

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CAMPUS LITORAL NORTE
DEPARTAMENTO INTERDISCIPLINAR
ENGENHARIA DE GESTÃO DE ENERGIA

BRUNO ALVES DE ANDRADE

**ESTUDO DE CASO DE VIABILIDADE ECONÔMICA NA
MIGRAÇÃO PARA AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO LIVRE**

Tramandaí

2022

BRUNO ALVES DE ANDRADE

ESTUDO DE CASO DE VIABILIDADE ECONÔMICA NA MIGRAÇÃO PARA AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO LIVRE

Este trabalho foi julgado adequado para fazer jus aos créditos da atividade de ensino “Trabalho de Conclusão de Curso”, do Departamento Interdisciplinar e aprovado em sua forma final pela Orientadora e pela Banca Examinadora.

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Klas, UFRGS.

Doutora pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, Brasil.

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Gabriela Pereira da Silva Maciel

Doutora pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, Brasil.

Eng^a. Eliane Rodrigues Lopes, Electric Consultoria.

Graduada pela Pontifícia Universidade Católica – Porto Alegre, Brasil.

**Coordenador(a) COMGRAD-EGE: Profa. Dra. Gabriela Pereira da
Silva Maciel**

Tramandaí-RS, 05 de outubro de 2022.

ESTUDO DE CASO DE VIABILIDADE ECONÔMICA NA MIGRAÇÃO PARA AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO LIVRE

Bruno Alves de Andrade¹ – bruno.andrade@ufgr.br

Juliana Klas¹ – juliana.klas@ufrgs.br

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento Interdisciplinar – Engenharia de Gestão de Energia.

Resumo. A abertura do mercado livre vem ocorrendo de forma gradual trazendo para os consumidores a oportunidade de escolha entre fontes e preço, e assim proporcionando uma economia para quem está no ambiente de contratação livre (ACL). Este ambiente é dividido em duas categorias, o consumidor especial e o livre. Atualmente a categoria especial pode realizar migração com carga mínima de 500 kW e apenas negociar energia incentivada, que são provenientes de fontes renováveis. Os clientes livres podem consumir energia proveniente de qualquer fonte, contudo para entrar neste enquadramento é necessário ter uma carga de 1000 kW. A portaria 514/18 publicada pelo Ministério de Minas e Energia (MME) estabelece a redução da carga mínima, a partir de 2023, habilitando o consumidor com carga acima de 500 kW à escolha de qualquer tipo de fonte. Este trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade de migração de um consumidor industrial com demanda contratada próxima a 500 kW. A empresa a qual é realizado o estudo é localizada em Erechim no estado do Rio Grande do Sul, e possui uma demanda contratada atual de 300 kW. Para a análise foram construídas planilhas de cálculo das tarifas comparando o mercado cativo ao mercado livre. Este trabalho contribuiu para o esclarecimento e explicação de formação de tarifas no mercado de energia elétrica brasileiro.

Palavras-chave: Mercado Livre de Energia, Tarifas de Energia, Estudo de Caso.

Abstract. The Wholesale Electricity Market is gradually offering consumers the choice between sources and price, and thus offering savings for those who are in the contracting environment (ACL). This environment is divided into two categories, the Wholesale and the special. Currently, the special category can carry out the migration with a minimum load of 500 kW and only incentivized energy, which come from renewable sources. Wholesale customers can consume energy from any source, however to enter this framework it is necessary to have a load of 1000 kW. Ordinance 514/18 published by the Ministry of Mines and Energy (MME) establishes the reduction of the minimum load, starting in 2023, enabling consumers with loads above 500 kW to choose any type of source. The company in which the study is carried out is located in Erechim in the state of Rio Grande do Sul, and has a current contracted demand of 300 kW. In order to proceed with the analysis, spreadsheets were built to calculate tariffs comparing the Wholesale market to the regulated market. This work contributes to the clarification and explanation of tariff formation in the Brazilian electricity market.

Keywords: Wholesale Energy Market, Energy Tariffs, Case Study.

1. INTRODUÇÃO

O Setor Elétrico Brasileiro (SEB) passou por diversas reestruturações. Em 1995 ele passou por uma das mais relevantes mudanças, ao entrar em vigor a lei N° 9.074, que oportunizou à certos consumidores serem produtores independentes de energia ou consumidores livres (ARAÚJO, 2021). As condições para ingressar como consumidor livre de energia, eram possuir carga superior a 10.000 kW e tensão de fornecimento maior ou igual 69 kV. No entanto a lei previa uma redução de carga mínima para ingressar neste ambiente após 5 anos da sua publicação (OLIVEIRA, 2017). Esse arcabouço legal marcou um novo modelo institucional para o setor elétrico.

No período de sanção desta lei, no entanto o governo atuava com o intuito de privatizar as estatais, separando as atividades de geração, transmissão, distribuição e comercialização. Esse modelo tinha como objetivo promover a lucratividade bem como uma avaliação dos riscos envolvidos para as empresas colaboradoras (ARAÚJO, 2021). Esses riscos eram devido à volatilidade causada pela dependência de fontes hidráulicas, em especial a instabilidade de precipitações, causando alta variabilidade no preço da energia. (ALBUQUERQUE, 2008).

Com a criação do monopólio natural da transmissão e distribuição, foram criados órgãos governamentais específicos para o setor. Houve a implementação do Operador Nacional do Sistema (ONS), responsável por operar a geração e transmissão de energia no Sistema Interligado Nacional (SIN). A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), regulamenta o setor elétrico, fiscaliza e implementa políticas e diretrizes do governo federal. Em 2004 criou-se a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), que realiza as fiscalizações de compra e venda de energia. A partir da criação da CCEE, instituiu-se o Ambiente de Contratação Regulado (ACR) e o Ambiente de Contratação Livre (ACL). (ARAÚJO, 2021).

O ACR também chamado de mercado cativo é o ambiente em que as condições de fornecimento são fixadas pela ANEEL, inclusive a tarifa de consumo de energia elétrica. Essas tarifas são pagas diretamente às distribuidoras não sendo possível negociá-las. O ACL, sendo conhecido como mercado livre de energia, é o ambiente em que se pode optar pelo fornecedor da parcela da tarifa de energia, com a condição de negociar preços e condições (ABRACEEL, 2020). A regulação que rege esse ambiente tem se alterado significativamente, principalmente no que concerne ao valor de carga mínima.

Dentro do ACL o consumidor pode ser dividido em duas categorias, livre e especial. Consumidor livre é aquele que possui carga superior ou igual a 1000 kW e pode adquirir energia de qualquer empresa geradora ou comercializadora deste insumo dentro da CCEE. Já o consumidor especial precisa apresentar carga superior a 500 kW e inferior a 1000 kW, sendo restrito o consumo energia apenas de fontes renováveis, também chamadas de energias incentivadas: solar, Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), eólicas e biomassa.

A Fig. 1, apresenta a redução do valor da carga mínima para migração ao mercado livre. No período de 1998 até 2016 não houve mudança na legislação, apenas estabeleceu-se que não haveria tensão mínima para ingressar no mercado livre. Assim, o requisito necessário foi definido como somente a carga mínima. O Ministério de Minas e Energia (MME) anunciou em dezembro de 2018 pela portaria N° 514/18, que previa a redução gradual da carga mínima para ser consumidor livre nos próximos 2 anos. No primeiro ano a redução foi para 2.500 kW e no segundo ano 2.000 kW. Em 2019, o MME anunciou outra portaria (N° 465/19) para reduzir a carga mínima nos próximos 3 anos, sendo os valores de 1.500kW, 1.000kW e 500 kW, como se observa na Fig. 1.

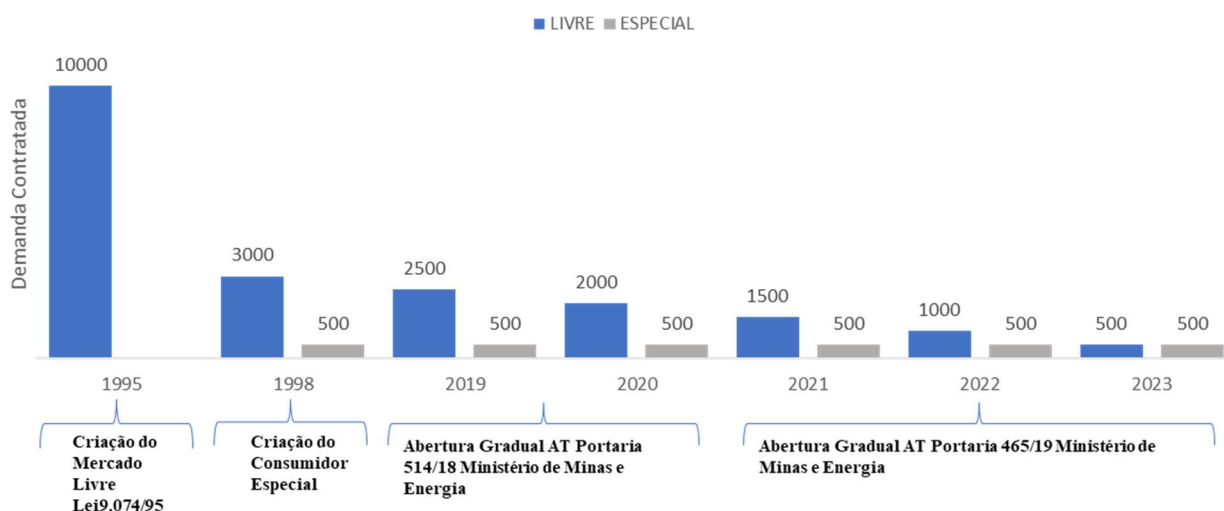


Figura 1 - Valor de demanda mínima para migração ao ACL

Após essas reduções, no ano de 2024, haverá a abertura do mercado livre para todo o grupo tarifário A, regulamentado por meio da portaria 50/2022 publicada pelo MME que permite a consumidores desse grupo comprarem energia de qualquer supridor. Sem o limite de 500 kW definido pela lei 9.427/1996, os consumidores com cargas inferiores a 500 kW que optarem pela migração serão representados diante da CCEE como varejistas¹. (BRASIL,2022). De acordo com a REN 1000/21 entende-se como carga instalada a soma das potências ativas dos equipamentos que podem entrar em operação. Na prática assume-se como carga instalada a demanda contratada, que conforme a mesma resolução é a média das potências instaladas exigidas do Sistema Elétrico de Potência (SEP).

Esse trabalho tem como objetivo realizar um estudo de caso de viabilidade econômica para um processo de migração de um consumidor que está no ambiente cativo para o livre, sendo levado em consideração que ele migrará em 1° de janeiro 2023, apresentando as adequações físicas para migração para possibilitar o estudo.

2. Tarifas

A tarifa de energia elétrica é composta por diversas parcelas de investimentos e custos operacionais, que fazem parte da estrutura necessária para que o consumidor possa utilizar a energia. O custo total do fornecimento para uma unidade consumidora do sistema elétrico envolve o custo da energia e do transporte da mesma demonstradas na Fig. 2.

¹ O comercializador varejista é uma empresa habilitada pela (CCEE) para representar empresas consumidoras livres ou especiais e também empresas geradoras na compra e venda de energia.

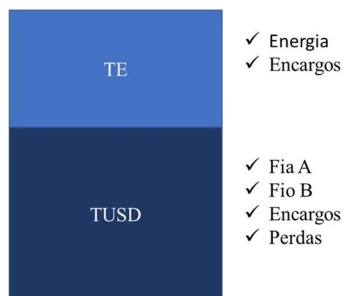


Figura 2- Composição tarifária de energia elétrica (ANEEL, 2022)

A Tarifa de Uso do Sistema (TUSD) pretende remunerar as distribuidoras pela manutenção e serviço de entrega da energia elétrica, e pode ser classificada em três categorias de custos variados: TUSD Transporte, TUSD Perdas e TUSD Encargos. A segunda parcela é a tarifa de energia TE, referente aos custos com a compra de energia elétrica pela distribuidora, que são repassados integralmente ao consumidor (ANEEL,2022).

As distribuidoras, para alterarem as suas tarifas, realizam uma complexa metodologia de cálculo estabelecida pela ANEEL, tendo diferentes prioridades para cada objeto socioeconômico. As alterações nas tarifas se dividem em dois tipos, as revisões tarifárias e os reajustes tarifários, com data de realização prevista para o mesmo dia do contrato de concessão junto a ANEEL (ABRADEE, 2018).

Os reajustes tarifários são realizados de forma anual e passam pela análise da ANEEL, que considera em sua metodologia aspectos como as variações da inflação, a oscilação no preço da energia causada por conta dos despachos térmicos e a avaliação da qualidade de energia fornecida pelas distribuidoras. Nas revisões, uma análise mais complexa é feita, a cada 4 a 5 anos. Nessa, a ANEEL leva em consideração uma gama maior de parâmetros a serem analisados, como investimento em infraestrutura, eficiência energética dos custos, níveis mínimos de qualidade e ganhos em escalas, variação da inflação do ano anterior, entre outros. Esses tópicos de avaliação induzem as distribuidoras a serem mais eficientes na prestação de serviço e também, a se modernizarem na rede e equipamentos (ABRADEE, 2018).

As tarifas são aplicadas em dois grupos, de acordo com a resolução REN 1000/21, dependendo da tensão de fornecimento.

Grupo A: São instalações ligadas a rede elétrica com tensão de fornecimento igual ou superior a 2,3 kV:

- a) A1: Igual ou superior a 230 kV;
- b) A2: entre 88 kV e 138 kV;
- c) A3: 69 kV;
- d) A3a: entre 30 kV e 44 kV;
- e) A4: entre 2,3 kV e 35 kV;
- f) AS: inferior a 2,3 kV, com conexão subterrânea.

Grupo B: consumidores com ligação à rede elétrica com tensão de inferior a 2,3 kV que são divididos em quatro grupos:

- a) B1: residencial;
- b) B2: rural;
- c) B3: demais classes;
- d) B4: iluminação pública.

Os postos horários fazem parte da estrutura tarifária e são definidos pela distribuidora quando a mesma passa pelo processo de revisão tarifária, os postos tarifários podem ser divididos em duas categorias: posto horário ponta e fora ponta. Para o posto horário ponta é determinado um período diário de 3 horas consecutivas, tendo exceção de sábado, domingos e feriados, em que a tarifa paga pelo consumidor é superior a fora ponta. O posto horário fora da ponta é o período de horas restante do posto horário ponta. (MME,2022).

Outro componente da estrutura tarifária são as modalidades tarifárias, definidas como azul ou verde: modalidade azul tem diferença da tarifa de consumo de energia elétrica e de demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia. A tarifa verde possui um única tarifa de demanda e a tarifa de TUSDe varia de acordo com a hora de utilização (ANEEL,2015).

2.1 Tarifa de uso do sistema de distribuição TUSD

A tarifa de uso do sistema de distribuição TUSD é aplicada a todos consumidores tanto para o mercado livre quanto para o mercado cativo. Essa tarifa é dividida em duas partes importantes: fio A e a fio B. A parcela A corresponde a produtos e custos não gerenciáveis pela distribuidora, e devem ser apenas repassados para o consumidor. A parcela B representa produtos e custos gerenciáveis pela distribuidora, como sua infraestrutura e manutenção com a finalidade de entregar energia elétrica até o consumidor (ANEEL,2022).

Tabela 1 – Custos aplicados à tarifa de energia e seus objetivos (adaptada de CNI, 2020).

Custos		Objetivo
Encargo - Conta de Desenvolvimento Energético (CDE)	Programa Luz para Todos (PLPT)	Custeio parcial das metas de universalização do serviço público de distribuição de energia elétrica
	Tarifa Social de Energia Elétrica (TSEE)	Representa descontos nas tarifas de energia dos consumidores residenciais de baixa renda
	Carvão mineral nacional	Desconto para compra de carvão mineral nacional por parte das usinas termelétricas para aumentar a competitividade desse tipo de energia
	Conta de Consumo de Combustíveis (CCC)	Subsídio cruzado que permite reduzir a conta de luz dos consumidores dos sistemas isolados
	Fontes incentivadas	Descontos na Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão (TUST) e na Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) para pequenos empreendimentos hidrelétricos, eólicos, solar, biomassa e cogeração qualificada
	Cooperativas	Desconto para cooperativas de eletrificação rural
	Consumidores rurais, irrigantes e aquicultores	Desconto no fornecimento de energia para produtores rurais
	Serviço público de água, esgoto e saneamento	Desconto sobre a tarifa de energia elétrica para os prestadores de serviços de saneamento
	Distribuidoras de pequeno porte	Descontos para agentes de distribuição de pequeno porte (<700 GWh/ano)
Encargo - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia (Proinfa) – extinto		Encargo setorial cujo objetivo é arrecadar recursos necessários ao custeio da contratação das usinas a biomassa, eólicas e pequenas centrais hidrelétricas contratadas no âmbito do programa
Encargo - Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica (TFSEE)		Destinada a suportar as despesas da ANEEL
Encargos de Serviços do Sistema (ESS)		Encargo para cobrir despesas operacionais de rateio comum entre os agentes do Sistema Interligado Nacional (SIN)
Encargo - Compensação Financeira pela Utilização de Recursos Hídricos (CFURH)		Benefício econômico pago por todas as usinas hidroelétricas (exceto as pequenas centrais hidrelétricas) para a União, os estados e os municípios atingidos pelas barragens
Encargo - Taxa do Operador Nacional do Sistema (ONS)		Arrecada parte do orçamento necessário ao custeio das atividades do operador
Encargo - Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética (P&D/EE)		Encargo destinado ao financiamento da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e a atividades de P&D do setor elétrico (1% da receita líquida)
Encargo de Energia de Reserva (EER)		Arrecada a receita necessária à cobertura da diferença entre a receita fixa das usinas contratadas como reserva do sistema e a receita obtida, ao liquidar toda a sua geração no mercado de curto prazo
Encargo - Conta COVID		A Conta COVID foi criada para viabilizar uma operação financeira para alívio do caixa das distribuidoras de energia durante a pandemia da Covid-19,
Custo CA		Custo relacionadas a manutenção da conta Bradesco

Os encargos setoriais, criados por leis e apresentados na Tab.1 podem ser divididos em três categorias, sendo a primeira referente aos subsídios de consumo, como os programas sociais luz para todos, tarifa social, descontos para serviço público de água e esgoto e Conta de Compensação de Combustível (CCC). A segunda categoria, é voltada para os segmentos específicos do setor elétrico, como descontos nas tarifas de transmissão e distribuição para fontes incentivadas, Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia (PROINFA). E a terceira categoria é destinada a cobrir as despesas setoriais, como Encargo de Serviço do Sistema (ESS), Encargo de Energia de Reserva (EER) entre outras despesas para manter o sistema (CNI, 2020).

As perdas são separadas em dois tipos: perdas técnicas e perdas não técnicas. As perdas técnicas são inevitáveis em qualquer circuito elétrico, pois são referentes a transformação de energia, e o seu transporte se dá quando ocorre a transformação de energia elétrica em térmica ocasionada pelo efeito Joule. Já perdas não técnicas são causadas pelos furtos de energia e fraudes de adulteração de medidores, assim ocasionando erros de medição e de faturamento (ANEEL, 2022).

2.2 Tarifa de Energia ACR

O método de faturamento da conta de energia do mercado cativo, tem particularidades com relação ao mercado livre, abaixo estão esboçadas as expressões utilizadas para a validação de faturas disponibilizadas pela unidade. Estas equações estão levando em consideração a lei complementar 194/22 que aplica a isenção dos encargos de Impostos sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS), sobre transmissão, distribuição e encargos setoriais vinculados às operações com energia elétrica, por serem considerados como serviços essenciais e indispensáveis (Brasil,2022). Esta medida também estabeleceu um teto para alíquota de ICMS de 17% para o estado do Rio Grande do Sul (MME,2022).

A tarifa de energia elétrica está associada à aquisição de energia pelas distribuidoras, que é feita por meio de leilões onde a mesma adquire a quantidade necessária para seus consumidores ativos. Estes custos são repassados integralmente para os consumidores na parcela da TE. Adicionado ao custo de geração de energia, temos a bandeira tarifária que indica o custo da energia de acordo com as condições de geração de energia elétrica, que podem ser divididos em cinco tipos, verde, amarela e vermelha patamar 1 e patamar 2. Os Patamares são as divisões dentro da bandeira tarifária vermelha que elevam o valor do encargo de acordo com as condições de geração, indicando assim uma condição desfavorável pois é necessário acionar termelétricas que tem seu custo mais elevado. Para condições favoráveis de geração de energia é aplicada a bandeira verde.

$$Demanda\ contrada = \frac{(TD_g)}{(1-PIS-CONFINS)} \quad (1)$$

Custo Demanda contratada é calculada a partir da Tarifa de Demanda (TD_g), que é a tarifa sem impostos, adicionando-se as alíquotas para obter o valor R\$/ kW aplicado pela distribuidora.

$$Demanda\ ultrapassagem = \left(\frac{2*TD_g}{(1-PIS-CONFINS)} \right) \quad (2)$$

Segundo a REN 1000/21 a distribuidora deve adicionar ao faturamento regular a cobrança pela ultrapassagem se a demanda medida exceder 5% da demanda contratada, a taxa pela ultrapassagem é o dobro da TUSD de demanda TD_g .

Equações para o cálculo das tarifas nos postos horários ponta e fora ponta, com impostos:

$$TUSD_p = \frac{TBCP}{(1-PIS-CONFINS)} \quad (3)$$

$$TUSD_{fp} = \frac{TBDFP}{(1-PIS-COFINS)} \quad (4)$$

$$TE_p = \frac{(TBE P)}{(1-PIS-COFINS)*(1-ICM)} \quad (5)$$

$$TE_{fp} = \frac{TBE FP}{(1-PIS-COFINS)*(1-ICM)} \quad (6)$$

Onde:

TD_g = Tarifa básica da demanda (R\$/MWh)

Demanda = Tarifa com impostos (R\$/MWh)

Demanda de ultrapassagem = Tarifa de ultrapassagem com impostos (R\$/MWh)

$TUSD_p$ = Tarifa TUSD, sem impostos ponta (R\$/MWh)

$TUSD_{fp}$ = Tarifa TUSD sem impostos fora ponta (R\$/MWh)

$TBCP$ = Tarifa TUSD, mais a tarifa de energia sem impostos para horário ponta (R\$/MWh)

$TBDFP$ = Tarifa TUSD, com impostos para horário fora ponta (R\$/MWh)

TE_p = Tarifa TE ponta com impostos

TE_{fp} = Tarifa TE fora ponta com impostos

$TBE P$ = Tarifa TE sem impostos ponta

TBE FP= Tarifa TE sem impostos fora ponta

2.3 Cálculo de tarifas em ACL

O cálculo da tarifa no mercado livre possui uma diferença em relação ao mercado cativo, que é a parcela da tarifa de energia. Essa tarifa será negociada diretamente com geradores e comercializadores à longo prazo. As equações para o cálculo da tarifa da demanda, demanda de ultrapassagem e TUSD com impostos são aquelas descritas nas Eq. 1 à 4. É importante colocar que ao consumir uma quantidade de energia superior ou inferior à negociada com a geradora ou comercializadora, é necessário liquidar essa diferença através do mercado de curto prazo, cujo o valor negociado é aquele relacionado ao Preço das Liquidações da Diferença (PLD).

3. METODOLOGIA

O trabalho está organizado por etapas. A Fig. 3 apresenta o fluxo de atividades que foram realizadas durante o trabalho.

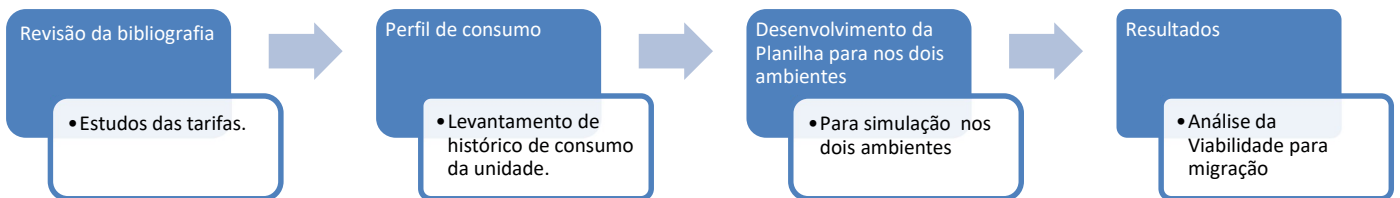


Figura 3 - Fluxograma de atividades.

Primeiramente, realizou-se uma revisão bibliográfica sobre as tarifas de energia elétrica para cada elemento que integra a tarifa de energia elétrica. A partir da revisão, foram realizadas planilhas no Microsoft Excel^R (2019) para evidenciar a composição da tarifa, sendo desenvolvidas duas planilhas para simular faturas no mercado cativo, e outra para o mercado livre. Posteriormente, ocorreu a análise dos dados de energia elétrica, que foram obtidos através da fatura de energia em um período de 12 meses. E na última etapa do trabalho os resultados foram avaliados e as devidas considerações sobre o mesmo foram deferidas.

A distribuidora em que a unidade se encontra aderiu integralmente a lei complementar 194/22, que retira o ICMS da parcela da TUSD. Contudo, como a unidade migrará apenas no primeiro semestre de 2023 já estará em vigor o novo enquadramento dos consumidores livres que viabiliza a opção de consumir energia de qualquer empresa geradora e comercializadora. Para possibilitar o estudo adequado e como objetivo específico do trabalho, serão produzidas duas planilhas de cálculos: uma que simula a fatura de energia em ACR e outra que realiza uma simulação no ACL.

Os dados da simulação no caso A foram obtidos considerando um preço de energia de R\$ 180/MWh sendo considerado com encargos e tributos. No caso B é realizada a simulação com a unidade consumindo energia 50% incentivada, que oferece 50% de desconto na TUSD. Os dados da simulação foram obtidos considerando um valor de energia R\$ 223/MWh, com a aplicação dos encargos e tributos.

3.1 Planilha utilizada para o estudo

Foi desenvolvida uma planilha de cálculo através da ferramenta Microsoft Excel^R (2019) que realiza cálculos de custos que consumidores teriam no mercado cativo e no mercado livre, considerando algumas variações nos parâmetros de entrada da planilha, adequando a necessidade de cada ambiente de contratação e tendo como resultado final, os custos mensais nos dois ambientes. É necessária a inserção de dados de entrada para planilha, como aplicação dos tributos e qual modalidade tarifária (verde ou azul). Com base nos dados de entrada, a planilha aplica as tarifas da distribuidora e informa a data de reajuste das tarifas ou comumente conhecida, a data de aniversário da distribuidora.

Distribuidora	
Grupo	
Enquadramento	
Data de aniversário	

Figura 4 - Entrada de dados

Para os dados de consumo, é necessário inserir o histórico de consumo da unidade consumidora no período de 12 meses. A Fig.5 exibe a informação onde é realizada a inserção dos dados de consumo.

Parâmetros Técnicos	jan/23	fev/23	mar/23	abr/23	mai/23	jun/23	jul/23	ago/23	set/23	out/23	nov/23	dez/23
Demanda Lida Ponta [kW]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Demanda Lida F. Ponta [kW]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Consumo Ponta [kWh]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Consumo F. Ponta [kWh]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Demanda Contratada P [kW]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Demanda Contratada F.P.[kW]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Figura 5 - Entrada de dados para consumo na planilha de cálculo

Os valores das tarifas da distribuidora devem ser inseridos manualmente na planilha como mostra na Fig. 6 e podem ser obtidos através do site da ANEEL².

Ponta	
Fora Ponta	
Demanda Ponta	
Demanda Fora Ponta	

Figura 6 - Entrada de dados das tarifas das distribuidoras

Por fim, os valores referentes a operações no ACL devem ser inseridos. É necessário indicar o preço de energia de contrato negociado com o gerador ou comercializador, já considerando o PIS e COFINS no preço conforme apresentado na Fig. 7.

Encargo (EES, EER, CA)	
Conta COVID R\$/MWh	
Energia ACL	

Figura 7 - Entrada de dados ACL

Com os dados de entradas inseridos obtemos os resultados da simulação nesta planilha, que foram colocados as formulas esboçadas nos itens 3.2 e 3.3. Os custos são exibidos para o mercado livre e cativo de forma mensal como na Fig. 8. No cálculo no ACL, é importante realizar o comparativo entre a fonte incentivada e convencional. Esse comparativo deve ser feito de forma manual, alterando-se os valores no campo Energia ACL. Nota-se que ao utilizar-se a fonte incentivada, deve-se aplicar de forma manual o desconto na TUSD_g e na TUSD_e.

	jan/23	fev/23	mar/23	abr/23	mai/23	jun/23	jul/23	ago/23	set/23	out/23	nov/23	dez/23
TOTAL CUSTO MERCADO LIVRE - SEM IMPOSTOS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
TOTAL CUSTO MERCADO LIVRE - COM IMPOSTOS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Custo do MWh SEM Impostos	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Custo do MWh COM Impostos	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
CATIVO												
Total Faturamento distribuição	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Total Faturamento Energia CATIVO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
TOTAL	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -

Figura 8 – Resultados de faturamento entre livre e cativo.

3.2 Perfil de Consumo - Estudo de Caso

O estudo de caso se refere à análise do perfil de consumo de energia elétrica de uma indústria de usinagem, que está localizada na cidade de Erechim no estado do Rio Grande do Sul, com migração programada para 1 de janeiro de 2023.

O local onde a unidade consumidora está instalada pertence à área de concessão da distribuidora Rio Grande Energia S/A (RGE), o consumidor é classificado como industrial A4 com tensão de fornecimento 13,8 kV e sua demanda contratada é de 300 kW. Todos os dados apresentados na Tab.2 estão na modalidade de enquadramento verde.

A Tab.2 mostra os dados que foram obtidos através das faturas de energia da unidade, em um período de setembro de 2021 até agosto de 2022.

Tabela 2- dados de consumo demanda medida e contratado no mercado cativo

Mês	Demanda Ponta (kW)	Demanda Fora Ponta (kW)	Demanda Contratada (kW)	Consumo Ponta (kWh)	Consumo Fora Ponta (kWh)
set/21	254	267	300	13389	80076
out/21	262	281	300	13402	81404
nov/21	262	303	300	13638	80186
dez/21	262	288	300	13976	86889
jan/22	262	283	300	13141	74698
fev/22	246	280	300	12908	73431
mar/22	280	297	300	15589	95452
abr/22	262	295	300	12654	84048
mai/22	265	289	300	15001	97934
jun/22	239	289	300	12819	89991
jul/22	262	285	300	14515	99055
ago/22	288	298	300	16676	99506

Observa-se que a unidade apresenta um perfil sem sazonalidade, com uma demanda bem dimensionada ficando dentro do contrato e apresentando uma pequena variação no mês de novembro, devido a manutenções preventivas nos equipamentos, como é visto na Fig. 8.

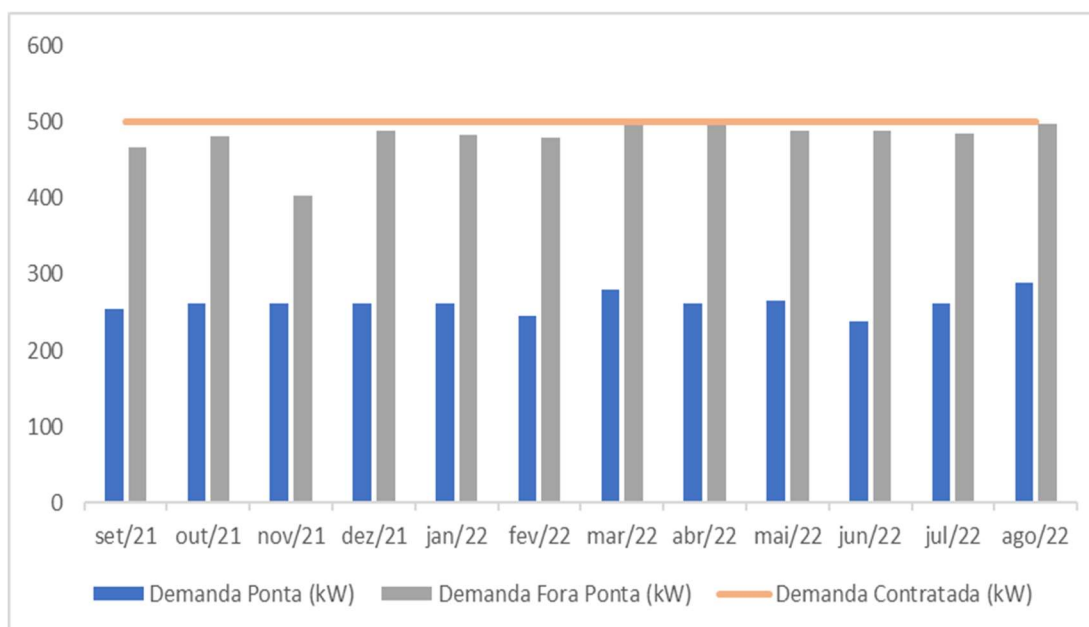


Figura 8 - Gráfico com demanda consumida ponta e fora ponta e demanda contratada

Para o estudo de caso é definido que o consumidor escolheria migrar para o mercado livre com contrato de consumo de energia equivalente ao consumo realizado, para não sofrer com as variações no (PLD). Assim o consumidor garantirá uma previsibilidade da sua fatura de energia elétrica. No contrato do mercado livre é possível adicionar uma flexibilidade de consumo, o que beneficia o consumidor nos meses onde o consumo é superior ou inferior, assim diminuindo a possibilidade de necessitar a compra de energia no Mercado de Curto Prazo (MCP). O estudo considera uma flexibilidade de + 15% e - 15%. O limite superior, inferior e histórico de consumo está representado na Fig. 9.

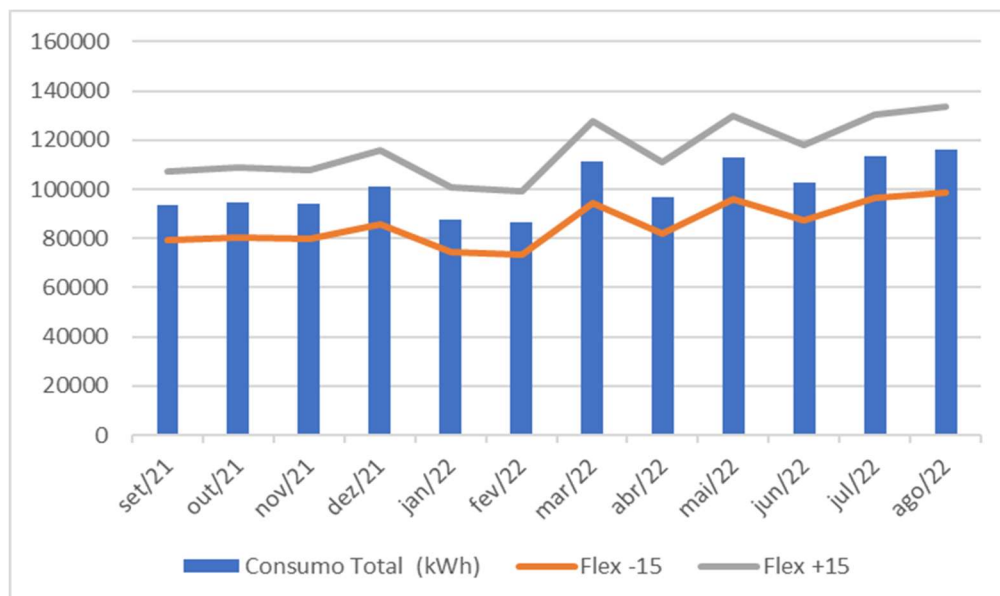


Figura 9 - Gráfico de consumo total em kWh e flexibilidade.

Com a contratação de todo o seu consumo no horizonte de um ano. As comercializadoras e geradoras é utilizam a unidade de medida, chamada de MW-médio (MW-m), que nada mais é, que o seu consumo dividido pela quantidade horas do mês de consumo. Abaixo Tab. 3 é exibido o consumo da unidade em MW-m.

Tabela 3- dados de consumo em MW-m

Mês	Dias	Horas	Consumo Total (MWh)	Consumo (MW-m)
set/21	30	720	93,465	0,1298125
out/21	31	744	94,806	0,127
nov/21	30	720	93,824	0,130
dez/21	31	744	100,865	0,135
jan/22	31	744	87,839	0,118
fev/22	28	672	86,339	0,128
mar/22	31	744	111,041	0,149
abr/22	30	720	96,702	0,134
mai/22	31	744	112,935	0,151
jun/22	30	720	102,81	0,142
jul/22	31	744	113,57	0,152
ago/22	31	744	116,182	0,156

4. Premissas de migração

O consumidor objeto do estudo de viabilidade de migração, está no mercado cativo com demanda contratada 300 kW sendo necessário o aumento de demanda para 500 kW para que se cumpra o requisito inicial e se efetue a migração. Para realizar a migração é necessário solicitar à distribuidora o Contrato de Uso do Sistema de Distribuição (CUSD) e também o Contrato de Compra de Energia Regulado (CCER). Por meio destes documentos se obtém a data de denúncia do contrato. Após a verificação da data de denúncia é entregue à distribuidora a carta solicitando que não seja renovado o CCER. Uma etapa necessária para migração, é a adequação do Sistema de Medição e Faturamento (SMF) cuja a finalidade é promover o controle dos processos de contabilidade de energia elétrica para a CCEE e a concessionária de

energia. Essa adequação tem, para um cliente A4 industrial, o custo de R\$ 25.000,00, valor considerado no estudo.

5. Análise e Resultados

Para a unidade, foi considerado o histórico de consumo exibido na Tab. 2. Sua demanda foi ajustada para se adequar aos requisitos de migração, a efeito de comparação foi considerado a demanda atual da unidade levando em consideração análise no ACR. O estudo leva em conta dois casos, caso A; o cliente consome energia convencional e o caso B com energia 50% incentivada com desconto nas tarifas TUSD.

Tabela 4 – Diferenças entre os custos de cativo e convencional.

MÊS	MERCADO CATIVO	MERCADO LIVRE-ENERGIA CONVENCIONAL	DIFERENÇA
jan/23	R\$ 71.138,65	R\$ 72.498,40	-R\$ 1.359,76
fev/23	R\$ 77.921,72	R\$ 71.535,73	R\$ 6.385,99
mar/23	R\$ 93.722,91	R\$ 85.693,16	R\$ 8.029,75
abr/23	R\$ 82.278,37	R\$ 75.452,51	R\$ 6.825,86
mai/23	R\$ 93.626,59	R\$ 85.614,54	R\$ 8.012,05
jun/23	R\$ 87.993,44	R\$ 80.851,33	R\$ 7.142,12
jul/23	R\$ 96.956,84	R\$ 89.003,05	R\$ 7.953,79
ago/23	R\$ 101.970,73	R\$ 93.503,06	R\$ 8.467,67
set/23	R\$ 85.514,38	R\$ 78.707,17	R\$ 6.807,22
out/23	R\$ 86.168,86	R\$ 79.296,42	R\$ 6.872,45
nov/23	R\$ 86.119,45	R\$ 79.250,30	R\$ 6.869,15
dez/23	R\$ 90.028,09	R\$ 82.767,60	R\$ 7.260,49

Tabela 5 – Diferenças entre os custos de Cativo e Incentivada 50%.

MÊS	MERCADO CATIVO	MERCADO LIVRE - ENERGIA INCENTIVADA	DIFERENÇA
jan/23	R\$ 71.138,65	R\$ 59.412,32	R\$ 11.726,33
fev/23	R\$ 77.921,72	R\$ 58.476,88	R\$ 19.444,84
mar/23	R\$ 93.722,91	R\$ 70.507,21	R\$ 23.215,70
abr/23	R\$ 82.278,37	R\$ 62.305,28	R\$ 19.973,09
mai/23	R\$ 93.626,59	R\$ 70.916,92	R\$ 22.709,66
jun/23	R\$ 87.993,44	R\$ 66.707,45	R\$ 21.286,00
jul/23	R\$ 96.956,84	R\$ 72.967,54	R\$ 23.989,30
ago/23	R\$ 101.970,73	R\$ 76.117,80	R\$ 25.852,92
set/23	R\$ 85.514,38	R\$ 63.864,59	R\$ 21.649,79
out/23	R\$ 86.168,86	R\$ 64.417,31	R\$ 21.751,55
nov/23	R\$ 86.119,45	R\$ 64.288,26	R\$ 21.831,19
dez/23	R\$ 90.028,09	R\$ 67.321,13	R\$ 22.706,96

As Tab. 4 e 5 mostram a diferença de economia em relação ao mercado cativo e considerando as fontes de energia convencional e incentivada. Nota-se a diferença significativa no valor entre elas. Essa diferença se dá pelo fato da energia incentivada possuir desconto na TUSD de 50 %, que mesmo após a adição contratual na demanda trouxe uma economia para o cliente. A Fig. 10 exibe as diferenças na economia em relação às fontes no ACL.



Figura 10 – Diferença na economia em relação às fontes no ACL.

Para uma comparação de viabilidade aplicando *payback* simples com o custo de adequação do sistema de faturamento e medição, que aplica normas de adequações necessárias em equipamentos. O *payback* é um indicador que determina o prazo de recuperação de um investimento, também chamado de *payout*. Este indicador é utilizado para avaliar a atratividade de um investimento.

O caso A teve um *payback* de 5 meses com uma, para o caso B foi em 2 meses. Observa-se que a economia de energia declarado para fonte do caso B apresenta uma vantagem superior para energia incentivada 50%. Com um percentual de economia de 30% quando comparado ao cativo, essa vantagem ocorre pelo fato da fonte a ser consumida possui um desconto nas tarifas, ocasionando esta viabilidade para migração do mercado livre.

6. Conclusões

O presente trabalho apresenta um estudo que descreve o cenário de abertura do mercado livre, que vem ocorrendo de forma gradual trazendo para os consumidores a oportunidade de escolha entre fontes e preço, e assim proporcionando uma economia para quem está no ambiente de contratação livre (ACL). Este trabalho contribui para a exemplificação de formação de tarifas no mercado de energia elétrica brasileiro, apresentando os métodos e regulamentos que regem uma migração para o mercado livre de energia.

Concluímos que existe vantagem com a operação ACL e no caso B houve uma economia maior decorrente do fato da unidade estar consumindo energia incentivada que possui descontos na TUSDg e TUSDe. Esses descontos levam à um tempo de *payback* de 2 meses. No Caso A também houve economia com tempo de *payback* superior que o observado no caso A, pois a fonte à suprir o consumo é convencional e não possui nenhum tipo de desconto.

A formação de tarifas no ACR e ACL foram apresentadas e explicadas no trabalho. O objetivo específico de criação de planilhas de cálculo com base na revisão da composição tarifária foi atingido. Com as planilhas é possível fazer análises de forma mais rápida e precisa.

Referências

- ABRADEE. Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica. Tarifas de Energia. Disponível em: <[Tarifas de Energia - ABRADEE](#)>. Acesso em 14 set de 2022.
- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Perdas de energia. Disponível em: [Perdas de Energia — Português \(Brasil\)](#). Acessado em 29 set de 2022.
- ANEEL. Sobre bandeiras tarifárias. Disponível em : [Sobre Bandeiras Tarifárias — Português \(Brasil\)](#). Acessado em :29 set de 2022
- ANEEL. Modalidades tarifária. Disponível em : [Modalidades Tarifárias — Português \(Brasil\)](#) Acessado em :29 set de 2022
- ANEEL. Regulamenta Conta-covid para injetar liquidez no setor e amortecer aumento nas tarifas. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/aneel-regulamenta-covid-para-injetar-liquidez-no-setor-e-amortecer-aumento-nas-tarif-1/656877>. Acesso em 27 de ago. de 2022.
- ANEEL. Custo da energia que chega aos consumidores. Disponível em: [Custo da energia que chega aos consumidores](#) acessado em: 01 de out de 2022.
- ALBUQUERQUE, Álvaro Rocha. Fluxo de caixa em risco: uma nova abordagem para o setor de distribuição de energia elétrica. Mestrado dissertação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, setembro de, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS COMERCIALIZADORES DE ENERGIA - ABRACEEL. Cartilha do consumidor livre de energia. 1. ed. Brasília – DF: Abraceel, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS COMERCIALIZADORES DE ENERGIA - ABRACEEL. Após atuação da Abraceel, Aneel flexibilizou regras para comunhão de cargas. Disponível em: <https://abraceel.com.br/blog/2022/04/apos-atuacao-da-abraceel-aneel-flexibilizou-regras-para-comunhao-de-cargas>> Acesso em 27 de out de 2022
- ARAÚJO, J. L. A questão do investimento no setor elétrico brasileiro: reforma e crise. Anais do XXIX Encontro Nacional de Economia, 2001.
- CCEE. Alteração no Enquadramento dos Consumidores Livres – Fase 5 .Momento capacita nº 45, Portaria 514/18. 22/09/22.
- CNI. Confederação Nacional da Indústria. Encargos do setor elétrico : racionalização de custos / Confederação Nacional da Indústria. – Brasília : CNI, 2020. 64 p
- MME. Ministério de Minas e Energia. Impacto Potencial da Redução dos Tributos nas Faturas dos Consumidores de Energia Elétrica de 12 de julho de 2022, disponível em: [MME publica o impacto potencial da redução dos tributos nas faturas dos consumidores de energia elétrica.](#)
- MME. Postos Tarifários. Disponível em : [Postos Tarifários — Português \(Brasil\)](#). Acessado em: 01 de out de 2022.
- MME. Portaria do MME permite que consumidores tenham liberdade de escolha e melhores preços. Disponível em : [Portaria do MME permite que consumidores tenham liberdade de escolha e melhores preços](#)
- OLIVEIRA, Yasmin Martins de. O mercado livre de energia no Brasil: Aprimoramentos para sua expansão. 2017.