

## Impacto da tarifa de Autoprodutor de Energia na Migração para o Mercado Livre

Cíntia H. Flesch, Patrícia G. Dallepiane, Cláudio A.C. Cambambi, Luciane Neves Canha \*,  
Enoque D.Garcia\*\*

*Lilith*

\*Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica - PPGEE, UFSM ( e-mail: cintiaflesch@gmail.com).

\*\*Universidade Federal do Pampa - Engenharia de Energia - Campus Bagé

**Abstract:** This article analyzed the potentization of results with self-production in the free energy market. From this, a case study of a consumer unit belonging to the A4 voltage group was developed, the company is under the concession of the distributor COPEL. Opportunities for savings in the self-producer modality, with the installation of a photovoltaic plant, were proved based on the utility's energy fee. Therefore, with the case study was concluded that the migration to Free Energy Market (ML) in the self-producer modality is able to boost the positive results of the consumer compared to the captive market.

**Resumo:** Este artigo analisou a potencialização de resultados com a autoprodução no Mercado Livre de Energia (ML). A partir disso, foi elaborado estudo de caso de uma unidade consumidora pertencente ao grupo de tensão A4, a empresa está sob a área de concessão da distribuidora COPEL. Demonstrou-se a partir das tarifas de energia da Distribuidora as oportunidades de economia na modalidade de Autoprodutor, com a instalação de uma usina fotovoltaica. Logo, com o estudo de caso, foi concluído que a migração para o Ambiente de Contratação Livre (ACL) na modalidade de Autoprodutor é capaz de impulsionar os resultados positivos do consumidor comparado ao mercado cativo relativo ao Ambiente de Contratação Regulado (ACR).

**Keywords:** Free Energy Marke; Self producer; Migration; Photovoltaic; Distributed Energy Resources.

**Palavras-chaves:** Mercado Livre de Energia; Autoprodução; Migração; Fotovoltaica; Recursos Energéticos Distribuídos.

### 1. INTRODUÇÃO

Segundo o Atlas da Eficiência Energética publicado em 2022 pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), temos na indústria um dos setores que mais consome energia elétrica, sendo em 2020 responsável por 33,8 % do consumo. (EPE,2021) E um dos grandes objetivos do setor industrial é a busca por eficiência, ou seja, produzir mais utilizando o mesmo recurso, sempre visando reduzir custos e aumentar o lucro.

Com isso, a busca por soluções dentro do setor energético é relevante, visto que um dos maiores impactos financeiros do setor industrial é a energia. Neste sentido, conforme dados do SEBRAE o consumo de energia representa cerca de 15,44% da receita, ficando atrás apenas do pagamento dos funcionários que representa 34,28%. Depois da crise sanitária ocasionada pela pandemia da Covid-19 com a desaceleração na atividade econômica, a busca por economia para manter o fluxo de produção no setor industrial cresceu. (Castelar & Matos,2021). Assim, as empresas buscam alternativas para diminuir seus custos. Um dos insumos da indústria que tem a

maior representatividade é a fatura de energia elétrica, como mencionado anteriormente. (Turella, 2020).

Entre alternativas para reduzir gastos tem-se soluções dentro da área de engenharia de energia que envolvem iniciativas como a eficiência energética, gestão de ativos com possibilidade de migração entre ambientes de contratação, enquadramento tarifário e investimento na própria produção de energia.

Atualmente o Brasil investe uma parte da sua receita em programas de tecnologias de eficiência energética através de incentivos às empresas, como mostra a Figura 1.

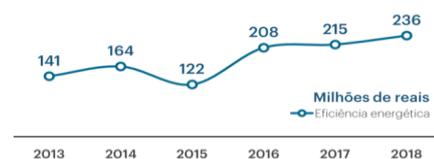


Fig. 1 - Investimento em Eficiência Energética (EPE,2021)

Apesar dos incentivos em programas de eficiência energética, conforme a Figura 2, o setor industrial é ainda o que menos

investe neste segmento. Isso faz com que outras possibilidades devam ser consideradas.



Fig. 2 - Investimento em Eficiência Energética por setores (EPE,2021)

A gestão de ativos, por sua vez, compreende a migração entre os ambientes de contratação do mercado de energia. O Setor Elétrico Brasileiro (SEB) é composto por dois ambientes de contratação, o Ambiente de Contratação Regulado (ACR) onde o consumidor adquire energia através da distribuidora que compra a energia em leilões regulados considerando o menor preço disponível, posteriormente repassa ao consumidor cativo este valor acrescido de componentes tarifários como encargos e bandeiras tarifárias de acordo com o cenário hidrológico e governamental. Nesse ambiente, o consumidor paga para a distribuidora a Tarifa de Energia (TE) e a Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD), referente a demanda e transporte.

No Ambiente de Contratação Livre (ACL) o consumidor adquire a energia, TE das geradoras ou através de comercializadoras através de contratos bilaterais. A migração entre os ambientes de contratação obedece uma regulamentação específica e atualmente apenas consumidores no Grupo A podem migrar do ACR para o ACL. A economia nessa situação de gestão de operação de ativos se dá na livre negociação de TE no ACL. Assim, neste cenário o consumidor pode conseguir economia de até 30% a depender das tarifas da distribuidora onde está conectado.

Utilizando a ferramenta Método Otimizado para Viabilidade de Energia Elétrica no ACL (MOVEE-ACL), (Flesch C., Garcia E., 2021), que será explorada posteriormente neste artigo. Em síntese, consiste em um sistema que permite analisar a viabilidade de migração do consumidor entre os ambientes de contratação independente da distribuidora. Neste trabalho se propõe uma aplicação dessa ferramenta para cenários com Autoprodutor, implementando a geração de energia solar fotovoltaica e análise tarifária com os impactos desse novo modelo. A geração fotovoltaica foi escolhida pela sua versatilidade quanto ao local de instalação e seu crescimento exponencial nos últimos anos.

A nível global, a geração de eletricidade solar fotovoltaica foi de quase 12 GWh para 680.952 GWh em 2019 segundo dados da International Energy Agency (IEA), isso representa um aumento de mais de 1.000%. No Brasil temos um cenário em 2013 de 5,0 GWh para 10.750 GWh. ( IEA,2021). No setor industrial brasileiro, onde temos a maior demanda de consumo de energia, cerca de 166.335 GWh segundo o Anuário Interativo da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) cresce o número de empresas que buscam a geração fotovoltaica como

alternativa de economia. Desse montante 86,74% se encontram no Ambiente de Contratação Livre (ACL).

Nesse contexto, esse trabalho explora a alternativa de migração do consumidor para o ACL junto à possibilidade de gerar a própria energia e se tornar um Autoprodutor de Energia Elétrica (APE), assim, demonstra a importância da regulamentação e o percentual de economia. Logo, o objetivo deste artigo é contextualizar a migração do ACR para o ACL, evidenciando os procedimentos necessários a partir de um estudo de caso de uma unidade consumidora que atua no ramo de prestação de serviços na área da saúde que se encontra no ACR, e que deseja migrar para o ACL como APE. Assim, se aplica a ferramenta MOVEE-ACL para analisar os benefícios para empresa, estudando a implementação da geração de energia, as tarifas de autoprodução e os dados da distribuidora escolhida.

## 2. MERCADO DE ENERGIA E AUTOPRODUÇÃO

O ACL é definido pela Lei nº 9.074/1995 e pela Resolução ANEEL nº 265/1998, quando consumidores do mercado cativo com demanda maior ou igual a 3000 kW e atendidos com tensão maior que 69 kV poderiam migrar para o ACL, afim de comprar a sua própria energia através de contratos bilaterais. (BRASIL,1998.)

Quando um consumidor migra do ACR para o ACL, ele passa a comprar a energia da Geradora ou Comercializadora, ou seja, a tarifa de energia (TE). O custo pelo uso e pela disponibilidade da rede, (TUSD demanda e TUSD consumo) continua sendo pago para a Distribuidora. No caso, um consumidor cativo recebe uma única fatura da distribuidora, enquanto o consumidor livre paga a fatura referente à TUSD e outra referente a TE do agente fornecedor.

Em dezembro de 2019, a Portaria MME nº465/2019 estabelece que até 2023 consumidores com demanda maior ou igual a 500 kW podem migrar para o ACL. E até 31 de janeiro devem ser realizados estudos pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) para permitir a abertura de mercado para consumidores com carga inferior a 500 kW. De acordo com a Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia Elétrica (ABRACEEL) a busca pela economia no ACL cresceu cerca de 28% no número de unidades consumidoras nos últimos anos. (ABRACEEL,2021)

### 2.1 Processo de Migração do ACR para o ACL

A migração para o ACL segue algumas etapas como a análise da demanda contratada, a revisão dos prazos dos contratos com a Distribuidora, a adesão a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), a implantação do Sistema de Medição e Faturamento (SMF), adequações comerciais e técnicas com a CCEE.

Quanto à demanda, deve-se considerar que a empresa está enquadrada no grupo A sendo a demanda contratada o fator determinante para adesão do agente candidato ao ACL. Conforme cronograma de abertura do mercado, desde 2021 a demanda mínima é de 500 kW para consumidor especial e 1.500 kW para consumidor livre (MOREIRA,2021). Assim,

o primeiro passo para analisar a viabilidade de migração é analisar a demanda do consumidor.

Segundo a Resolução Normativa ANEEL 1000/2021, na revisão de prazos de contratos com a distribuidora que fornece energia ao consumidor, é necessário informar a distribuidora que não deseja renovar o contrato através da carta denúncia, que deve ser enviada à distribuidora com no mínimo 180 dias de antecedência. Caso o consumidor não queira esperar, deve pagar uma multa de rescisão deste contrato.

Os consumidores que aderirem ao ACL devem se tornar agentes da CCEE. Essa Câmara tem o papel de gerenciar o mercado livre de energia, proporcionando integração de geradores, distribuidores, comercializadores e consumidores. Além disso, permite que os associados interajam entre si e realizem contratos, criando um ambiente seguro para os envolvidos (CCEE, 2021). Para uma empresa virar um agente da CCEE, no ano de 2021, deve pagar a taxa de emolumentos que equivale a R\$7.394,00. (CCEE, 2021)

Já a adequação do SMF é uma exigência regulatória para facilitar a comunicação de dados da distribuidora com a CCEE. Uma das etapas técnicas ocorrem dentro da plataforma da CCEE e podem ser realizadas tanto pelo agente quanto por uma representante do agente. A parte de habilitação comercial envolve a abertura de uma conta corrente na Agência Trianon para todas as obrigações relativas a CCEE e ao ACL.

## 2.2 Obrigações do agente no ACL

Ao se tornar um agente na CCEE, o consumidor aceita cumprir com obrigações que, antes da migração, eram repassadas nas tarifas e bandeiras da distribuidora. Ainda, como pré-requisito, o agente necessita abrir uma conta corrente que servirá apenas para operações de débito e crédito no âmbito da CCEE. Dentre as obrigações, mensalmente será pago uma mensalidade denominada contribuição associativa, a qual tem a finalidade de cobrir os custos operacionais da CCEE, cujo rateio é realizado, de modo geral, a partir do perfil de consumo de cada agente. (CCEE, 2021)

Além disso, tem a liquidação financeira, nesta operação a CCEE realiza um balanço geral das informações de cada agente, nessa liquidação são detalhados Encargos de Serviço do Sistema (ESS), modelagem do contrato e deslocamento de Preço da Liquidação das Diferenças (PLD), por exemplo. Ainda, temos a presença do Encargo de Energia de Reserva (EER) que visa remunerar usinas de reserva no SEB. Outra obrigação do agente será cumprir com seu lastro de energia, caso contrário será aplicada uma penalidade que pode se estender até 12 meses. (CCEE, 2021)

Quando um consumidor livre vira um APE, ele passa a ter descontos referentes à parcela de energia que produziu, ou seja, uma diminuição de custos. Esse desconto se aplica na parcela de ESS, EER e Conta de Desenvolvimento Energético (CDE). Também é possível identificar a diferença de custos nas Resoluções Homologatórias que contém as tarifas das Distribuidoras.

Essa busca por economia leva consumidores a pesquisar alternativas para reduzir seu gasto com a compra de energia, ou seja, a TE. Esses consumidores buscam essa economia através da geração própria de energia e portanto se enquadram como APE, que segundo a ANEEL é aquele consumidor que produz toda ou parte da sua própria energia. Nesse cenário, ocorre a implementação dos Recursos Energéticos Distribuídos (RED's), que por definição são tecnologias de geração e/ou armazenamento de energia elétrica localizados dentro dos limites da área de uma determinada concessionária de distribuição, normalmente junto a unidades consumidoras (EPE, 2019).

## 2.3 Autoprodução de Energia Elétrica (APE)

Segundo a Associação Brasileira dos Investidores em Autoprodução de Energia Elétrica (ABIAPE) autoprodutor é o consumidor que gera sua própria energia ou parte dela, adquirindo ou construindo usinas. Ainda, complementa que existem duas formas de arranjos para autoprodutores, sendo o primeiro *in situ*, ou seja, geração e consumo no mesmo local, ou autoprodução distante do consumo o que implica na operação de redes de transmissão/distribuição. (ABIAPE 2021)

A autoprodução é caracterizada por consumidores conectados em média ou alta tensão (Grupo A) e são empresas de grande porte, representadas normalmente por indústrias. Compulsoriamente esses consumidores necessitam ser um agente do ACL, ainda se ressalta que a usina pode ser instalada em qualquer lugar do Brasil, sujeita apenas a variações de preços de cada submercado (ENGIE, 2021).

Quando o consumidor opta em ser um autoprodutor, seja cativo ou livre, deve adequar seu SMF. Normalmente é necessário substituir os transformadores de instrumentos (TI's) e readequar toda proteção, contemplando até mesmo o religador. Logo, o agente autoprodutor, se torna o agente de medição diante da CCEE, que antes era de responsabilidade da distribuidora. Como exemplo de procedimento, a distribuidora RGE Sul descreve no GED 33 - Ligação de Autoprodutores em Paralelo com o Sistema de Distribuição da CPFL, as etapas e obrigações para os consumidores que desejam aderir à autoprodução de energia.

## 2.4 Método Otimizado para Viabilidade de Energia Elétrica no Ambiente de Contratação Livre

Como supracitado, o MOVEE-ACL foi desenvolvido em 2021 para a análise de viabilidade de migração entre os ambientes de contratação do mercado de energia. Possibilita a análise do perfil da empresa ponderando (i) o enquadramento tarifário, que pode ser verde ou azul, (ii) a distribuidora e as adequações necessárias para a migração, (iii) a possibilidade de contratação de energia com três custos diferentes de TE – custo ótimo, custo neutro e custo pessimista. Por conseguinte, disponibiliza dados de saída para a análise do payback na migração considerando o investimento na adequação do SMF, boleto de emolumentos, gestão e custo de energia.

A ferramenta, em questão, foi modificada para a análise de migração para APE, visto que a versão inicial não previa as tarifas de APE e a simulação de outras distribuidoras já que originalmente a MOVEE foi elaborada abrangendo apenas distribuidoras do Rio Grande do Sul. O novo módulo adiciona funcionalidades relativas à tarifa de autoprodução de energia, geração e obrigações da CCEE. Nem todos esses recursos são contemplados neste artigo, mas os fundamentos são explorados no processo de migração de APE. (Flesch C., Garcia E.,2021)

### 3. METODOLOGIA APLICADA

No estudo de caso realizado é verificado o potencial de economia da unidade consumidora denominada Clínica de Reabilitação A ao migrar do ACR para o ACL com modelagem e simulação na MOVEE-ACL. Como mencionado anteriormente, a ferramenta usa dados de entrada como consumo no horário ponta e fora ponta, demanda contratada e valores de tarifas da distribuidora em que a empresa está conectada. Além disso, a parte tarifária implementada na ferramenta referente APE. O referido consumidor é uma empresa localizada na cidade de Ponta Grossa - PR, logo está sob área de concessão da distribuidora COPEL, junto a concessionária a empresa tem uma demanda contratada de 1.200 kW e busca alternativas para reduzir custos com energia elétrica. Na Figura 3, temos o gráfico de consumo total de energia elétrica da unidade consumidora.

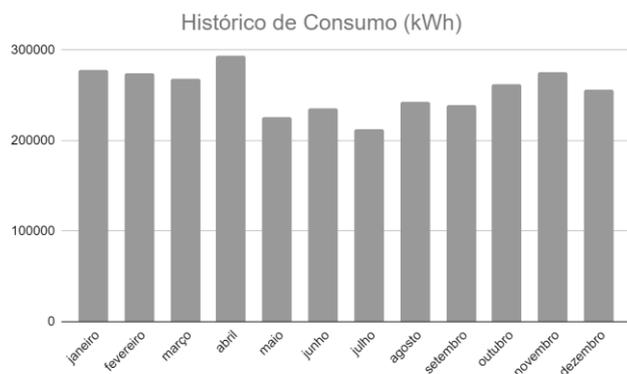


Fig. 3 -Histórico de consumo da Clínica de Reabilitação A

A parte inicial verifica a viabilidade de migração, logo, a ferramenta analisa a demanda, o consumo e define a distribuidora. A MOVEE- ACL analisa primeiramente a demanda conforme o fluxograma apresentado abaixo. O fluxograma foi atualizado, visto que a demanda mínima em 2022 é de 1.000 kW, conforme mencionado anteriormente.

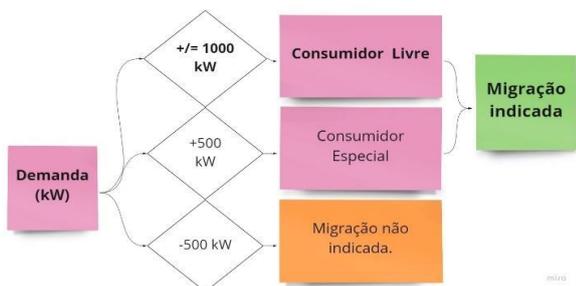


Fig. 4 -Análise inicial MOVEE - ACL

Neste contexto, se obtém a primeira análise de demanda e o respectivo investimento inicial através do MOVEE-ACL, cujo resultado é a indicação de migração para o ACL sem o aumento de demanda. Após essa análise inicial, já com as modificações implementadas na ferramenta, se considera a possibilidade de autoprodutor de energia. Então, com a inclusão da geração o custo inicial fica relativamente mais alto, visto que considera a adequação do sistema de conexão e do agente de medição da unidade consumidora, que são em torno de R\$ 350.000,00 - valor obtido em pesquisa comercial de empresas que atuam no ramo de adequação de SMF para APE - ainda sem considerar o custo do sistema de geração em si. Foram usadas como premissas o sistema gerador fotovoltaico configurado através do MOVEE-ACL, em seguida foi realizada a análise de viabilidade considerando as tarifas da distribuidora (TUSD consumo e TUSD demanda), bem como considerada a geração de 100% do ativo, suficiente para o atendimento integral do consumo da empresa.

Portanto a metodologia possui três passos: o primeiro refere-se à análise de viabilidade da empresa de acordo com a demanda, realizada pela ferramenta e de acordo com o fluxograma, pode compreender que a migração é a saída gerada pela MOVEE-ACL. O segundo passo consiste em observar o tipo de energia que a empresa adquire e comparar a mesma com a energia da distribuidora. E por fim analisar os custos que a empresa teria nos três cenários ACR, ACL e APE comparando o percentual de economia em cada cenário para tomada de decisão.

Após a análise de demanda, estuda-se as tarifas de energia elétrica da distribuidora, como podemos ver na Tabela 1, onde podemos analisar as tarifas homologadas Resolução Homologatória ANEEL n°2.8862021, onde foi destacada a classificação como modalidade tarifária verde com o comparativo da tarifa de ACL e APE.

Tabela 1 -Tarifas reguladas COPEL,2021

MODALIDADE VERDE	ACL	APE
TUSD R\$/kW (P)	R\$ -	R\$ -
TUSD R\$/kW (FP)	R\$ 17,07	R\$ 17,07
TUSD R\$/MWh (P)	R\$ 959,22	R\$ 893,50
TUSD R\$/MWh (FP)	R\$ 82,60	R\$ 16,87
TE R\$/MWh (P)	R\$ 437,87	R\$ -
TE R\$/MWh (FP)	R\$ 275,36	R\$ -

### 4. O ESTUDO DE CASO

A primeira etapa, que é a análise da demanda para a migração, mostrou-se positiva, visto que a demanda original do consumidor é de 1.200 kW. Após essa etapa foi realizada a comparação das tarifas do consumidor no ACR, ACL e APE. Usando as tarifas reguladas pela distribuidora e estimando que a empresa adquira energia incentivada i5, ou seja, neste caso a energia oferece aos consumidores um desconto de 50% sobre a TUSD demanda e um percentual calculado pela equação

abaixo sobre a TUSD ponta, parametrizadas conforme procedimentos de comercialização da CCEE.

$$TUSD P = (TUSD P - TUSD FP)/2 + TUSD FP$$

Na sequência é possível apurar o desconto aplicado na TUSD demanda e na TUSD P e aplicando os efeitos nas tarifas para ACL e APE, convergindo para os valores apresentados na Tabela 2, também referentes à modalidade tarifária verde.

Tabela 2 - Tarifas reguladas com desconto aplicado.

Tarifas (R\$)	ACL	APE
TUSD demanda (R\$/kW)	R\$ 8,54	R\$ 8,54
TUSD ponta (R\$/kWh)	R\$ 0,52	R\$ 0,46
TUSD fora ponta (R\$/kWh)	R\$ 0,08	R\$ 0,08

Com esses resultados parciais é possível chegar ao comparativo de custos do ACR, ACL e APE. Em seguida, através do MOVEE-ACL se identifica o percentual de economia considerando a demanda por disponibilidade e o uso de energia tanto na ponta quanto na fora ponta.

Para ilustrar os dados considerados está representado no gráfico da Figura 5 o valor da fatura de energia elétrica emitida pela distribuidora no cenário de mercado cativo.

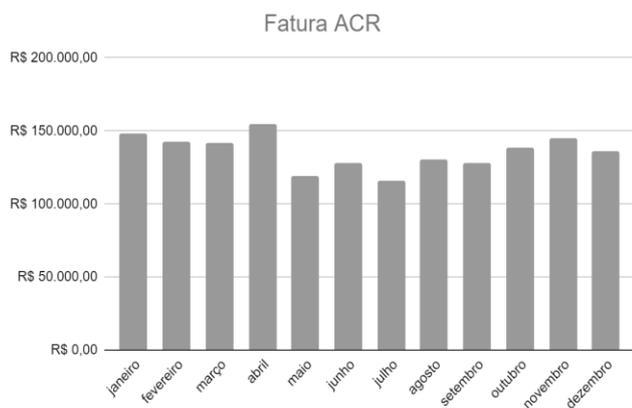


Fig. 5 - Total ACR da Clínica de Reabilitação A

Analisando o gráfico, se observa que o custo aproximado no ACR para empresa é em média R\$ 120.000,00, já considerando que ela migre para o ACL com um preço médio de energia de R\$230,00 MWh - preço médio de mercado obtido pela energia i5 no balcão de operações -, teríamos uma média de custos no ACL representado pela Figura 6.

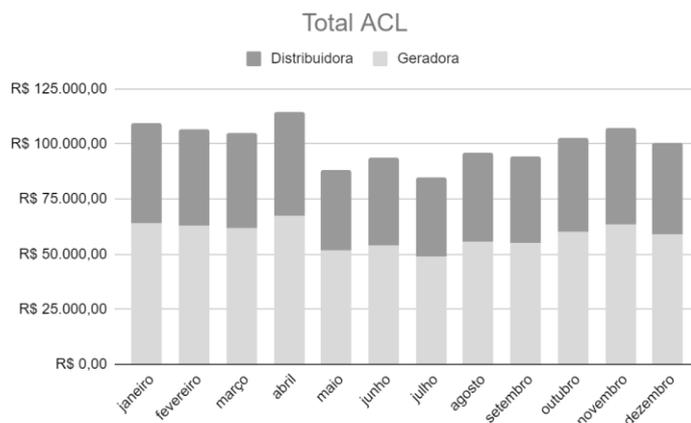


Fig. 6 - Total ACL da Clínica de Reabilitação A

Vemos que de acordo com os valores apresentados no gráfico o custo total com energia no ano é reduzido em torno de 20% apenas com a migração para o ACL. De outra parte, se investiga se a implementação de um sistema fotovoltaico e a classificação da empresa como APE, faz com que a economia estimada aumente. Diante dos valores contidos na Tabela 1 e Tabela 2, que são comparativas e consideram a aplicação do desconto de 50%, se confirma a vantagem do APE. Assim, caso a empresa invista em energia solar fotovoltaica e se torne um autoprodutor de energia, tem um percentual de economia adicional. A partir da comparação dos resultados apresentados na Figura 6 com a Figura 8, se verifica que o custo mensal médio em energia passa de R\$100.000,00 para um custo médio de R\$90.000,00.

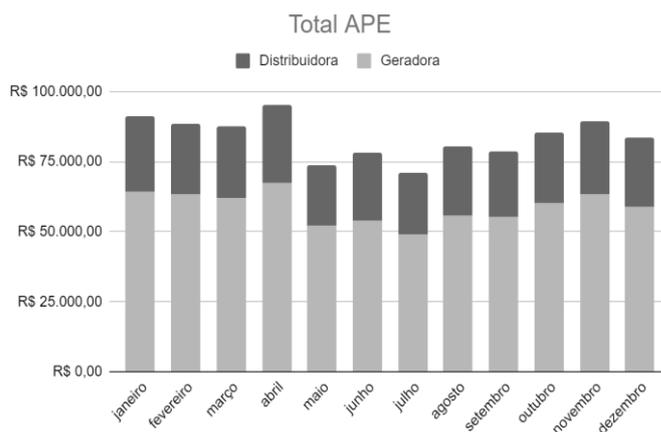


Fig. 7 - Total APE da Clínica de Reabilitação A

Portanto se identifica a possibilidade de economia, fundamentalmente devido a TUSD ponta ter um decréscimo de 80% na tarifa da COPEL com a classificação da unidade consumidora como APE.

Ampliando a análise através da interpretação do gráfico, se conclui que a parte da energia que deve ser adquirida por contratos bilaterais sofrerá um decréscimo visto que uma parte da energia a unidade consumidora irá produzir e deve ter um contrato apenas por segurança, visto que tem capacidade de produzir o montante total de energia. Logo, com base na boa prática de mercado o contrato de energia deve ser por

segurança tendo uma flexibilidade de -100% e +20%, ou seja, caso produza o montante total de energia, não possui uma cota mínima para adquirir da geradora e caso não produza o total, tem 20% acima do seu contrato.

## 5. DISCUSSÃO E RESULTADOS

Na análise de resultados, vemos que só a migração para o ACL, no comparativo de custos com o ACR já é vantajosa para a empresa, visto que no ACR a empresa paga 1.250 kW de demanda e ao migrar para ao ACL ela passa a ter um desconto de 50% na demanda, caso adquira a energia i5 conforme utilizado nesta análise, isso gera uma economia de R\$10.412,70. Como podemos observar no gráfico abaixo, a diferença total dos dois mercados é 25% no estudo da Clínica de Reabilitação A.



Fig. 8 -Comparativo ACR x ACL da Clínica de Reabilitação A

Considerando que a unidade consumidora migre para o ACL gerando toda a sua energia e se classifique como APE, a economia comparada ao ACL é de 75% e comparada ao ACR é de 82%

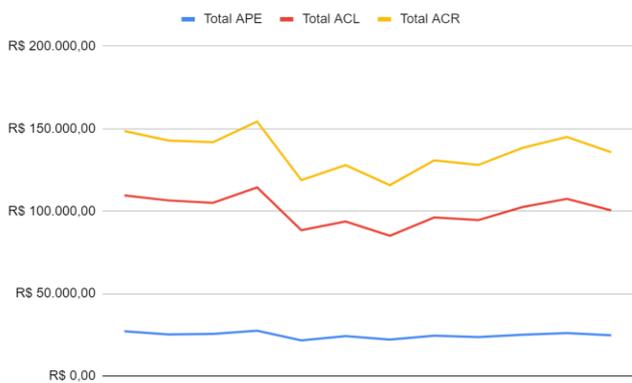


Fig. 9 -Comparativo ACR x ACL x APE da Clínica de Reabilitação A

Como limitação, cabe destacar que esse estudo não considerou o investimento necessário para a introdução da unidade geradora, que pode ter um valor bem expressivo, sendo que uma usina de 1MW pode chegar a casa de 5 milhões. Em trabalhos futuros, estuda-se a implementação dessas análises em módulos adicionais a versão do MOVEE-ACL, detal modo possibilita a análise de viabilidade para a migração para o ACL aliada a implementação do autoprodutor, inclusive a análise

financeira de atratividade do investimento de sistemas fotovoltaicos.

## 6. CONCLUSÕES

Diante do avanço na modernização do setor elétrico e processo de transição energética é indiscutível a constante busca de alternativas que reduzam custos com energia para as empresas, nesse sentido, ao considerar a economia na migração para o ACL e a procura pelo APE com a implementação das RED's, temos a possibilidade de expandir os resultados da empresa já oferecida pelo ACL. Além disso, possibilita que a unidade consumidora disponha de um controle maior do insumo energia, o qual se faz indispensável para as atividades que desempenha. Assim, conclui-se também que a tarifa na migração tanto para o ACL quanto como APE são bem atrativas comparadas aos dos consumidores cativos.

Por conseguinte, considerando apenas as tarifas de energia da distribuidora COPEL, identificamos que a migração como APE para o ACL é vantajosa e corrobora com a necessidade do consumidor. Para trabalhos futuros, sugere-se como imprescindível considerar os custos totais para se tornar um consumidor livre e também um autoprodutor, com isso será possível mapear e analisar o valor do investimento, bem como o tempo de retorno para cada situação e tudo isso pode ser aplicada dentro da ferramenta desenvolvida anteriormente. Espera-se, portanto, trazer a implementação desses parâmetros dentro da ferramenta para posteriores estudos e apresentações para a academia e para empresas de gestão do ACL.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES/PROEX) – Código de Financiamento 001 e do Fundo de Incentivo à Pesquisa ( FIPE) da Universidade Federal de Santa Maria

## REFERÊNCIAS

ABRACEEL. Boletim Anual de Mercado. Associação Brasileira de Comercializadores de Energia. Publicado em 20 de dezembro de 2021. Acesso em 27 de dezembro de 2021. Disponível em <https://abraceel.com.br/wp-content/uploads/post/2021/12/Boletim-Abraceel-Dezembro.pdf>

ANEEL, Informações Compiladas e Mapa da Geração Distribuída. Acesso em 31 de dez. 2021. Disponível em <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZjM4NjM0OWYtN2IwZS00YjViLTlMjItN2E5MzBkN2ZlMzVklwiidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBiMSIsImMiOiR9>>

BRASIL. Lei Nº 14.300/2022, de 6 de janeiro de 2022. Institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS); altera as Leis nºs 10.848, de 15 de março de 2004, e 9.427, de 26 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, jan. 2022. Seção 1, p. 4..

BRASIL. Resolução Normativa ANEEL Nº687, de 24 de novembro de 2015. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. Acessado no site da Agência Nacional de Energia Elétrica ANEEL em Regulação do Mercado de Energia Elétrica. Acesso em 24 novembro 2021.

Disponível em

<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>

BRASIL. Resolução Normativa ANEEL Nº482, de 17 de abril de 2012. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Acessado no site da Agência Nacional de Energia Elétrica ANEEL em Regulação do Mercado de Energia Elétrica. Acesso em 24 novembro 2021. Disponível em

<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>

BRASIL. Resolução Normativa ANEEL Nº109, de 26 de outubro de 2005. Institui a Convenção de Comercialização de Energia Elétrica, estabelecendo a estrutura e a forma de funcionamento da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE. Acessado no site da Agência Nacional de Energia Elétrica ANEEL em Regulação do Mercado de Energia Elétrica. Acesso em 24 março 2021. Disponível em <https://www.aneel.gov.br/mercado-de-eletricidade>

BRASIL. Resolução Homologatória ANEEL Nº2.880, de 15 de junho de 2021. Homologa o resultado do Reajuste Tarifário Anual de 2021, as Tarifas de Energia – TE e as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD referentes à RGE SUL Distribuidora de Energia S.A. - RGE, e dá outras providências. Acessado no site da Agência Nacional de Energia Elétrica ANEEL em Biblioteca ANEEL. Acesso em 24 novembro 2021. Disponível em

<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/reh20212880ti.pdf>

BRASIL. Resolução Homologatória ANEEL Nº2.886, de 22 de junho de 2021. Homologa o resultado do Reajuste Tarifário Anual de 2021, as Tarifas de Energia – TE e as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD referentes à Copel Distribuidora SA, e dá outras providências. Acessado no site da Agência Nacional de Energia Elétrica ANEEL em Biblioteca ANEEL. Acesso em 24 novembro 2021. Disponível em

<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/reh20212886ti.pdf>

BRASIL. Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004. Regulamenta a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 set. 2004. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Lei Nº 14.120/2021, de 1º de março de 2020. Altera a Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, a Lei nº 5.655, de 20 de maio de 1971, o Decreto-Lei nº 1.383, de 26 de dezembro de 1974, a Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, a Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, a Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, a Lei nº 12.111, de 9 de dezembro de 2009, e a Lei nº 12.783, de 11 de janeiro de 2013, transfere para a União as ações de titularidade da

Comissão Nacional de Energia Nuclear representativas do capital social das Indústrias Nucleares do Brasil S.A. e da Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 dez. 2020. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Lei Nº9.074, de 7 de julho de 1995. Estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 de julho.1995. Seção 1, p. 6.

BRASIL. Lei Nº10.848, de 15 de março de 2004. Dispõe sobre a comercialização de energia elétrica, altera as Leis nºs 5.655, de 20 de maio de 1971, 8.631, de 4 de março de 1993, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.648, de 27 de maio de 1998, 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.438, de 26 de abril de 2002, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 de março de 2004. Seção 1, p. 2.

BRASIL. Portaria nº 465, de 12 de dezembro de 2019. Dispõe sobre a alteração da carga mínima para contratação de energia no ambiente livre. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 dez. 2019. Seção 1, p. 156.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (CCEE), Comercialização, ambiente livre e regulado, 2022. Disponível em:[https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages\\_publico/onde-atuamos/comercializacao](https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/comercializacao). Acesso em: 11 jan. 2022.

CCEE, Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. Ambiente livre e ambiente regulado. Disponível em: <[https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages\\_publico/como-participar/ambiente-livre-ambiente-regulado?\\_afLoop=84484658292281&\\_adf.ctrl-state=6goluo0fc\\_1#!%40%40%3F\\_afLoop%3D84484658292281%26\\_adf.ctrl-state%3D6goluo0fc\\_5](https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/como-participar/ambiente-livre-ambiente-regulado?_afLoop=84484658292281&_adf.ctrl-state=6goluo0fc_1#!%40%40%3F_afLoop%3D84484658292281%26_adf.ctrl-state%3D6goluo0fc_5)>. Acesso em 20 de novembro de 2021.

CCEE, Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. Nossos associados, todos os agentes da CCEE. Disponível em: <<https://www.ccee.org.br/web/guest/nossos-associados>>. Acesso em 20 de novembro de 2021.

MENDES, Ana. O papel da autoprodução e produção independente de energias renováveis no mercado brasileiro de energia elétrica, 2011. 124f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011. Disponível em: [https://repositorio.ufes.br/bitstream/10/2635/1/tese\\_4425\\_Diserta%C3%A7ao%20Ana%20Luiza%20.pdf](https://repositorio.ufes.br/bitstream/10/2635/1/tese_4425_Diserta%C3%A7ao%20Ana%20Luiza%20.pdf). Acesso em: 02 ago. 2021.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (CCEE), Comercialização, ambiente livre e regulado, 2022. Disponível em:[https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages\\_publico/onde-atuamos/comercializacao](https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/comercializacao). Acesso em: 11 jan. 2022.

CASTELA, Armando. Matos, Silvia. Serviços se recuperam, comércio e indústria desaceleram, inflação não dá trégua. Sites FGV. Publicada em 21 out. 2021. Acessado em

- <https://blogdoibre.fgv.br/posts/servicos-se-recuperam-comercio-e-industria-desaceleram-inflacao-nao-da-tregua>
- CASTRO, Nivalde; CAMARA, Lorrane; CASTRO, Bianca. Expansão do Mercado Livre e as Distribuidoras de Energia Elétrica. Publicado pelo serviço de informação Broadcast da Agência Estado de São Paulo em 8 de janeiro de 2020.
- Colaferro, Luís. Energia Solar no Brasil: um Panorama para [você] entender tudo. BlueSolar Energia Solar. Acesso em :<https://blog.bluesol.com.br/energia-solar-no-brasil-panorama>
- Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 dez. 2019. Seção 1, p. 156. BRASIL. Lei Nº 14.120/2021, de 1º de março de 2020. . Altera a Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, a Lei nº 5.655, de 20 de maio de 1971, o Decreto-Lei nº 1.383, de 26 de dezembro de 1974, a Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, a Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, a Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, a Lei nº 12.111, de 9 de dezembro de 2009, e a Lei nº 12.783, de 11 de janeiro de 2013, transfere para a União as ações de titularidade da Comissão Nacional de Energia Nuclear representativas do capital social das Indústrias Nucleares do Brasil S.A. e da Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 dez. 2020. Seção 1, p. 1.
- Empresa de Pesquisa Energética, EPE. Anuário Interativo Estatístico de Energia. Acesso em 10 de fev. 2022. Disponível em <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/anuario-estatistico-de-energia-eletrica>
- EPE - Atlas de Eficiência Energética, Brasil 2021 - Acesso em 10 de jan. 2022. Disponível em [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-651/Atlas2021\\_PT\\_2022\\_02\\_04.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-651/Atlas2021_PT_2022_02_04.pdf)
- FLESCHE, Cíntia Helena et al.. Metodologia e ferramenta para análise de viabilidade de migração para o mercado livre de energia. Anais do IV CONEPETRO E VI WEPETRO... Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <<https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/75274>>. Acesso em: 20/04/2022 16:05
- IEA, 2021. Renewables 2020 Data Explorer. Capacidade fotovoltaica. Acesso em 10 de fev. 2022. Disponível em :<https://www.iea.org/articles/renewables-2020-data-explorer?mode=market&region=Brazil&product=PV>
- Turella, Rafael. Gestão Energética e sua importância para a Indústria. CUBI Energia. Publicado em 18 mar. 2020. Acessado em: <https://www.cubienergia.com/gestao-energetica-entrevista/>
- SEBRAE. Conta de Energia Elétrica em Empresa. Acesso em 20 de jan. 2022. Disponível em : <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/a-conta-de-energia-eletrica-das-empresas-durante-a-criese-da-covid-19,7741b71cd2da1710VgnVCM1000004c00210aRCRD>
- SOLAR E SOL. Orçamento de equipamentos. Acesso em 13 de janeiro de 2022. Disponível em <<https://www.solaresol.com.br/modulos-placas>>