumidor escolhe de qual fornecedor irá adquirir determinado produto/serviço. Assim, os consumidores livres podem escolher de quem comprar energia e realizar essa negociação até mesmo direto com a geradora (usina), conforme regras e procedimentos de comercialização específicos.

No ACL há dois tipos de consumidores, livres e especiais. Atualmente, o consumidor especial é aquele que tem demanda entre 500 e 1500 kW e o consumidor livre apresenta demanda acima de 1500 kW. O consumidor especial só pode comprar energia especial, que é a energia proveniente de fonte solar, eólica, biomassa ou de Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCHs (usinas com limite de potência de 30MW) e Centrais de Geração Hidrelétrica - CGHs (usinas com limite de potência de 5MW). Enquanto que o consumidor livre pode adquirir energia de qualquer fonte

O crescimento no mercado livre pode ser observado na Figura 3, na qual é possível verificar que nos últimos anos, o número de consumidores quadruplicou. Até 2015 esse crescimento era equilibrado, porém este cenário mudou a partir de 2016, quando o crescimento foi em torno de 122% em relação ao ano anterior. Segundo a CCEE, 84% dos consumidores em 2018 tinham demanda entre 500 kW e 3MW, ou seja, eram consumidores especiais. Em 2019, os consumidores livres representavam cerca de 30% da carga nacional (O Estado de S.Paulo, 2019).

Figura 3 – Quantidade de Consumidores no Ambiente de Contratação Livre



Fonte: A autora (2021). Dados da CCEE (2021).

4 EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS

Este módulo analisa a propensão da abertura de mercado em outros países, que possa contribuir para a estruturação da medição no Brasil, com maior enfoque na Califórnia e no Texas.

4.1 ABERTURA DE MERCADO EM OUTROS PAISES

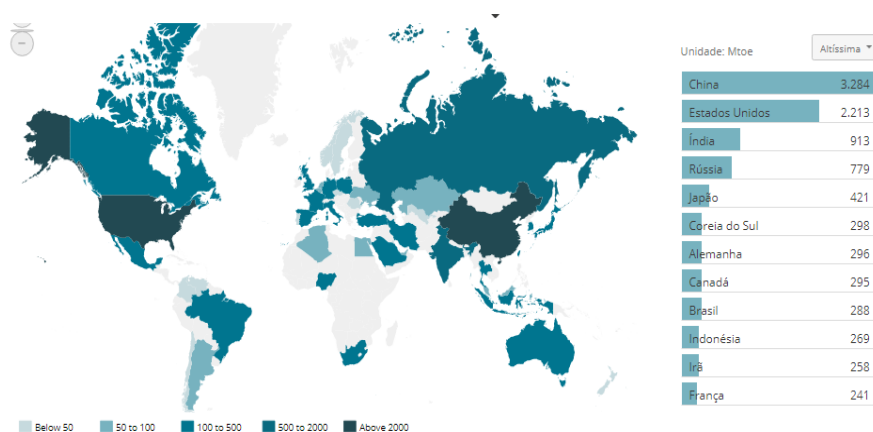
Estudos realizados pela ABRACEEL mostram que atualmente na União Europeia a maioria dos consumidores podem escolher de quem comprar energia elétrica, o Japão

caminha para este cenário, na Oceania já é realidade, na América Latina alguns países com limites de demanda inferiores aos do Brasil, no Canadá quase 80% dos consumidores possuem essa opção e nos Estados Unidos, 23 Estados já adotaram essa reforma.

O estudo ainda revela que nos 23 Estados Americanos em que ocorreu a reforma da abertura de mercado, houve redução no preço da energia elétrica em cerca de 3,5%, enquanto nos Estados que mantiveram o mercado regulado, houve um aumento nas tarifas em 8,2%, no período de 1997 a 2013. Portanto, entende-se que a abertura de mercado é favorável para os consumidores no quesito de redução tarifária (ABRACEEL, 2014).

A Figura 4 ilustra o consumo de energia no mundo e traz o ranking dos países que mais consomem energia. (ENERDATA, 2019). Os EUA possuem o segundo maior mercado de energia elétrica do mundo, com cerca de 25,737 TWh (2,213Mtoe).

Figura 4 – Consumo de Energia no Mundo, 2019.



Fonte: ENERDATA. (Disponível em www.yearbook.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html)

Em decorrência da autonomia regional presente nos EUA, Estados e cidades podem optar ou não por aderir a um mercado atacadista, desde que atendam diretrizes da Federal Energy Regulatory Commission - FERC. Todavia, o maior poder de regulação provém das agências reguladoras estaduais Public Utilities Commission - PUCs (Viana, 2018).

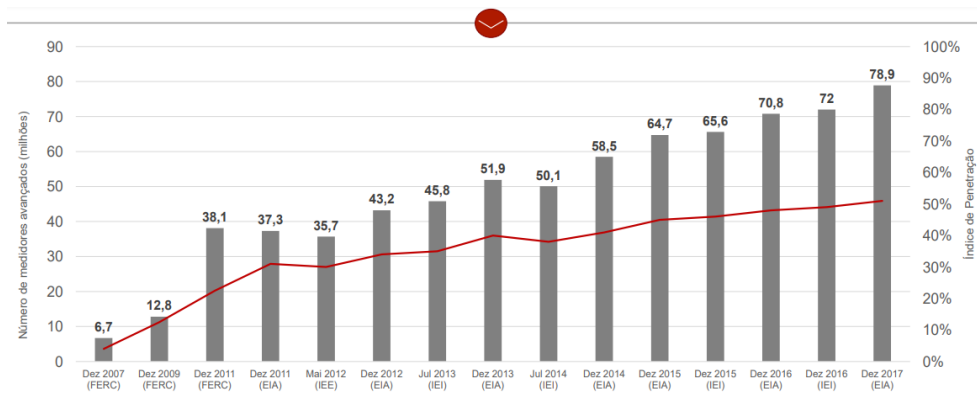
Um estudo da consultoria *Thymos*, apresenta as seguintes considerações de alguns países com relação a implementação dos *smart meters*:

- “As maiores *utilities* nos EUA e Canadá fizeram um amplo programa de substituição de medidores há mais de uma década, sendo que instituições menores também planejam substituir medidores por *smart meters*.”

- A União Europeia pretende instalar 223 milhões de *smart meters* até 2024, sendo o índice de penetração atual de *smart meters* na Europa é de 72%.
- A China substituiu 476 milhões de medidores nos últimos anos.
- A Índia, Indonésia, Malásia, Filipinas, Singapura e Tailândia estão com projetos para substituição de medidores desde 2020.
- Entre 2009 e 2014, a Austrália substituiu 17 milhões de medidores eletromecânicos com mais de 30 anos de uso por *smart meters*. A partir das medições, o país estabeleceu nova estrutura tarifária (“*cost reflective pricing*”).”

Os dados da Figura 5 mostram os EUA, após duas décadas de liberalização do mercado, alcançaram o índice de 78,9% de penetração de *smart meters*.

Figura 5 – Penetração de *smart meters* nos EUA



Fonte: Thymos e ABRACEEL (Disponível em www.abraceel.com.br/destaques/2020/11/estudo-abraceel-thymos-abertura-integral-do-mercado-de-energia-eletrica/)

No que se refere ao agregador de medição, os países Europeus, como Inglaterra, França e Itália, da América do Norte, como Estados Unidos e Canadá, introduziram a figura do agregador de medição numa condição mais ampla do que a gestão da medição possibilitando a esse agente a agregação de outros serviços.

Nos Estados Unidos e Canadá, houve o surgimento de novos agregadores independentes, enquanto na Europa a França é um dos poucos países que permite agregadores independentes representando consumidores residenciais.

Para BEUC (2016), a entrada de agregadores independentes no mercado deve ser facilitada e os consumidores devem ter a liberdade de se envolver com o agregador independente de sua escolha, sem enfrentar qualquer tipo de obstáculos contratuais. Os reguladores devem ter o controle da entrada de agregadores no mercado para facilitar o

seu monitoramento, podendo intervir em possíveis prejuízos ao consumidor e ao setor de energia.

4.2 CALIFÓRNIA ISO

O Independent System Operator - ISO da Califórnia é regulamentado pela FERC, uma agência federal independente que regula a transmissão interestadual de eletricidade, gás natural e petróleo. A California Public Utilities Commission – CPUC, regula os serviços públicos pertencentes a investidores que operam na área de autoridade de equilíbrio ISO. As concessionárias de serviços públicos na Califórnia são regulamentadas por seus respectivos conselhos municipais ou outros órgãos de governança. A ISO gerencia o fluxo de eletricidade através das linhas de alta tensão e de longa distância para a rede que atende cerca de 80% da Califórnia e uma pequena parte de Nevada. A corporação é responsável pela transferência de energia para residências e comunidades.

A cada cinco minutos, a ISO prevê a demanda elétrica e despacha o gerador de menor custo para atender à demanda, garantindo capacidade de transmissão suficiente para o fornecimento de energia (Califórnia ISO, 2021).

No que tange a medição, os dados de energia gerada e consumida são coletados através da medição direta. Por meio de telemetria, permite que o ISO gerencie e monitore a geração de energia em tempo real. Portanto, a medição é realizada por medidores eletrônicos. Os consumidores precisam obter a *Certification of Metering Facilities* que em português significa Certificação de Instalação de Medição, conforme regulamentação ISO. As comunicações do medidor precisam estar de acordo com a ISO, e a instalação de medição deve estar de acordo com os critérios de certificação referidos no CAISO.

Os medidores são conhecidos como Medidor de Qualidade de Liquidação (SQMD). Na ausência de SQMD, os dados são estimados.

Os dados do medidor são adquiridos por meio de comunicação dos medidores da *ISO Metered Entity* (ISOME) ou podem ser enviados através do Sistema de Dados do Medidor de Qualidade do Acordo (SQMDS). Antes que os dados sejam postados no SQMDS, eles passam por validação para garantir a correta formatação dos contratos ativos. Uma vez que os dados do medidor foram postados no SQMDS, eles são coletados para o mercado de processamento de liquidação. Os Coordenadores de Programação podem acessar diretamente os Dados do Medidor para as Entidades Medidas que eles representarem, através dos Sistemas de Dados do Medidor de Qualidade do Acordo (SQMDS). (Califórnia ISO, 2020).

4.3 ELECTRIC RELIABILITY COUNCIL OF TEXAS - ERCOT

O *Electric Reliability Council Of Texas* (ERCOT) é uma organização que gerencia a transmissão, distribuição e pagamento de eletricidade para aproximadamente 90% do Texas (*Quick Eletricity*).

O ERCOT é um mercado competitivo no qual a maioria das cidades conta com a liberdade total de escolha do consumidor de energia elétrica. É considerado um mercado desenvolvido, no que tange a *Smart Grids* e a programas de resposta da demanda, onde as distribuidoras atuam fortemente com os consumidores comerciais e residenciais, no sentido de prover serviços de resposta em emergência (VIANA, 2018).

Embora seja possível escolher o fornecedor de eletricidade no território ERCOT, os *Transmission and Distribution Utility* - TDUs já têm territórios definidos. De acordo com o site da *Quick Eletricity*, se cada concessionária tivesse sua própria rede, as ruas ficariam saturadas de fiação e os custos de eletricidade seriam muito mais altos. Portanto, o Texas permite a competição entre provedores, mas todos eles compartilham a rede física em uma área sob a gestão de um TDU.

No Texas, os fornecedores de eletricidade compartilham redes que são operadas por empresas de transmissão e distribuição. Portanto, a mudança de fornecedor de energia elétrica é um processo 100% digital, sem mudança de ligações físicas. Isso é possível devido aos medidores inteligentes que foram instalados em todo o Texas, e o procedimento é semelhante à troca de operadora de celular (*Quick Eletricity*).

5. METODOLOGIA

Para a avaliação dos custos embutidos na substituição de medidores, elaborou-se um painel contendo os custos para compra do equipamento de diferentes fornecedores, e estimou-se os custos para instalação do medidor por unidade consumidora.

Por meio deste levantamento apresenta-se uma estimativa de custo total (equipamento e instalação) para implementação dos *smart meters*.

Por fim, desenvolve-se uma pesquisa e análise da regulamentação e de fontes de recursos para implementação de projetos dos medidores inteligentes.

6 RESULTADOS

6.1. ANÁLISE DA QUANTIDADE DE CONSUMIDORES NO BRASIL

De acordo com o cenário regulatório, nos próximos quatro anos há uma previsão da ampliação da abertura do mercado livre de energia elétrica no Brasil, a partir da diminuição da faixa de demanda contratada, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Faixa de demanda contratada dos consumidores livres no Brasil

Vigência	Faixa de Demanda (D)
01/01/2021	$D \geq 1500$ kW
01/01/2022	$D \geq 1000$ kW
01/01/2023	$D \geq 500$ kW
01/01/2024	$D < 500$ kW

Fonte: a autora (2021). Dados da Portaria MME nº 465/2019.

Com isso, foi analisado o mercado de baixa e alta tensão do país, visando compreender um potencial de migração de consumidores cativos para o ACL, e a consequente necessidade de adequação dos medidores de energia elétrica.

No Brasil, os consumidores são classificados em dois grupos: A e B. Segundo a ANEEL, o grupo A compreende unidades consumidoras de Alta Tensão (Subgrupos A1, A2 e A3), Média Tensão (Subgrupos A3a e A4), e de sistemas subterrâneos (Subgrupo AS), com tensão igual ou superior a 2,3 kV. Enquanto o grupo B, é composto pelas unidades consumidoras da Baixa Tensão, das Classes Residencial (Subgrupo B1), Rural (B2), Demais Classes (B3) e Iluminação Pública (B4), com tensão inferior a 2,3 kV.

6.1.1 GRUPO A

A Tabela 2 sintetiza o resultado de um estudo elaborado pela Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia (ABRACEEL), com dados de 2019.

Tabela 2 – Mercado de alta tensão

Mercado de Alta Tensão BDGD 2019				
Ambiente de Contratação	UC	% AT	MW médios	% AT
Total de UC na AT	190.949	100%	22.277	100%
UC no ACL (já migraram)	13.959	7%	13.855	62%
UC no ACR (migração potencial AT)	176.990	93%	8.422	38%

Fonte: ABRACEEL (2021)

O mercado de alta tensão de 2019 é composto por 191 mil unidades consumidoras, das quais cerca de 7% estão no ACL, e há um potencial de 177 mil unidades consumidoras

do grupo A migrarem para o ACL até 2024, de forma gradual. Na Tabela 3, pode-se observar a faixa de demanda das unidades que continuam no ACR.

Tabela 3 – Mercado de AT no ACR

Mercado no Ambiente de Contratação Regulada - ACR - BDGD 2019					
Faixas de Demanda (D)	UC	%AT	MWmédios	%AT	Ano de liberação
D ≥ 1500 kW	2.148	1%	1.711	8%	2021
1000 kW ≤ D < 1500 kW	2.319	1%	636	3%	2022
500 kW ≤ D < 1000 kW	9.214	5%	1.396	6%	2023
D < 500 kW	163.309	86%	4.680	21%	
Total de UC no ACR	176.990	100%	8.422	38%	

Fonte: ABRACEEL (2021)

Para o ano de 2024, há um potencial migração de cerca de 164 mil unidades consumidoras do grupo A do ACR para o ACL.

6.1.2 GRUPO B

A Tabela 4 apresenta a estimativa das unidades consumidoras do grupo B, por faixa de consumo.

Tabela 4 – Estimativa do mercado de BT por faixa de consumo

Estimativa mercado de baixa tensão estratificado por faixa de consumo - 2020						
Classe	Subgrupo	Faixa de consumo (kWh)	Unidades consumidoras	%Unidades consumidoras	Consumo MWmédios	% Consumo
Residencial	B1	0-100	27.580.116	38%	2.166	13%
		101-220	28.849.658	40%	6.009	37%
		221-500	13.690.378	19%	5.627	34%
		501-1000	1.772.201	2%	1.548	9%
		>1000	408.134	1%	968	6%
	Total		72.300.487	87%	16.319	68%
Rural	B2	0-300	3.554.144	77%	566	29%
		301-1000	816.003	18%	574	30%
		1001-5000	204.939	4%	482	25%
		>5000	28.468	1%	312	16%
	Total		4.603.554	6%	1.934	8%
Comercial		0-500	4.180.672	73%	808	17%
		501-1000	673.857	12%	817	17%
		1001-2000	449.238	8%	642	13%
		2001-5000	331.960	6%	1.428	29%
		>5000	102.918	2%	1.164	24%
	Total		5.738.646	7%	4.860	20%
Industrial	B3	0-1000	347.291	84%	129	27%
		1001-3000	45.196	11%	131	27%
		3001-5000	9.370	2%	68	14%
		5001-7000	6.247	2%	56	11%
		>7000	5.759	1%	102	21%
	Total		413.863	0%	487	2%
Serviço público		0-1000	39.857	43%	29	11%
		1001-2000	26.571	28%	19	8%
		2001-5000	15.516	17%	67	26%
		5001-10000	7.649	6%	68	27%
		>10000	3.851	4%	73	28%
	Total		93.444	0%	256	1%
TOTAL			83.149.994	100%	23.855	100%
MERCADO TODO ≥ 1000 kWh			1.645.817	2%	5.580	23%
MERCADO TODO B2 E B3 ≥ 5000 kWh			151.892	0,20%	1.774	7%

Fonte: ABRACEEL (2021)

O grupo B é composto por mais de 83 milhões de unidades consumidoras, sendo que 87% são consumidores residenciais, equivalente a mais de 72 milhões de UCs, com demanda de 16MW médios.

6.2 AVALIAÇÃO DE CUSTOS

Inicialmente foi levantado o custo de medidores inteligentes importados e vendido no Brasil, de três fornecedores diferentes, conforme Tabela 5, resultando em um custo médio de R\$ 343,73 por medidor.

Tabela 5 -Custo médio de medidores de energia elétrica

Custo médio de medidores inteligentes no Brasil - 2021		
Características	Fabricante	Custo medidor (R\$)
MEDIDOR ENERGIA TRIFÁSICO NANSEN VECTOR 3 PA	NANSEN	R\$ 299,00
Medidor De Energia Inteligente Wifi 2 Fios 110 Ou 220v Smart	Tomzn	R\$ 299,00
Medidor de energia elétrica inteligente 230 / 400V 5-100A	Unbrand	R\$ 326,91
Medidor eletrônico inteligente E450	Landis+gyr	R\$ 450,00

Fonte: a autora (2021).

A fabricação de medidores no Brasil ainda não é comum, mas há alguns projetos em andamento com distribuidoras e universidades, para que a fabricação ocorra no país e, conseqüentemente, fomente a troca de medidores eletromecânicos por *smart meters*. Já há fabricação de medidores de energia pela ENEL, aprovado pelo INMETRO, um investimento de 121 milhões de reais para a fabricação de 300 mil medidores. Estima-se o custo médio deste investimento em cerca de R\$ 403,33 por medidor.

Ressalta-se que o principal fator atrelado ao custo-benefício são as funcionalidades do equipamento. Na Tabela 6 verifica-se a proposta de requisitos técnicos dos medidores de energia para o grupo de baixa tensão.

Tabela 6 – Requisitos Técnicos para medidores inteligentes BT

REQUISITOS TÉCNICOS - MEDIDORES INTELIGENTES	
REQUISITOS E FUNCIONALIDADES	BAIXA TENSÃO (PROPOSIÇÃO)
1.) EXATIDÃO	1% OU MELHOR
2.) MEDIDOR RETAGUARDA	NÃO
3.) CERTIFICAÇÃO	INMETRO
4.) GRANDEZAS A MEDIR	Wh, varh, l, V, W, VA, 'p, f, UFER, DMCR
5.) MEMÓRIA DE MASSA	SIM
6.) QUADRANTES	V rms, VTCD, DIC, FIC
7.) GRANDEZAS A MEDIR QUALIDADE DE ENERGIA	SIM
8.) RELOGIO, CALENDÁRIO INTERNO	SIM
9.) INTERFACE DE COMUNICAÇÃO	SIM
10.) PORTAS DE COMUNICAÇÃO (ACESSO CONSUMIDOR E CONCESSIONÁRIA)	SIM
11.) LEITURA REMOTA	SIM
12.) CORTEIRELIGA	SIM
13.) MULTITARIFAÇÃO	SIM
14.) PROGRAMAÇÃO HORÁRIO VERÃO	SIM
15.) PARAMETRIZAÇÃO CÓDIGO 14 DÍGITOS (CCEE)	SIM
16.) PARAMETRIZAÇÃO INTERVALOS INTEGRAÇÃO (5 A 60 MIN)	SIM
17.) ALARME ANTIFUDE	SIM

Fonte: Dalmir Capetta. ESTUDO DA MEDIÇÃO INTELIGENTE PARA CONSUMIDORES RESIDENCIAIS NO BRASIL (2015).

Nesta proposta estão englobadas funcionalidades que permitam a distribuidora e o consumidor monitorar os dados de consumo integralizados remotamente. É importante a integralização dos dados em 60 minutos, já que no ambiente livre o preço no mercado de curto prazo (PLD) possui variação horária.

Além disso, é importante prever a possibilidade de a distribuidora fazer o desligamento ou religamento do fornecimento de energia remotamente e identificar pontos de perda ou furto de energia de energia.

Para a abertura de mercado aos consumidores do grupo B, é fundamental a regulamentação de requisitos mínimos dos medidores inteligentes, para que as distribuidoras mantenham um padrão dos medidores e da qualidade dos dados coletados. Esta regulamentação favorecerá a segurança e qualidade dos dados da distribuidora como prestadora do serviço e do consumidor como usuário do sistema elétrico.

A partir dos requisitos mínimos, ficará a critério das distribuidoras ou consumidores qual fornecedor de medidores escolher. Como exemplo, o medidor E450 da Landis+Gyr, indicado para o grupo B, possui memória de massa para levantamento de curva de carga, indicação de eventos contra intervenções não autorizadas e eventos de rede, opções de módulos de comunicação, relés de corte/religa integrados, e módulo de qualidade de energia opcional, sendo seu custo, em média R\$ 450,00, englobando o custo de instalação e a utilização do software do medidor.

As distribuidoras de energia já possuem uma rede de comunicação adequada para o monitoramento remoto de suas cargas, sendo necessário somente a adaptação dos medidores de eletromecânicos para medidores eletrônicos inteligentes.

6.2.1 Investimento Total

Para realização do levantamento do investimento total de uma distribuidora na substituição dos medidores de energia dos consumidores do grupo de baixa tensão, foi considerado o custo médio de R\$ 450,00 (E450 - Landis+Gyr) pelo equipamento e instalação deste medidor de energia. Na Tabela 7, é exibido o levantamento do custo da troca dos medidores para cada subgrupo do Grupo de Baixa Tensão.

Tabela 7 – Estimativa de Investimento na substituição de medidores de energia na BT

Estimativa de Investimento na substituição de medidores de energia na BT						
Classe	Subgrupo	Unidades consumidoras	%Unidades consumidoras	Consumo MWmédios	% Consumo	Investimento médio (R\$)
Residencial	B1	72.300.487	87%	16.319	68%	R\$ 32.535.219.150
Rural	B2	4.603.554	6%	1.934	8%	R\$ 2.071.599.300
Comercial	B3	5.738.646	7%	4.860	20%	R\$ 2.582.390.700
Industrial		413.863	0%	487	2%	R\$ 186.238.350
Serviço público		93.444	0%	256	1%	R\$ 42.049.800
TOTAL		83.149.994	100%	23.855	100%	R\$ 37.417.497.300

Fonte: a autora.

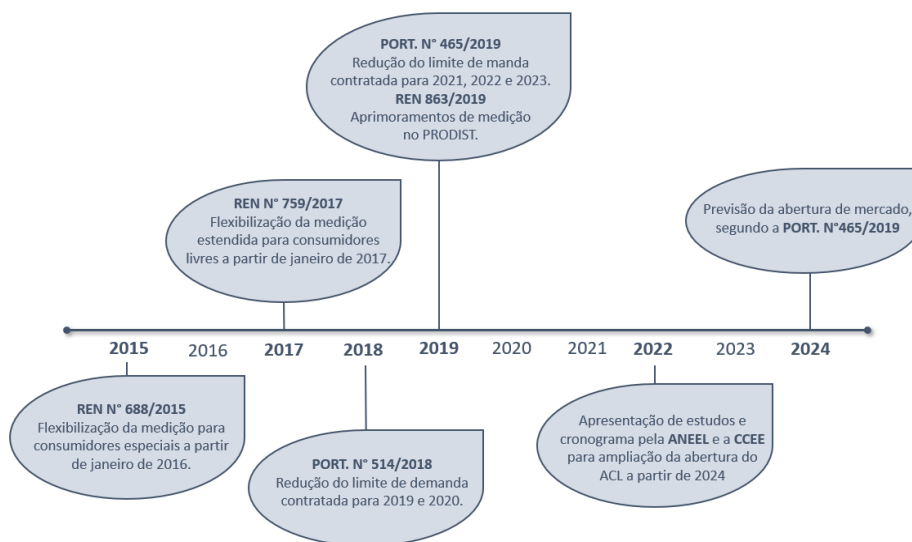
Destaque-se que o valor do investimento não ocorrera integralmente, mas de maneira gradual, pois os consumidores das classes residencial, rural, comercial, industrial e do serviço público irão migrar para o ACL voluntariamente de acordo com a faixa de demanda de consumo estabelecida na regulação vigente. Sendo assim, a Tabela 9 demonstra uma perspectiva de investimento ao longo do tempo (entre 10 e 15 anos).

6.3 REGULAÇÃO

Atualmente, os aspectos técnicos e regulatórios da medição de faturamento estão disciplinados no módulo 5 do PRODIST e nos módulos 2, 6 e 7 dos Procedimentos de Rede.

A Figura 6 ilustra o *RoadMap* com os marcos da evolução regulatória que impactou a medição de faturamento dos consumidores do ACL.

Figura 6 – RoadMap da evolução regulatória da medição no ACL



Fonte: a autora (2021).

Em 2015, foi publicada pela ANEEL, a Resolução Normativa n° 688/2015, que flexibilizou o Sistema de Medição para Faturamento (SMF) para os consumidores especiais conectados na distribuição, tornando facultativa a utilização de medidores retaguarda e a utilização de cabos blindados na instalação elétrica.

A partir de 2017, tal resolução foi revogada pela Resolução Normativa nº 759/2017, que expandiu a flexibilização do SMF para os consumidores livres, com o objetivo de diminuir os custos do SMF e ampliar a migração de consumidores.

A partir deste cenário regulatório, há uma previsão da abertura de mercado total no Brasil nos próximos anos. Contudo, é necessária uma dos requisitos técnicos para tratar o grupo de baixa tensão (grupo B).

Considerando o possível aumento das unidades consumidoras nos próximos anos, o serviço de Agregação dos Dados de Medição deve ser regulamentado pela ANEEL com o objetivo de facilitar a contabilização em bloco dos montantes de energia. Além disso, é importante estabelecer as responsabilidades técnicas do agregador de medição, tal como manutenção do SMF, envio dos dados de medição, critério para classificar os blocos de unidades consumidoras, dentre outras.

6.4 PROPOSTA PARA AGREGAÇÃO DE MEDIÇÃO

Com a redução gradual dos requisitos para migração para o ambiente livre, se faz necessário a agregação dos dados de medição que, segundo a CCEE, é a criação de uma Figura que reúne todas as cargas representadas por um agente em determinada área de concessão, que passariam a ser vistas como uma única carga perante a CCEE (sem a necessidade de modelagem e medição individual pela CCEE).

Inicialmente, o papel de agregador de medição poderia ser de responsabilidade das distribuidoras, agregadores independentes ou por comercializadoras como um novo modelo de negócios. As distribuidoras já possuem estrutura técnica, pois já realizam o serviço de medição e leitura, mas com a agregação, encaminhariam relatórios de informações para a CCEE e assumiriam responsabilidades e obrigações operacionais.

Figura 7 – Atuação do agente varejista.



Fonte: CCEE (2016).

O agente varejista é um potencial representante para os consumidores da baixa tensão, e assim, ser o responsável por toda a parte de habilitação técnica dos seus clientes e de repassar os dados de medição de energia em bloco para a CCEE, como apresentado na Figura 7. O repasse de dados de consumo em bloco dessa classe de consumidores, facilita o processo de contabilização na CCEE, simplificando o monitoramento de milhões de consumidores da baixa tensão.

O mercado cativo de distribuição é composto por mais de 83 milhões de consumidores, e vislumbrando um futuro cenário de abertura de mercado que comporte a migração e manutenção destes consumidores, a figura do agregador de medição seria a facilitadora de todo o processo de gestão dos dados de medição os quais seriam contabilizados e liquidados na CCEE.

Nesta seção apresenta-se alguns fluxos das figuras do agregador de medição por uma distribuidora, um agente varejista ou por um agregador independente.

Na Figura 8 é ilustrado a proposta da Distribuidora como a figura do agregador dos Dados de Medição, sendo essa a responsável por coletar e tratar os dados de cada unidade consumidora, como já ocorre atualmente no mercado cativo e livre, agregar estes dados em bloco segundo os critérios que estabelecidos em procedimentos futuros. Como exemplo, pode-se utilizar o critério de bloco por área de concessão, ou por faixa de tensão de determinado grupo de consumidores. Após a agregação, os dados poderão ser disponibilizados em uma plataforma específica, a qual a CCEE e o Agente Varejista possam ter acesso.

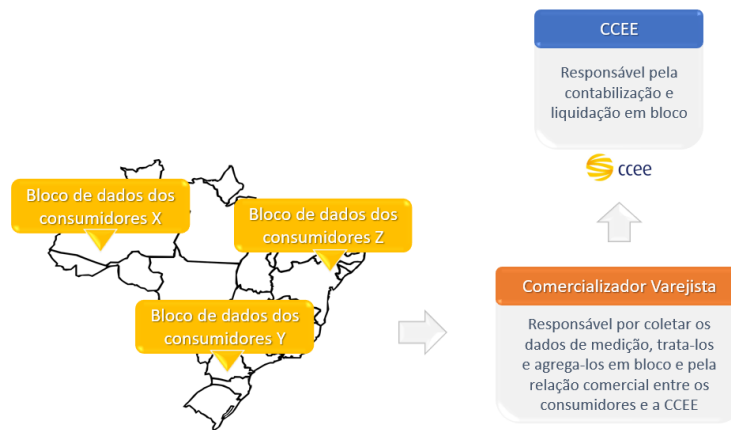
Figura 8 – Distribuidora como Agregador de Medição



Fonte: a autora (2021).

Já a Figura 9 ilustra a proposta do agregador de medição pelo Comercializador Varejista, sendo que neste cenário é necessário que o varejista adquira a expertise técnica da operação da medição. Dessa forma, o varejista seria responsável pela coleta, tratamento e disponibilidade dos dados de medição em bloco para a CCEE, além da responsabilidade da gestão comercial entre os consumidores e a CCEE.

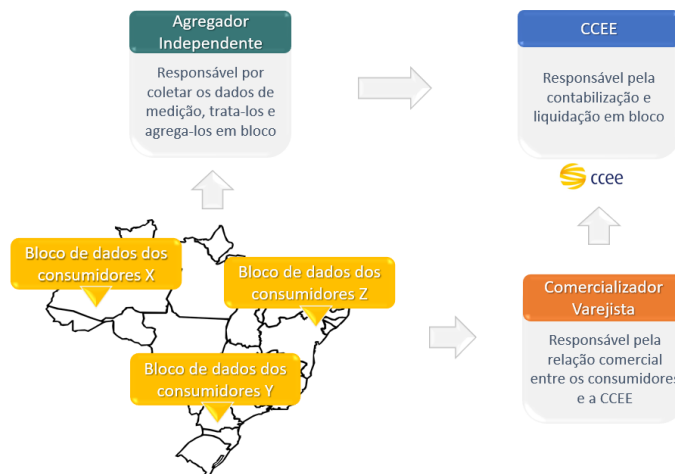
Figura 9 – Varejista como Agregador de Medição



Fonte: a autora (2021).

Na Figura 10 apresenta-se a proposta do Agregador de Medição Independente, na qual há oportunidade de ser criado um Agente no mercado que seria o responsável técnico pelos dados de medição, de acordo com requisitos que serão regulamentados. Portanto, o Agregador Independente faria a coleta e tratamento dos dados de medição e disponibilizaria os dados em bloco em uma plataforma específica para a CCEE e para o Varejista, sendo necessária a criação de uma plataforma integrada e da estruturação da comunicação para essa nova Rede de serviços de medição.

Figura 10 – Agregador de Medição Independente



Fonte: a autora (2021).

8 CONCLUSÃO

Dentre os temas prioritários para Abertura de Mercado, a CCEE publicou em novembro/21 uma NT, que expõe que os atuais requisitos do sistema de medição para alta tensão não são compatíveis para os consumidores de pequeno porte, em função de custos e esforços envolvidos nas adequações. Dessa forma, a CCEE defende a necessidade da revisão destes requisitos. Também destaca que a substituição do parque de medição dos consumidores do grupo B deve ser regulada e considerada opcional ao consumidor.

No que tange aos requisitos técnicos para a Tomada de Subsídio nº010/2021 da ANEEL, observa-se que a maior parte das Associações são a favor da substituição dos medidores eletromecânicos por *smart meters*. Todavia, advogam que esse não seja um fator impeditivo para a abertura de mercado no Brasil, evitando custos e barreiras para a migração. Além disso, dentre algumas sugestões do mercado, destaca-se a troca de medidores em massa através de políticas públicas, com custos previstos nas Revisões Tarifárias Periódicas e Reajustes Anuais.

A substituição dos medidores convencionais por *smart meters* é viável desde que haja investimento público, com custos previstos nas Revisões Tarifárias Periódicas, e que não seja um requisito obrigatório para a abertura de mercado no Brasil. Para os consumidores que optarem por manter o medidor convencional após a migração para o ACL, poderá ser utilizado os dados de medição de uma curva de carga típica horária para a contabilização do PLD horário, com ciclos de leitura distintos dos demais consumidores.

É fundamental que os ganhos da substituição dos equipamentos de medição sejam demonstrados para os consumidores, a fim de incentivar a troca dos medidores. O intuito dos medidores inteligentes é trazer benefícios para distribuidoras, geradoras, consumidores e para a sociedade. A partir da monitoração de dados de energia em tempo real, o gerador consegue oferecer um serviço com maior qualidade, enquanto os consumidores passam a gerir seus recursos de maneira eficiente, podendo monitorar seu consumo em tempo real e gerar economias em sua conta de energia, sendo possível a utilização de fontes renováveis.

O serviço de Agregação dos Dados de Medição deve ser regulamentado pela Agência Reguladora, a fim de estabelecer os papéis e responsabilidades desse novo serviço que se faz necessário considerando as milhões de unidades consumidoras do ACR

como futuras migrações para o ACL. Propõem-se que inicialmente, o serviço de Agregação seja realizado pelas distribuidoras, as quais já possuem expertise na medição, mas futuramente, o ideal seria implementar o Agregador Independente, por promover uma competição natural, onde o consumidor poderá escolher livremente pelo Prestador desse Serviço, assim como ocorre com os serviços de Internet no Brasil. O serviço de agregação não é uma questão que se limita à simplicidade operacional e redução de custos de adesão à CCEE, mas de isonomia, do tratamento do varejo ser diferente do tratamento das cargas do atacado. Cabe à CCEE, verificar a medição ponto a ponto de cargas do Mercado Atacadista, e para o Mercado Varejista a gestão da medição passaria a ser pelo Agregador.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil) - Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010. **Diário Oficial da União**, Brasília, 15 set. 2010. Seção 1, p. 115.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil) - Resolução Normativa nº 863, de 3 de dezembro de 2019. **Diário Oficial da União**, Brasília, 19 dez. 2019. Seção 1, p. 141.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil) - Resolução Normativa nº 570, de 23 de julho de 2013. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1 ago. 2013. Seção 1, p. 65.

S. Massoud Amin; B.F. Wollenberg. **Toward a smart grid: power delivery for the 21st century**. IEEE Power and Energy Magazine, v. 3, n. 5, p. 34-38, set./out. 2005.

Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia – ABRACEEL. **Estudo Abraceel/Thymos – Abertura Integral do Mercado de Energia Elétrica**. Disponível em: <https://abraceel.com.br/destaques/2020/11/estudo-abraceel-thymos-abertura-integral-do-mercado-de-energia-eletrica/>. Acesso em 2021.

BEUC - The European Consumer Organization. Disponível em: <https://www.beuc.eu/>. Acesso em 2021.

BRASIL. Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004. **Regulamentação da comercialização de energia elétrica**. Decreto: edição federal, Brasília.

Brasiltec. Disponível em: <https://www.brasiltec.ind.br/produto/1357601/medidores-de-consumo-kwh>. Acesso em 2021.

CABELLO, Andrea Felipe. Radar IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, São Paulo, n°19, p.48, abr. de 2012.

Califórnia ISSO. Disponível em: <http://www.caiso.com/participate/Pages/MeteringTelemetry/Default.aspx>. Acesso em 2021.

Cartilha do Sistema de Medição para Faturamento – Nota Técnica n°0170, de dezembro 2015. Disponível em: <http://www.ons.org.br/>. Acesso em 2021.

CAPETTA, Dalmir. **Contribuições para o estabelecimento de um programa de redes elétrica inteligentes no âmbito do setor elétrico brasileiro**. 2014. 228 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

CCEE - CAMÂRA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA (Brasil). Disponível em: <http://www.ccee.org.br/>. Acesso em 2021.

CPFL Energia. Disponível em: <https://www.rge-rs.com.br/energias-sustentaveis/sites-tematicos/smart-grid/Paginas/default.aspx>. Acesso em 2021.

DEPURO, S.S.S.R., WANG, L., DEVABHAKTUNI, V., GUDI, N. (2011). **Smart meters for power grid – Challenges, issues, advantages and status**. *IEEE Power Systems Conference and Exposition (PSCE)*, 2011, pp.20-23.

Empresa de Pesquisa Energética – EPE. Disponível em: www.epe.gov.br. Acesso em 2021.

ENERDATA. Disponível em: <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html>. Acesso em 2021.

KUP, Mariana Torres. **Estudo da Medição Inteligente para Consumidores Residenciais no Brasil**. 2015. 72 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

Ministério de Minas e Energia – MME (Brasil) - Portaria n° 518, de 27 de dezembro de 2018. **Diário Oficial da União**, Brasília, 28 dez. 2018. Seção 1, p. 443.

Ministério de Minas e Energia – MME (Brasil) - Portaria n° 465, de 20 de março de 2020. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 mar. 2020. Seção 1, p. 133.

Ministério de Minas e Energia – MME (Brasil) - Portaria n° 440, de 15 de abril de 2010. **Diário Oficial da União**, Brasília, 16 abr. 2010. Norma Federal.

O Estado de S. Paulo, 12 de fevereiro de 2019. Disponível em: digital.estadao.com.br. Acesso em 2021.

Procedimentos de Rede - ONS. Disponível em: <http://www.ons.org.br/>. Acesso em 2021.

Procedimentos de Distribuição – PRODIST. Disponível em: www.aneel.gov.br, acesso em 2021.

Quick Electricity. Disponível em: <https://quickelectricity.com/es/que-es-ercot/>. Acesso em 2021.

Submódulo 1.2 Cadastro de Agentes, dos Procedimentos de Comercialização (Brasil). Disponível em: <http://www.ccee.org.br/>. Acesso em 2021.

Submódulo 2.1 Coleta e Ajuste de Dados de Medição versão 3.0, dos Procedimentos de Comercialização. Disponível em: <http://www.ccee.org.br/>. Acesso em 2021.

THYMOS Energia. **Abertura integral do mercado brasileiro de energia elétrica: apontamentos relevantes**. São Paulo, 13 de mar. de 2021.

VIANA, Alexandre Guedes. **Leilões como mecanismo alocativo para um novo desenho de mercado no Brasil**. 2018. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me conceder saúde e sempre estar comigo.

Sou grata a instituição por me proporcionar conhecimento e por todo apoio dos professores durante a graduação.

Aos meus pais, agradeço o incentivo e apoio durante todos os momentos, aos quais agradecimentos não bastam, espero um dia poder lhes retribuir.