

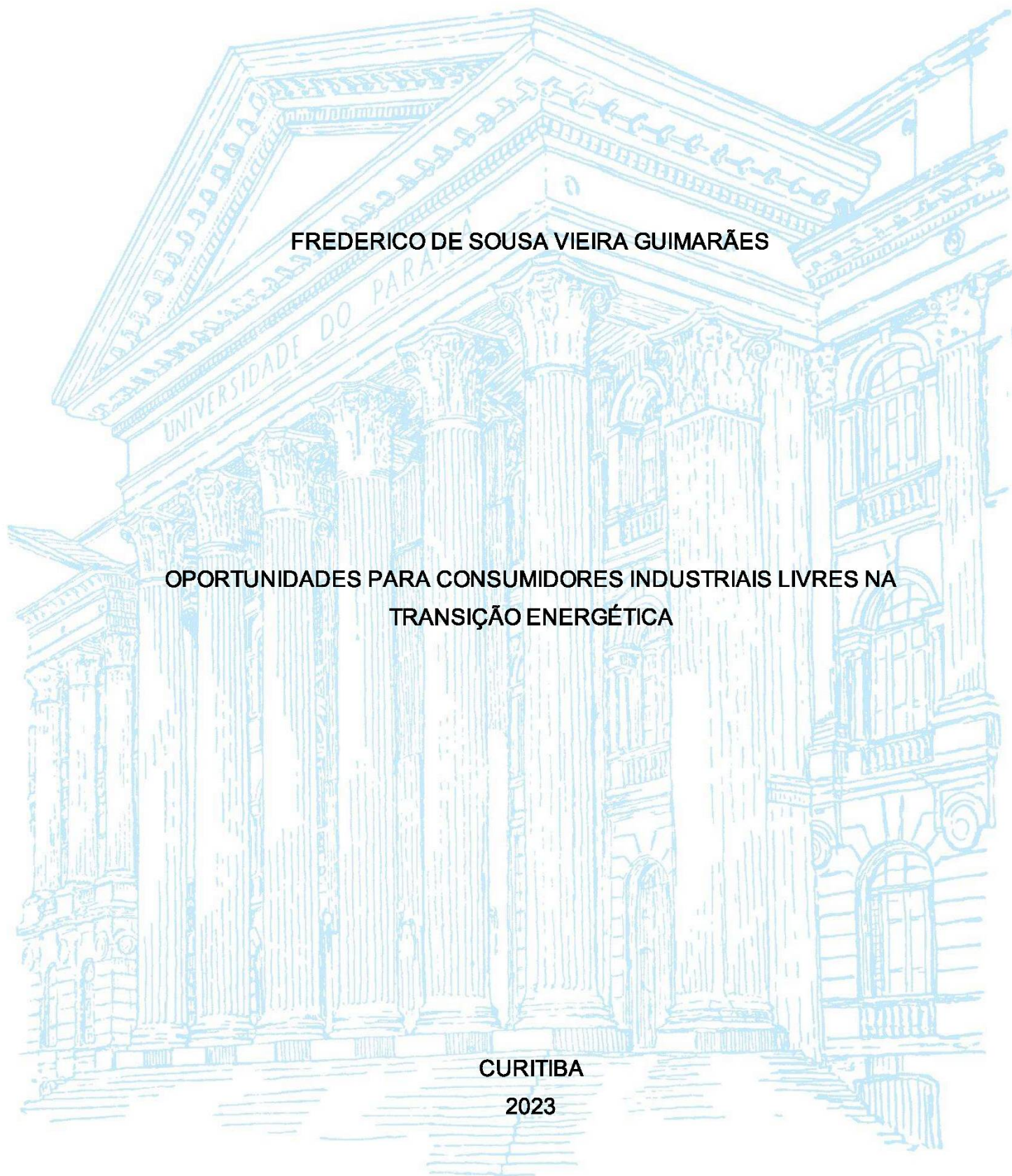
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**FREDERICO DE SOUSA VIEIRA GUIMARÃES**

**OPORTUNIDADES PARA CONSUMIDORES INDUSTRIAIS LIVRES NA  
TRANSIÇÃO ENERGÉTICA**

**CURITIBA**

**2023**



FREDERICO DE SOUSA VIEIRA GUIMARÃES

OPORTUNIDADES PARA CONSUMIDORES INDUSTRIAIS LIVRES NA  
TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, modalidade MBA EM GESTÃO ESTRATÉGICA EM ENERGIAS NATURAIS RENOVÁVEIS, como parte das exigências para a obtenção do Certificado de Especialização.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Rasi Aoki

CURITIBA

2023

**TERMO DE APROVAÇÃO**

**FREDERICO DE SOUSA VIEIRA GUIMARÃES**

**OPORTUNIDADES PARA CONSUMIDORES INDUSTRIAIS LIVRES NA  
TRANSIÇÃO ENERGÉTICA**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista no Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, modalidade MBA EM GESTÃO ESTRATÉGICA EM ENERGIAS NATURAIS RENOVÁVEIS, pela seguinte banca examinadora:

**Orientador: Prof. Dr. Alexandre Rasi Aoki**  
**Departamento de Engenharia Elétrica, UFPR**

**Prof. Dr. Mateus Duarte Teixeira**  
**Departamento de Engenharia Elétrica, UFPR**

**Curitiba, 31 de agosto de 2023.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus em primeiro lugar, a minha família pelo apoio e suporte e ao professor Aoki pela sábia orientação.

## RESUMO

A motivação para o desenvolvimento desta monografia surge em um momento em que se percebe uma participação cada vez maior das fontes de energia renováveis na matriz energética do país. Este trabalho foi desenvolvido abordando a legislação do setor elétrico, regulação da geração distribuída, tendências da transição energética apoiada nos pilares de Descarbonização, Digitalização e Descentralização. Busca avaliar as oportunidades de suprimento ou compra de energia elétrica disponíveis para um consumidor industrial no ambiente de contratação livre.

Palavras-chave: Energia Renovável. Transição Energética. Consumidores Livres.

## ABSTRACT

The motivation for the development of this monography comes at a time when renewable energysources are increasingly participating in the country's energy matrix. This work was developed addressing the legislation of the electricity sector, regulation of distributed generation, energy transition trends supported by the pillars of Decarbonization, Digitization and Decentralization. Seeks to evaluate the opportunities for supplying or purchasing electricity available to an industrial consumer in the free contracting environment.

**Key words:** Renewable energy. Energy Transition. Free Consumers

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 1 – MODELO TRADICIONAL DE INVESTIMENTO EM ATIVOS..... | 13 |
| FIGURA 2 – MODELO DE COMPRA COMO SERVIÇO.....                | 14 |
| FIGURA 3 – GERAÇÃO TÍPICA DE UMA UFV.....                    | 29 |

## LISTA DE TABELAS

|            |                                                                                                 |    |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| TABELA 1 – | Principais pontos da Lei 14300/2022 .....                                                       | 18 |
| TABELA 2 – | Principais pontos da REN ANEEL 1.059/23 .....                                                   | 19 |
| TABELA 3 – | Valores Base .....                                                                              | 24 |
| TABELA 4 – | Fatura de junho de 2022 .....                                                                   | 25 |
| TABELA 5 – | Tarifação a partir de 23/10/2022 .....                                                          | 26 |
| TABELA 6 – | Projeção para o mês junho de 2023 .....                                                         | 27 |
| TABELA 7 – | Projeção para o mês junho de 2023 no ACL .....                                                  | 28 |
| TABELA 8 – | Projeção para o mês junho de 2023 com UFV própria .....                                         | 30 |
| TABELA 9 – | Projeção para o mês junho de 2023 em geração compartilhada                                      | 31 |
| TABELA 10– | QUADRO RESUMO DE VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS OPORTUNIDADES PARA CONSUMIDORES INDUSTRIAIS ..... | 32 |



## LISTA DE SIGLAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

REN – Regulação Normativa

SCEE - Sistema de Compensação de Energia Elétrica

PERS - Programa de Energia Renovável Social

CNPJ – Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica

CPF – Cadastro pessoa Física

MMGD – Micro e Minigeração Distribuída

RESEB - Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro

ACR – Ambiente de Comercialização Regulado

ACL – Ambiente de Contratação Livre

CCEE – Câmara do Comercialização de Energia Elétrica

UC – Unidade Consumidora

UFV – Usina Fotovoltaica

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

## SUMÁRIO

|       |                                                                                                  |    |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | INTRODUÇÃO                                                                                       | 11 |
| 1.1   | CONTEXTO                                                                                         | 11 |
| 1.1.1 | MODELOS DE COMERCIALIZAÇÃO PARA O MERCADO INDUSTRIAL                                             | 11 |
| 1.1.2 | RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL 1.000/21 .....                                                         | 13 |
| 1.2   | OBJETIVOS                                                                                        | 14 |
| 1.3   | ESTRUTURA DO DOCUMENTO                                                                           | 15 |
| 2     | REGULAÇÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO                                    | 16 |
| 2.1   | EVOLUÇÃO DA REGULAÇÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL                                           | 16 |
| 2.2   | LEI 14.300 / 2022                                                                                | 17 |
| 2.3   | RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL No. 1.059/2023                                                         | 18 |
| 2.4   | CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO                                                                 | 20 |
| 3     | REVISÃO DA LITERATURA                                                                            | 21 |
| 3.1   | PROCESSO DE SELEÇÃO DE PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO                                                   | 21 |
| 3.2   | ANÁLISE DOS ARTIGOS DO PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO                                                   | 21 |
| 3.2   | CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO                                                                 | 22 |
| 4     | CASO DE APLICAÇÃO                                                                                | 24 |
| 4.1   | CARACTERIZAÇÃO                                                                                   | 24 |
| 4.2   | MATERIAL DE ESTUDO                                                                               | 24 |
| 5     | ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO                                                               | 26 |
| 5.1   | ALTERNATIVA 1 - COMPRA DE ENERGIA NO MERCADO CATIVO                                              | 26 |
| 5.3   | ALTERNATIVA 3 - INSTALAÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA PARA 80 MIL kWh MÊS PARA COMPENSAÇÃO DE ENERGIA | 28 |
| 5.4   | ALTERNATIVA 4 - COMPRA DE 80 MIL kWh MÊS DE USINA FOTOVOLTAICA ATRAVÉS DE GERAÇÃO COMPARTILHADA  | 30 |
| 5.5   | DISCUSSÃO DOS RESULTADOS                                                                         | 31 |

|   |                                |    |
|---|--------------------------------|----|
| 6 | CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS | 33 |
| 7 | REFERÊNCIAS                    | 35 |

## **1 INTRODUÇÃO**

### **1.1 CONTEXTO**

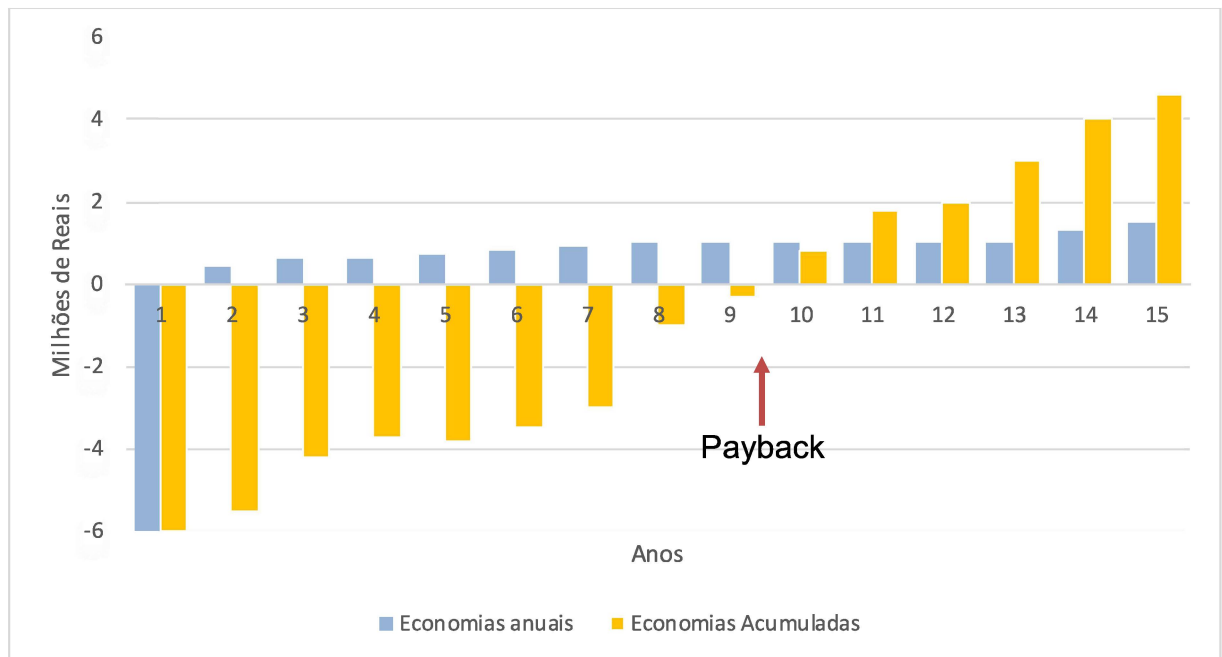
O setor energético é um dos principais emissores de gases de efeito estufa a nível mundial e muito desta energia ainda é provida por combustíveis fósseis, como carvão mineral, derivados do petróleo e gás natural. Neste cenário, as mudanças climáticas e a necessidade de frear o aquecimento global, potencializam o desenvolvimento equilibrado e sustentável da sociedade, de forma a intensificar a transição energética com o uso massivo da geração e consumo oriundo de fontes de energias renováveis, como solar, eólica, biomassa e hidrelétrica.

Desta forma, o futuro do mercado de energia, passou a ser baseado principalmente em três pilares conhecidos como: Descarbonização, Descentralização e Digitalização ou simplesmente 3Ds. Entre as iniciativas dos pilares, está o aumento da eletrificação dos processos industriais e de transporte, investimentos na infraestrutura das redes elétricas, implementação de tecnologias modernas em digitalização e automação, fomento a descarbonização de todas as cadeias de suprimentos envolvidas e o incentivo à geração descentralizada oriunda de fontes de energias renováveis, melhorando a segurança e diversificação da matriz energética.

#### **1.1.1 MODELOS DE COMERCIALIZAÇÃO PARA O MERCADO INDUSTRIAL**

No modelo Tradicional, quando um consumidor industrial necessita expandir ou se conectar à rede elétrica de sua região, o investimento é feito em sua totalidade pelo próprio consumidor, que fica exposto aos riscos operacionais envolvidos e vários anos para um possível retorno de investimento, como observado na Figura 1.

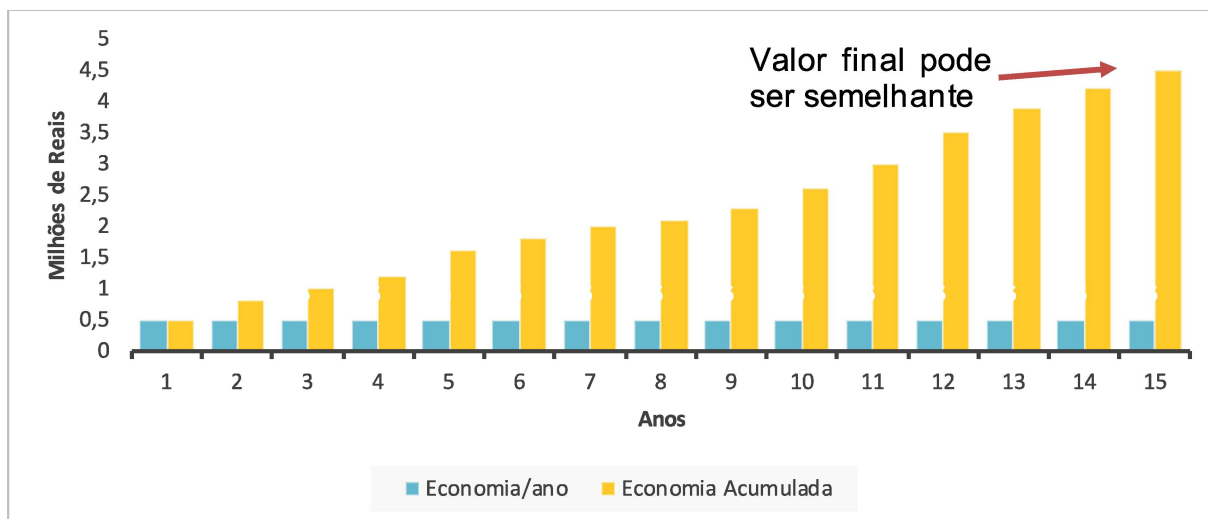
FIGURA 1: MODELO TRADICIONAL DE INVESTIMENTO EM ATIVOS



Fonte: O Autor (2023)

No modelo de compra de energia elétrica “Como Serviço”, se o mesmo consumidor industrial optar pela aquisição de energia elétrica no modelo “Como Serviço”, 100% do investimento fica com a empresa que oferece esta modalidade assim como os respectivos riscos operacionais, com isto o consumidor pode ter economias imediatas já no início do contrato. O valor final pode ser semelhante, mas deve-se observar que o consumidor não é proprietário do ativo, como pode ser observado na Figura 2.

FIGURA 2: MODELO DE COMPRA COMO SERVIÇO



Fonte: O Autor (2023)

A iniciativa da aquisição de energia elétrica como serviço, através de contratos de médio e longo prazo pode ser justificada por não se exigirem investimentos na fase inicial, como disponibilização de recursos financeiros com a construção das infraestruturas necessárias, por exemplo, subestações de distribuição primária e secundária, as quais devem ficar sob responsabilidade da empresa fornecedora de tal solução e variam de acordo com a complexidade e tamanho das instalações.

E ainda a empresa fornecedora deve garantir melhores condições tarifárias ao longo de todo o prazo do contrato quando comparadas as tarifações convencionais da concessionária de distribuição de energia elétrica local e devidas projeções de mercado, de maneira a minimizar os riscos e trazendo ganhos de eficiência ao contratante. Práticas comuns a estas empresas fornecedoras é o uso concomitante de energia elétrica proveniente de geração solar, com ou sem o uso de baterias e tecnologia operacional de ponta customizadas às necessidades específicas do consumidor contratante.

### 1.1.2 RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL 1.000/21

A partir de 03 de janeiro de 2022 entrou em vigor a Resolução Normativa ANEEL 1.000/21, que revogou as Resoluções Normativas ANEEL 414/10, 470/11 e 901/20 e no artigo 2º adotou as seguintes definições:

- Consumidores Livres são aqueles atendidos em qualquer tensão, que tenha exercido a opção de compra de energia elétrica, conforme as

condições estabelecidas no art. 15 e no art.16 da Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995;

- Consumidores Potencialmente Livres são aqueles que cumprem as condições estabelecidas para tornar-se livre, mas são atendidos de forma regulada; e
- Consumidores Cativos que são aqueles que a aquisição de energia elétrica é feita de forma compulsória junto à empresa distribuidora local, à qual tem sua tarifação regulada pelo governo, através da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), denominado Ambiente de Contratação Regulado (ACR). Nesta classificação, o consumidor fica exposto aos riscos envolvidos e não diretamente gerenciáveis por ele, uma vez que ele absorve os acertos e erros do planejamento centralizado entre o governo e a distribuidora local.

## 1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral é avaliar oportunidades de suprimento próprio ou compra de energia elétrica para consumidores industriais livres considerando a geração distribuída e as tendências de evolução da transição energética apoiadas nos pilares da Digitalização, Descentralização e Descarbonização (3Ds).

Como objetivos específicos tem-se:

- Analisar a regulação de geração distribuída no Brasil;
- Levantar tendências da transição energética quanto ao suprimento ou compra de energia elétrica para consumidores industriais;
- Elencar um caso de aplicação de consumidor industrial; e
- Avaliar oportunidades de suprimento ou compra de energia elétrica para o caso de aplicação.

### 1.3 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

No Capítulo 1 é introduzido um cenário do setor elétrico diante às mudanças climáticas e os pilares do futuro do mercado de energia incluindo uma breve apresentação dos possíveis mecanismos de aquisição de energia elétrica por um consumidor industrial. E ainda, define a classificação dos consumidores industriais e são determinados quais os objetivos que se pretendem atingir com o desenvolvimento do presente trabalho.

No Capítulo 2 é apresentada a evolução e respectiva regulação da geração distribuída no setor elétrico brasileiro e porquê das alterações ocorridas ao longo dos anos a partir de 2004.

No Capítulo 3 é explicado o método de seleção dos artigos técnicos que compõem o portfólio da revisão de literatura, bem como é realizada a análise do estado-da-arte e são delineadas as tendências do mercado de energias renováveis, as quais embasaram os desenvolvimentos apresentados no Capítulo 5.

No Capítulo 4 é apresentado um caso de aplicação de um consumidor industrial que está apto a contratar sua energia elétrica no ambiente de comercialização livre.

No Capítulo 5 são analisados os resultados e elencadas as vantagens e desvantagens das oportunidades de suprimento ou compra de energia elétrica do caso de aplicação do Capítulo 4.

Por fim, no Capítulo 6 são traçadas as conclusões e futuros passos dentro do tema abordado.



## **2 REGULAÇÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO**

### **2.1 EVOLUÇÃO DA REGULAÇÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL**

O decreto no. 5.163 de 30 de junho de 2004 regulamentou a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica e estabeleceu as diretrizes bases do atual modelo do setor elétrico brasileiro. No Capítulo 2, o artigo 14 definiu o conceito de geração distribuída como a produção de energia elétrica proveniente de empreendimentos de agentes concessionários, permissionários ou autorizados, incluindo aqueles tratados pelo artigo 8º da Lei no 9.074 de 1995, conectados diretamente no sistema elétrico de distribuição do comprador, exceto aquela proveniente de empreendimento:

- Hidrelétrico com capacidade instalada superior a 30MW; e
- Termelétrico, inclusive de cogeração, com eficiência energética inferior a setenta e cinco por cento, conforme regulação da ANEEL.

Em abril de 2012 entrou em vigor a Resolução Normativa ANEEL no. 482/2012, através da qual, o consumidor brasileiro passou a poder gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes de energias renováveis e fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade, através de um mecanismo de compensação do consumo de energia apurado. Desta forma, conceituou-se a Microgeração e Minigeração de Energia Elétrica – e o Sistema de Compensação de Energia Elétrica – SCEE. Essa resolução contribuiu para inovação aliada a economia financeira, auto sustentabilidade e consciência socioambiental.

Em 2015 com a publicação da Resolução Normativa ANEEL no. 687 e em 2017 com a Resolução Normativa ANEEL no. 786 foram aprimorados os limites de potência instalada e as modalidades de participação no SCEE. E ainda, estas resoluções proporcionaram melhorias na transparência das informações na fatura dos consumidores além de instaurar o autoconsumo remoto, no qual o processo de consumo de energia gerada acarreta créditos de compensação quando a quantidade produzida for superior à consumida e eles são disponibilizados para a concessionária local para a utilização em até 60 meses, com a possibilidade de aplicação também em outra unidade consumidora (UC), desde que registrado no mesmo CNPJ ou CPF. Estas resoluções objetivaram o estímulo à entrada da geração fotovoltaica nos grandes centros urbanos.

Em 2021 foi publicada a resolução normativa ANEEL 1.000/21 já apresentada no item 1.1.2 deste documento e em 2022 foi instituída a lei 14.300/22, denominada novo marco legal da geração distribuída, a qual foi regulamentada pela resolução normativa ANEEL 1.059/23, as quais serão detalhadas nos itens 2.2 e 2.3 respectivamente.

## 2.2 LEI 14.300 / 2022

A Lei 14.300 de 06 de janeiro de 2022 instituiu o marco legal da Geração Distribuída, algumas mudanças no Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE), criado pela Resolução no 482/2012 da ANEEL e criou o Programa de Energia Renovável Social (PERS). O propósito desta lei foi o de trazer mais previsibilidade e segurança jurídica ao setor, em especial aos consumidores que optarem por gerar a sua própria energia, uma maior segurança ao sistema elétrico brasileiro, de forma sustentável e com menos emissões de gases de efeito estufa e pouco impactos ambientais e também, consequente interesse aos investidores do setor privado que passaram a contar com uma Lei Federal em que os componentes envolvidos serão valorados pela ANEEL.

Na Tabela 1 seguem alguns dos principais temas abordados na Lei 14.300/2022.

TABELA 1 – Principais pontos da Lei 14300/2022

| <b>Tema</b>                                      | <b>Lei 14.300/2022</b>                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Potências Máximas                                | Até 3MW para gerador solar e até 5MW para fontes despacháveis, conforme Artigo 1º, item XI.                                                                                            |
| Direito Adquirido                                | Para projetos protocolados até 12 meses após a publicação da lei, fica mantido o regime atual até 31/12/2045, conforme Artigo 26º.                                                     |
| Programa para Geração Distribuída em Baixa Renda | Cria o Programa de Energia Renovável Social (PERS) para os consumidores da subclasse Residencial Baixa Renda vinculados a Lei no 12.212 de 20 de janeiro de 2010, conforme Artigo 36º. |
| Comercialização de Energia                       | Comercialização de excedentes com as distribuidoras por meio de chamada pública a ser regulamentada pela ANEEL, conforme Artigo 12º.                                                   |
| Comercialização de parecer de acesso             | Fica vedada a comercialização de pareceres de acesso, conforme Artigo 6º.                                                                                                              |
| Medições das responsabilidades financeiras       | A distribuidora é responsável técnica e financeiramente pelo sistema de medição da microgeração distribuída, conforme Artigo 8º.                                                       |
| Prazos para cumprimentos das disposições         | A ANEEL e as concessionárias de distribuição de energia elétrica deverão se adequar em até 180 dias da data de publicação, conforme Artigo 30º.                                        |

Fonte: O Autor (2023)

### 2.3 RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL No. 1.059/2023

A Resolução Normativa ANEEL no. 1.059 de 07 de fevereiro de 2023 regulamenta a Lei 14.300/22 e aprimora as regras para a conexão e o faturamento de centrais de microgeração e minigeração distribuída em sistemas de distribuição de energia elétrica, bem como as regras do Sistema de Compensação de Energia Elétrica (conforme Tabela 2); altera as Resoluções Normativas n° 920, de 23 de fevereiro de 2021, 956, de 7 de dezembro de 2021, 1.000, de 7 de dezembro de 2021, 1009, de 22 de março de 2022, e dá outras providências.

TABELA 2 – Principais pontos da REN ANEEL 1.059/23

| Tema                                            | REN ANEEL 1.059/23                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Formas de associação para geração compartilhada | Pondera na definição de geração compartilhada, a reunião de consumidores, por meio de consórcio, cooperativa, condomínio civil voluntário ou edifício, ou qualquer outra forma de associação civil instituída para esse fim, composta por pessoas físicas ou jurídicas que possuam unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Da conexão                                      | <p>A REN 1.059 inseriu provisões da Lei nº 14.300/2022 para melhorar o entendimento do processo de solicitação de conexão e endereça o problema de conexão de geração distribuída, para além da capacidade do sistema elétrico e/ou da necessidade do mercado. Com isto, determina a obrigação da distribuidora local, que além de elaborar o orçamento de conexão, realizar estudos de viabilidade que eliminem a inversão de fluxo de potência.</p> <p>Apresenta também as especificidades para a conexão e compartilhamento de subestação para unidades flutuantes de geração fotovoltaica instalada sobre a superfície de lâmina d'água de reservatórios hídricos, represas e lagos, naturais e artificiais.</p> |
| Da garantia de fiel cumprimento                 | <p>A Lei nº 14.300/2022 impõe a obrigação de apresentação de garantia de fiel cumprimento pelos interessados na conexão de centrais de minigeração, a partir de 500 kW de potência instalada (2,5% do valor do investimento de 500 a 1000 kW e 5% acima de 1000 kW).</p> <p>A REN 1.059 regulamenta que para prover a referida garantia, o consumidor poderá fazer uso das seguintes modalidades: caução em dinheiro; títulos da dívida pública ou fiança bancária, que deve ser apresentada à distribuidora local na ocasião do protocolo da solicitação de orçamento de conexão.</p>                                                                                                                               |
| Troca de titularidade em unidades com MMGD      | A REN 1.059 determina que a troca da titularidade pode ser realizada após a solicitação de vistoria se solicitado no pedido de acesso ou após a aprovação se escolhido a opção de vistoria automática.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Participação financeira nas obras de conexão    | <p>A Lei nº 14.300/2022 estabelece que para o atendimento às solicitações de nova conexão ou de alteração da conexão existente para instalação de microgeração ou minigeração distribuída, deve ser calculada a participação financeira da distribuidora, bem como a eventual participação financeira do consumidor titular da unidade consumidora onde a microgeração ou minigeração distribuída será instalada, consideradas as diretrizes da ANEEL.</p> <p>Desta forma a REN 1.059 regulamentou que a distribuidora deverá custear as melhorias ou reforços no sistema de distribuição nos casos em que a potência instalada da microgeração for menor ou igual a potência</p>                                    |

|                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                           | <p>disponibilizada para atendimento da carga da unidade consumidora em que a geração será conectada, não havendo participação financeira do consumidor.</p> <p>Por outro lado, nos casos em que houver participação financeira do consumidor, a distribuidora deve proporcionalizar o orçamento da obra de mínimo custo global que reflita a relação entre a maior demanda de carga ou geração a ser atendida ou acrescida e a demanda disponibilizada pelo orçamento.</p>                                                                                                                                                                                                                         |
| Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e regras de faturamento | <p>A REN 1.059 formulou um capítulo específico para tratar desta temática estabelecendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) critérios para participação e permanência no SCEE;</li> <li>(ii) faturamento de unidades consumidoras do SCEE;</li> <li>(iii) faturamento no período de transição instituído no artigo 26 da Lei nº 14.300/2022;</li> <li>(iv) das não conformidades em unidades consumidoras participantes do SCEE;</li> <li>(v) do envio de dados sobre a MMDG à ANEEL.</li> </ul> <p>As regras variam em função do tipo de instalação, da modalidade de geração, da data de conexão ou de solicitação de orçamento de conexão e da potência e tensão da instalação.</p> |
| Da vigência                                                               | A REN 1.059 entrou em vigor na data de sua publicação em 07 de fevereiro de 2023.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Fonte: O Autor (2023)

## 2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

A reestruturação do setor elétrico brasileiro (RESEB) iniciada em 2003, instituiu o novo modelo do setor elétrico brasileiro, com significativas alterações em seu funcionamento e em especial, o empoderamento do papel da ANEEL, que através das regulações normativas diminuiu as barreiras para o avanço da geração distribuída e a tornou viável aos consumidores interessados.

O uso sistêmico da geração distribuída em todo o país e em especial nos grandes centros consumidores, proporcionou uma matriz energética mais sustentável, uma vez que a fonte mais utilizada é a geração fotovoltaica e consequente redução da emissão dos gases do efeito estufa, além da criação de novos empregos. Com o estabelecimento das diretrizes do novo setor elétrico foi proporcionado melhor transparência tarifária aos agentes participantes e segurança jurídica aos investidores sejam eles nacionais ou estrangeiros.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 PROCESSO DE SELEÇÃO DE PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO

O processo de seleção de portfólio bibliográfico acerca do tema deste projeto foi conduzido com base na linha da revisão narrativa, isto é, o processo teve início com um trabalho-chave indicado pelo orientador, com o qual, por meio de análise preliminar de alinhamento dos principais temas, culminou na revisão aqui exposta.

O trabalho-chave de Liu e Ledwich (2021) foi obtido através de busca no Portal Periódicos da CAPES, com a utilização das palavras-chave *energy trading* e *medium voltage consumers*.

A partir da leitura detalhada do trabalho-chave observou-se outras possibilidades de palavras-chave e artigos referenciados pelo autor de referência, os quais compuseram o portfólio bibliográfico para o desenvolvimento do presente trabalho.

#### 3.2 ANÁLISE DOS ARTIGOS DO PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO

Liu et al. (2017) analisam a questão do compartilhamento entre (prosumers) provenientes de unidades de geração fotovoltaicas em uma microrrede no formato ponto a ponto (P2P) no qual os participantes podem ser geradores e consumidores de energia com iguais importâncias e equidade na gestão desta microrrede. E ainda demonstra que a comercialização do excedente gerado e sua respectiva precificação é um dos desafios enfrentados por este modelo de negócio, que pode ser melhor enfrentado se a microrrede for vista como um pequeno mercado de energia, com a realização de leilões de compra e venda de energia entre os participantes com a respectiva precificação definida por eles. No artigo apresenta a modelagem de custos e respectiva modelagem de preços a partir da maneira como a carga se desloca ao longo do dia ou durante uma hora e foi proposto um algoritmo iterativo buscando minimizar o erro do balanço de energia elétrica e impõe que os custos de energia entre os participantes do microrrede serão inferiores quando comparados à aquisição direta junto ao agente distribuidor público da região.

Khorasany, Mishra e Ledwich (2018) introduzem o conceito de consumidor ativo tanto na geração como no consumo de energia – denominado prosumers – de

forma que se comunicam e gerenciam a produção local, os compradores e usuários e a rede de distribuição. Define também o papel de cada participante economicamente e através de mecanismos tecnológicos necessários para o balanço dinâmico entre geração e demanda com flexibilidade operativa a geração local de energia elétrica e o estabelecimento de normas e regras para todas as partes, aliado a uma política de preços transparente, participação ativa de todos participantes e respeito as limitações da infraestrutura existente. Embora não foi testado em um sistema real, faz a revisão de outros artigos que trata dos participantes do mercado, objetivos de melhoria e métodos de transparência de mercado

Liu e Ledwich (2021) apresentam os desafios a serem enfrentados em uma comercialização de energia renovável gerada localmente, a qual deve ser projetada de forma a mitigar as perdas, expor claramente as restrições de fluxo de potência e prover regulação de tensão adequadamente. A comercialização descentralizada deve prever o uso de tecnologia computacional inovadora com uma abordagem financeira que seja justa e imparcial para as partes envolvidas, baixos investimentos em infraestrutura quando comparada a uma geração centralizada e competitividade frente aos preços de energia praticados no mercado. Os autores apresentam uma modelagem matemática que trabalha com iteração econômica entre a demanda e o fornecimento com respeito às restrições técnicas entre os *prosumers*, como limitação de linha e transformadores de cada consumidor. Foi analisado um exemplo fictício de rede em que o consumo e a geração são feitos em baixa tensão e/ou média tensão durante o intervalo de tempo das 08 horas até as 20 horas em que se verificou a ocorrência de cenários de baixa demanda, geração descentralizada e pico de demanda. Em todos os cenários, o sistema iterativo de precificação fez a simulação e modelou as ocorrências de alteração do preço adotado.

### 3.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

No artigo de Liu et al. (2017) se verifica que embora contabilizadas as perdas na distribuição de energia elétrica, não consideraram os custos pelo uso de sua rede de distribuição de energia elétrica transportada por elas. No Brasil, conforme art. 18 da Lei 14.300/22 e art.655-J da REN 1.000/21(revisado pela REN 1059/23) o custo pelo uso da rede de distribuição do concessionário local faz parte da precificação tarifaria regida pela ANEEL (PORTAL GOV.BR, 2023).

No artigo de Khorasany, Mishra e Ledwich (2018) mostra a necessidade para um sistema estável para o balanço dinâmico entre a geração e a demanda de energia elétrica e sua relação para o preço cobrado de cada participante, quando observa-se para a mesma distribuidora mencionada anteriormente, percebe-se a necessidade de melhorias no seu modo de coleta e apuração dos dados de geração e demanda, uma vez que foram apurados junto a ANEEL que em torno de 99% das reclamações dos consumidores foram relativos a erros na fatura apresentada (ANEEL, 2023).

No artigo de Liu e Ledwich (2021) foi adotado um valor de US\$0,3/kWh podendo variar para US\$0,4/kWh, comparando com os valores praticados pela distribuidora do Estado de São Paulo, vê-se que a tarifa convencional é de R\$0,30/kWh (ANEEL 2023), mesmo se contabilizado a tarifação pelo uso da rede de distribuição e tributos governamentais ainda assim é inferior ao do modelo analisado.

Como sugestão de melhoria, o preço da energia gerada através de uma usina fotovoltaica pelo prosumer pode ser incentivado pelo governo através de linhas de crédito especiais, taxas de impostos reduzidas e a aplicação de diferenciação entre os preços praticados para a energia gerada, energia consumida e energia injetada no sistema de distribuição local.



## 4 CASO DE APLICAÇÃO

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO

O caso de aplicação contempla um consumidor industrial e sua atividade caracteriza-se em movimentação e armazenagem de grânéis líquidos para exportação e importação através de transporte marítimo e é atendido pela distribuidora local na tensão de 13.200 Volts. Em 2021 foram apurados índices de DEC - duração de Interrupção por unidade consumidora - muito próximos ao limite estabelecido pela ANEEL (ANEEL, 2021). Ao final apresentaremos as alternativas abaixo:

- Compra de energia no mercado cativo
- Compra de energia no mercado livre
- Instalação de usina fotovoltaica para 80 mil kWh mês para compensação de energia
- Compra de 80 mil kWh mês de uma usina fotovoltaica através de geração compartilhada

A iniciativa pela geração fotovoltaica é apoiada nos critérios do programa interno de redução da pegada de carbono, busca por melhoria na estabilidade da rede elétrica interna e redução dos custos com energia elétrica.

### 4.2 MATERIAL DE ESTUDO

O material utilizado no estudo foi a fatura mensal emitida pela concessionária local conforme TABELA 3:

TABELA 3 – Valores Base

|                                 |                   |
|---------------------------------|-------------------|
| Potência Ativa (kW) contratada: | 340               |
| Classificação                   | Tarifa Verde – A4 |
| Mês de referência               | Junho de 2022     |
| Quantidade de dias              | 30                |

Fonte: O Autor (2023).

Os valores apurados na fatura durante o período são apresentados na TABELA 4:

TABELA 4 – Fatura de junho de 2022

| <b>Descrição da Operação</b>    | <b>Quantidade Faturada</b> | <b>Tarifa com Tributos em R\$</b> | <b>Valor Total da Operação em R\$</b> |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Consumo Ponta (kWh) – TUSD      | 8.181,600                  | 0,90142882                        | 7.375,13                              |
| Consumo Ponta (KWh) – TE        |                            | 0,65141293                        | 5.329,60                              |
| Consumo Fora Ponta (KWh) - TUSD | 73.556,7000                | 0,07565647                        | 5.565,04                              |
| Consumo Fora Ponta (KWh) - TE   |                            | 0,40275924                        | 29.625,64                             |
| Demanda (kW) – TUSD             | 233,940                    | 13,04531077                       | 3.051,82                              |
| <b>Total Distribuidora</b>      |                            |                                   | <b>50.947,23</b>                      |

Fonte: O Autor (2023)

## 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 ALTERNATIVA 1 - COMPRA DE ENERGIA NO MERCADO CATIVO

A alternativa 1 para compra de energia, para um consumidor, é manter-se como consumidor cativo de uma concessionária, com as seguintes considerações:

- Não é necessário investimentos pelo consumidor em infraestrutura.
- Tarifas de acordo com a concessionária local, fixadas pela ANEEL e revisadas anualmente com base nos valores praticados pelas principais geradoras do país, desta forma, não há previsibilidade de preços a longo prazo. Na TABELA 5 são apresentados os valores praticados pela concessionária local (do caso de aplicação) regulamentados pela Resolução ANEEL 3.128/2022.
- Sem bonificação para ESG (Governança social e ambiental), pois a escolha da fonte de energia é realizada pela concessionária, podendo não ser uma fonte de energia renovável, bem como agredir a natureza e as comunidades próximas durante seu funcionamento.

TABELA 5 – Tarifação a partir de 23/10/2022

| Subgrupo | TUSD kW |  | TUSD<br>PONTA<br>MWH | TUSD<br>FORA<br>PONTA<br>MWH | TE PONTA<br>VERDE<br>MWH | TE FORA<br>PONTA<br>MWH |
|----------|---------|--|----------------------|------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| A4       | 13,17   |  | 943,79               | 122,06                       | 488,01                   | 303,97                  |

Fonte: Tarifas CPFL Piratininga ( CPFL 2023)

Mantendo-se o perfil de consumo do mês junho/22, percebe-se um reajuste acima de 10% para 2023, conforme TABELA 6, o qual é muito superior ao valor apurado para a inflação no mesmo período que foi de 3,6% (IBGE).

TABELA 6 – Projeção para o mês junho de 2023

| <b>Descrição da Operação</b>    | <b>Quantidade Faturada</b> | <b>Tarifa com Tributos em R\$</b> | <b>Valor Total da Operação em R\$</b> |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Consumo Ponta (kWh) – TUSD      | 8.181,600                  | 0,999353357                       | 9.175,66                              |
| Consumo Ponta (KWh) – TE        |                            | 0,630170923                       | 5.785,98                              |
| Consumo Fora Ponta (KWh) - TUSD | 73.556,7000                | 0,129246028                       | 9.506,91                              |
| Consumo Fora Ponta (KWh) - TE   |                            | 0,392519161                       | 28.872,41                             |
| Demanda (kW) – TUSD             | 233,940                    | 13,9453525                        | 3.262,38                              |
| <b>Total Distribuidora</b>      |                            |                                   | <b>56.603,34</b>                      |

Fonte: O Autor (2023)

## 5.2 ALTERNATIVA 2 - COMPRA DE ENERGIA NO MERCADO LIVRE

A alternativa 2 para compra de energia, para um consumidor livre, é comprar a energia no mercado livre, com as seguintes considerações:

- Não é necessário investimentos pelo consumidor em infraestrutura.
- Tarifas de acordo com as regras da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – (CCEE), que é uma associação civil sem fins lucrativos e responsável pelo cumprimento das regras no Ambiente de Contratação Livre. Os contratos podem ter qualquer prazo de vigência formalizados diretamente com a comercializadora ou geradora e com isto se verifica a previsibilidade nos custos de energia elétrica, pois a variação da tarifa regulada fica restrita a parcela de uso do sistema (TUSD). Comparativamente, os valores da TABELA 5 foram aplicados a partir de 23 de outubro de 2022 e na mesma ocasião valor médio no ACL foi de R\$ 55,70 / MWh (CCEE), que é muito inferior ao do ACR e permaneceu estável nos meses subsequentes. Na TABELA 7 são apresentados a projeção da fatura mensal nesta alternativa.
- Sem bonificação para ESG (Governança social e ambiental), pois a escolha da fonte de energia é realizada pela concessionária, podendo não ser uma fonte de energia renovável, causar impactos ambientais e sociais durante seu funcionamento.

TABELA 7 – Projeção para o mês junho de 2023 no ACL

| <b>Descrição da Operação</b>    | <b>Quantidade Faturada</b> | <b>Tarifa com Tributos em R\$</b> | <b>Valor Total da Operação em R\$</b> |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Consumo Ponta (kWh) – TUSD      | 8.181,600                  | 0,999353357                       | 9.175,66                              |
| Consumo Fora Ponta (KWh) - TUSD | 73.556,700                 | 0,129246028                       | 9.506,91                              |
| Demanda (kW) – TUSD             | 233,940                    | 13,9453525                        | 3.262,38                              |
| Consumo (kWh)                   | 81.738,300                 | 0,058979205                       | 4.820,86                              |
| <b>Total</b>                    |                            |                                   | <b>26.765,81</b>                      |

Fonte: O Autor (2023)

### 5.3 ALTERNATIVA 3 - INSTALAÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA PARA 80 MIL kWh MÊS PARA COMPENSAÇÃO DE ENERGIA

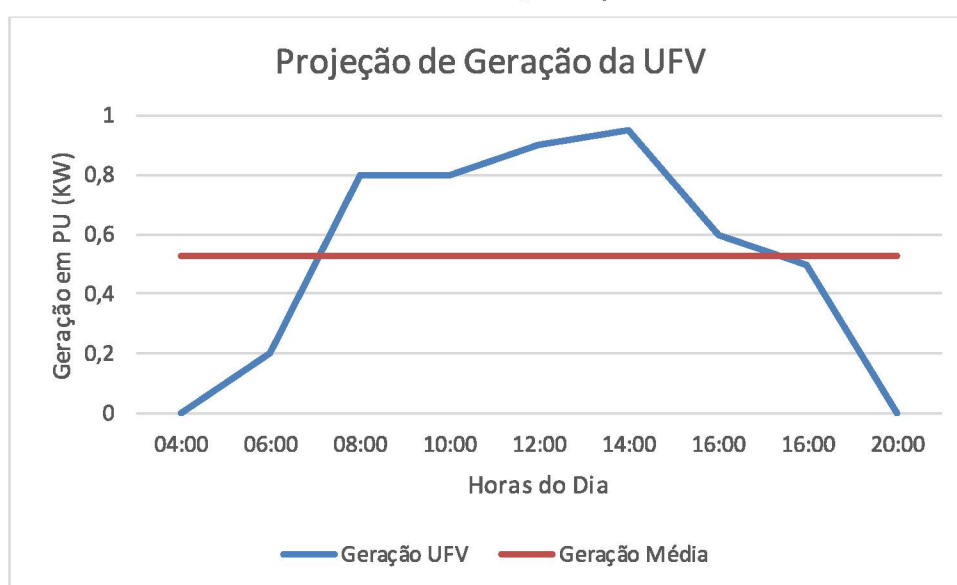
A alternativa 3 para suprimento de energia, para um consumidor, é a instalação de um sistema de geração fotovoltaico no sistema de compensação de energia, com as seguintes considerações:

- Dimensionamento e investimento da UFV:
  - Área estimada necessária: 6.000 m<sup>2</sup>
  - Potência Instalada: 750 kWp
  - Valor estimado do Investimento: R\$ 1.500.000,00 (PORTAL SOLAR, 2023)
  - Vida útil da instalação: 25 anos
  - Retorno estimado do investimento: 6 anos
- Compensação de acordo com a Lei 14.300 e REN 1.059 da ANEEL  
 Durante o dia, o excedente de energia elétrica ativa gerada pela UFV é injetada na rede da distribuidora local e a noite a rede devolve para o consumidor. Caso a energia gerada seja superior a consumida, o crédito de energia pode ser abatido do consumo nos meses subsequentes ou em outras unidades de mesma titularidade e localizadas na mesma área da concessionária local pelo prazo de até 60 meses (artigo 655-L da REN 1.059/23)

- O horário de maior consumo de energia, coincide com o período de maior incidência solar e consequente maior geração da UFV perfazendo ganhos monetários representativos ao consumidor.
- Bonificação para ESG, pois a fonte de energia é renovável e com baixos impactos à natureza e à sociedade, além de ajudar a poupar as matrizes hídricas de nosso país.

A FIGURA 3 mostra a projeção típica de UFV no solstício de inverno (EPE)

FIGURA 3 – Geração Típica de uma UFV



Fonte: EPE (2023)

A TABELA 8 mostra os valores prevendo uma geração média da UFV de 52,7% e respectiva projeção de fatura mensal a ser paga pelo consumidor.

TABELA 8 – Projeção mensal com UFV própria

| <b>Descrição da Operação</b>                                       | <b>Quantidade Faturada</b> | <b>Tarifa com Tributos em R\$</b> | <b>Valor Total da Operação em R\$</b> |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Consumo Ponta (kWh) – TUSD                                         | 4.342,897                  | 0,999353357                       | 4.340,09                              |
| Consumo Fora Ponta (KWh) - TUSD                                    | 34.792,319                 | 0,129246028                       | 4.496,77                              |
| Consumo Ponta (KWh) – TE                                           | 4.342,897                  | 0,630170923                       | 2.736,77                              |
| Consumo Fora Ponta (KWh) - TE                                      | 34.792,319                 | 0,392519161                       | 13.656,65                             |
| Demanda (kW) – TUSD                                                | 233,940                    | 13,04531077                       | 3.262,38                              |
| Parcela média do Investimento para payback de 5 anos e manutenção. | 5.000,00                   |                                   | 5.000,00                              |
| <b>Desembolso Total</b>                                            |                            |                                   | <b>33.492,65</b>                      |

Fonte: O Autor (2023)

#### 5.4 ALTERNATIVA 4 - COMPRA DE 80 MIL kWh MÊS DE USINA FOTOVOLTAICA ATRAVÉS DE GERAÇÃO COMPARTILHADA

A alternativa 4 para suprimento de energia, para um consumidor, é a compra de energia de um sistema de geração fotovoltaico no sistema de compensação de energia, através da modalidade de geração compartilhada, com as seguintes considerações:

- Investimento reduzido, uma vez que o consumidor adquire uma fração da UFV proporcional com sua necessidade de consumo e demanda de energia, e com isso os custos de instalação e manutenção são divididos entre todos os participantes, os quais são inferiores se comparados aos custos individuais envolvidos em uma UFV dedicada. Os participantes são consumidores que se unem através de uma cooperativa ou consórcio.
- Compensação de acordo com a Lei 14.300 e REN 1.059 da ANEEL ou no caso de empreendimento antigo, a REN 482/2012 da ANEEL.
- Ao contrário dos consumidores comuns, os participantes da associação podem comercializar o crédito de energia entre eles, de forma a ter um valor justo entre as partes envolvidas. Outra possibilidade é ter um único

participante fazendo o investimento total na construção da UFV para em seguida dividir cotas com maior flexibilidade entre os cooperados.

- Mesmo clientes do mercado cativo, podem gerar energia e reduzir seus custos.
- Em média, tem-se uma redução de 17% na tarifa de energia (COMERC, 2023).
- Bonificação para ESG pois a fonte de energia é renovável e não se verifica agressões a natureza e sociedade além de ajudar a poupar as matrizes hídricas de nosso país.

A TABELA 9 mostra os valores prevendo uma redução de 17% na tarifa de energia e respectiva projeção de fatura mensal a ser paga pelo consumidor.

TABELA 9 – Projeção para o mês junho de 2023 em geração compartilhada

| <b>Descrição da Operação</b>    | <b>Quantidade Faturada</b> | <b>Tarifa com Tributos em R\$</b> | <b>Valor Total da Operação em R\$</b> |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Consumo Ponta (kWh) – TUSD      | 8.181,600                  | 0,999353357                       | 9.175,66                              |
| Consumo Fora Ponta (KWh) - TUSD | 73.556,700                 | 0,129246028                       | 9.506,91                              |
| Demanda (kW) – TUSD             | 233,940                    | 13,9453525                        | 3.262,38                              |
| Consumo (kWh)                   | 81.738,300                 | 0,050722116                       | 4.145,94                              |
| <b>Total</b>                    |                            |                                   | <b>26.090,89</b>                      |

Fonte: O Autor (2023)

## 5.5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na TABELA 10 é apresentado um quadro resumo com a principais vantagens e desvantagens para cliente industriais que estão no ACL ou no ACR, como é o caso do caso de aplicação.



**TABELA 10 – QUADRO RESUMO DE VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS OPORTUNIDADES PARA CONSUMIDORES INDUSTRIAIS**

|               | VANTAGENS                                                                                                                                                  | DESVANTAGENS                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ALTERNATIVA 1 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sem investimento próprio</li> <li>- Fatura única com a concessionária local</li> </ul>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tarifas elevadas</li> <li>- Sem previsibilidade tarifária a longo prazo</li> </ul>                                                                                                                 |
| ALTERNATIVA 2 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sem investimento próprio</li> <li>- Tarifas reduzidas e previsíveis durante a vigência do contrato</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Possíveis Impactos ambientais e sociais</li> <li>- Necessidade de interação com a distribuidora local, comercializadora e CCEE</li> <li>- É necessário ter uma demanda mínima de 500 kW</li> </ul> |
| ALTERNATIVA 3 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fonte de energia 100% renovável</li> <li>- Gestão própria de seu consumo / geração de energia elétrica</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Investimento próprio</li> <li>- Retorno do investimento pode levar vários anos</li> <li>- Obsolescência tecnológica</li> </ul>                                                                     |
| ALTERNATIVA 4 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Baixo investimento</li> <li>- Maior Eficiência Energética</li> </ul>                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conflitos de interesses entre os participantes</li> <li>- Necessidade uma empresa externa gestora de energia</li> </ul>                                                                            |

Fonte: O Autor (2023)

## 6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Foram analisadas no transcorrer deste trabalho as principais regulações aplicáveis à geração distribuída do Brasil ao longo do tempo, em especial com a publicação da REN 482/2012 e suas mudanças até a recente publicação da Lei 14.300/2022 e regulamentada REN 1.059/23.

Verificou-se também as tendências de transição energética na comercialização de energia elétrica no mercado industrial, a qual está embasada nos pilares da Digitalização, Descarbonização e Descentralização.

Com o uso intenso da digitalização no controle e monitoramento do fluxo de carga e estabilidade da rede, tem-se melhoria na segurança de todos os processos operacionais da unidade consumidora, enquanto que com a geração através de fonte renovável, e em nosso caso, utilizamos como estudo uma UFV se reduz a emissão de CO<sub>2</sub> e impactos ambientais e se alinha aos princípios de ESG. E ainda com a Descentralização se reduz as perdas envolvidos no transporte energia elétrica, diminui drasticamente a necessidade de investimentos em infraestrutura, seja por agentes públicos e/ou privados e proporciona melhorias no ativo hídrico do SIN.

Após, foi analisado um caso de aplicação de um cliente industrial localizado na região de Santos, no estado de SP e atendido pela concessionária CPFL Piratininga. Foram avaliadas quatro alternativas, todas com vantagens e desvantagens, que foram resumidas na TABELA 10 e visam ajudar na tomada de decisão pela unidade consumidora (UC).

A Alternativa 1 é a permanência no ACR e seu alto custo da energia elétrica para a UC; a Alternativa 2 corresponde a migração para o mercado ACL, porém com a legislação em vigor e a demanda contratada inferior a 500kW esta alternativa não é permitida; a Alternativa 3 é instalar uma UFV de 80.000 KWh/na, com investimento em infraestrutura e sua manutenção, porém com retorno de investimento estimado em cinco anos. Esta é uma opção boa caso se tenha disponibilidade monetária e de área física e na Alternativa 4 foi sugerido a migração para o uso de geração descentralizada compartilhada oriunda de fonte renovável e assim não é necessário disponibilizar área física e recursos financeiros com a instalação da UFV e não apresenta impeditivo da legislação em vigor.

Para finalizar sugere-se como trabalhos futuros que possam ser apresentados análises quantitativas e exploratórias de cenários ainda não regulamentados no Brasil,

como por exemplo a compra direta entre um consumidor e um gerador, convencional ou renovável (GD).

## 7 REFERÊNCIAS

A Grid-Friendly Sustainable Neighborhood Energy Trading Mechanism for MV-LV Network, Aaron Liu, Member, IEEE, and Gerard Ledwich, Life Fellow, IEEE.

IEEE TRANSACTIONS ON SMART GRID, VOL. 12, NO. 3, MAY 2021 p 2239-2248

Market framework for local energy trading: a review of potential designs and market clearing approaches, Mohsen Khorasany<sup>1</sup>, Yateendra Mishra<sup>1</sup>, Gerard Ledwich<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>School of Electrical Engineering and Computer Science, Queensland University of Technology (QUT), 2 George Street, Brisbane, Australia. IET Gener. Transm. Distrib., 2018, Vol. 12 Iss. 22, pp. 5899-5908

Energy-Sharing Model With Price-Based Demand Response for Microgrids of Peer-to-Peer Prosumers, Nian Liu, Member, IEEE, Xinghuo Yu, Fellow, IEEE, Cheng Wang, Chaojie Li, Li Ma, and Jinyong Lei. IEEE TRANSACTIONS ON POWER SYSTEMS, VOL. 32, NO. 5, SEPTEMBER 2017 – p. 3569-3583

Base de Dados das Tarifas das Distribuidoras de Energia Elétrica. Disponível em: <https://portalrelatorios.aneel.gov.br/uznatarifa/basestarifas>. Acesso em: 01 jul. 2023

Tarifas CPFL Empresas – Piratininga. Disponível em: <https://www.cpfl.com.br/empresas/tarifas-cpfl-piratininga>. Acesso em: 01 jul. 2023

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – Inflação Acumulada em 12 meses. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=IPCA>. Acesso em: 10 jun. 2023

CCEE – Painel de Preços – Disponível em: <https://www.ccee.org.br/web/guest/precos/painel-precos>. Acesso em: 01 jul. 2023

COMERC – Tudo que você precisa saber sobre energia compartilhada. Disponível em: <https://panorama.comerc.com.br/geracao-distribuida-compartilhada>. Acesso em: 01 jul. 2023

EPE – Estimativa de Contribuição das usinas solares fotovoltaicas no atendimento à ponta. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-458/topico-665/GPL11%20-%203704.pdf#search=irradia%C3%A7%C3%A3o%20solar%20durante%20o%20dia>  
Acesso em: 01 jul. 2023