

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

EDUARDO ECKERT AGOSTINI

**ANÁLISE DE METODOLOGIA PARA DEFINIÇÃO DE
CONDIÇÕES CONTRATUAIS DE FORNECIMENTO NO
MERCADO LIVRE DE ENERGIA ELÉTRICA PARA
CONSUMIDORES DO SETOR AUTOMOTIVO**

Porto Alegre
2020

EDUARDO ECKERT AGOSTINI

**ANÁLISE DE METODOLOGIA PARA DEFINIÇÃO DE
CONDIÇÕES CONTRATUAIS DE FORNECIMENTO NO
MERCADO LIVRE DE ENERGIA ELÉTRICA PARA
CONSUMIDORES DO SETOR AUTOMOTIVO**

Projeto de Diplomação
apresentado ao Curso de Engenharia Elétrica
da Universidade Federal do Rio Grande do
Sul, como parte dos requisitos para Graduação
em Engenharia Elétrica.

ORIENTADORA: Prof.^a Dr.^a Gladis Bordin

Porto Alegre
2020

EDUARDO ECKERT AGOSTINI

**ANÁLISE DE METODOLOGIA PARA DEFINIÇÃO DE
CONDIÇÕES CONTRATUAIS DE FORNECIMENTO NO
MERCADO LIVRE DE ENERGIA ELÉTRICA PARA
CONSUMIDORES DO SETOR AUTOMOTIVO**

Este Projeto de Diplomação foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Elétrica e aprovado em sua forma final pela Orientadora e pela Banca Examinadora.

Prof.^a Dr.^a Gladis Bordin, UFRGS

Aprovado em: ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Gladis Bordin (Prof.^a Dr.^a) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Roberto Petry Homrich (Prof. Dr.) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Adriano Klein da Silva (Eng.) – Engie Consultoria e Gerenciamento de Energia

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, aos meus pais, Luciano Agostini e Lisandra Eckert Agostini, por me proporcionarem as oportunidades para que eu chegasse até aqui, sendo responsáveis por grande parte do que sou hoje.

Ao meu irmão, Lucas Eckert Agostini, pela amizade e companheirismo em nosso convívio diário.

À minha namorada, Gabriella Moraes Jungblut, por celebrar comigo minhas conquistas, mas também por permanecer ao meu lado me dando suporte nos momentos de dificuldade.

Aos professores do Departamento de Engenharia Elétrica pelos valiosos ensinamentos, em especial à Prof^{ta} Dr^a Gladis Bordin pela orientação e por me manter motivado na elaboração deste trabalho.

Aos colegas de curso, sem os quais as noites de estudos e projetos seriam ainda mais difíceis.

“O sucesso é ir de fracasso em fracasso sem perder entusiasmo”

(Winston Churchill)

RESUMO

No Mercado Livre de Energia Elétrica é comum o fechamento de contratos de longo prazo (período maior que um mês), a fim de mitigar os riscos provenientes das variações do preço de energia durante o ano. No início de cada mês são comparados o montante consumido com o montante contratado, buscando verificar se serão necessários contratos adicionais de curto prazo para equilibrar as contas.

As operações de curto prazo carregam um grande risco, pois os preços de energia são voláteis, acarretando em uma imprevisibilidade indesejada para o consumidor. Com isso, é desejável que o contrato seja compatível com as necessidades do consumidor e supra a integridade de seu consumo. Este Projeto de Diplomação tem como objetivo desenvolver uma metodologia e um modelo que possibilite definir as condições mais importantes de um contrato Contrato de Comercialização de Energia no Ambiente Livre (CCEAL) de forma adequada para consumidores do setor automotivo e avaliar para quais características de consumo o modelo é aplicável.

Palavras-chave: Contrato de comercialização de energia, Mercado livre de energia elétrica, setor automotivo.

ABSTRACT

In the Electricity Free Market it is common to close long term contracts (period longer than one month) in order to mitigate the risks arising from the variations in energy prices during the year. At the beginning of each month, the amount consumed is compared with the amount contracted, seeking to verify if additional short-term contracts will be necessary to balance the accounts.

Short-term operations carry a great risk because energy prices are volatile, leading to unpredictability for the consumer. With this, it is desirable that the contract is compatible with the needs of the consumer and supplies the integrity of their consumption. The objective of this Certification Project is to develop a methodology and a model that makes it possible to define the most important conditions of an Energy Commercialization Contract in the Free Environment (CCEAL) in a suitable way for consumers in the automotive sector and evaluate for which consumption characteristics the model is applicable.

Keywords: Energy commercialization contract, Free electricity market, automotive sector.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Contratos no ACL por período contratado (CCEE, 2014).	17
Figura 2 - Governança do Setor Elétrico (CCEE, 2018).	20
Figura 3 - Representatividade no ACL por Ramo de Atividade (CCEE, 2016).	22
Figura 4 - Energia Comercializada no MCP (CCEE, 2020).	26
Figura 5 - Apuração da insuficiência de lastro de energia (CCEE, 2020).	27
Figura 6 - Exemplo de Sazonalização de Volume Anual.	28
Figura 7 - Exemplo de Funcionamento da Flexibilização Mensal.	30
Figura 8 - PLD Mensal do Submercado Sudeste/Centro-Oeste de 2014 a 2019.	32
Figura 9 - Comparação Entre Consumos de 2017 e 2018 do Consumidor 5.	42
Figura 10 - Comparação Entre Contrato e Consumo do Consumidor 5.	43
Figura 11 - Comparação Entre Contrato e Consumo do Consumidor 4.	43
Figura 12 - Comparação Entre Contrato e Consumo do Consumidor 6.	44
Figura 13 - Comparação Entre Consumos Mensais do Consumidor 6.	45
Figura 14 - Comparação Entre Contrato e Consumo do Consumidor 22.	45
Figura 15 - Comparação Entre Consumos de 2017 e 2018 do Consumidor 9.	46
Figura 16 - Comparação Entre Contrato e Consumo do Consumidor 9.	47
Figura 17 - Comparação Entre Consumos Mensais do Consumidor 18.	48
Figura 18 - Comparação Entre Contrato e Consumo do Consumidor 20.	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACL	Ambiente de Contratação Livre
ACR	Ambiente de Contratação Regulado
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CCEAL	Contrato de Comercialização de Energia no Ambiente Livre
CCEAR	Contrato de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CCER	Contrato de Compra de Energia Regulada
CUSD	Contrato de Uso do Sistema de Distribuição
MCP	Mercado de Curto Prazo
PLD	Preço de Liquidação das Diferenças
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas
SEB	Sistema Elétrico Brasileiro
SIN	Sistema Interligado Nacional

SUMÁRIO

1. Introdução	14
1.1. Motivação	14
1.2. Caracterização do Problema	15
1.3. Objetivos	16
1.4. Solução Proposta	16
1.5. Revisão bibliográfica	18
2. O Mercado Livre de Energia Elétrica	24
2.1. Considerações Sobre o ACL	24
2.2. Contrato de Comercialização de Energia Elétrica no Ambiente Livre	27
2.3. Avaliação do Risco de Exposição Aos Preços de Curto Prazo	30
3. Definição de Contrato de Comercialização de Energia Elétrica no Ambiente Livre	33
3.1. Modelo Proposto	33
3.2. Resultados Obtidos	38
4. Conclusões	49
Referências	51
Anexo A - Dados Mensais de Consumo em [MWh]	53

1 INTRODUÇÃO

1.1 MOTIVAÇÃO

Cada vez mais, consumidores do Ambiente de Contratação Regulado (ACR) estão migrando para o Ambiente de Contratação Livre (ACL), ficando responsáveis por sua própria contratação de energia diretamente com comercializadores. Assim, para que se fechem Contratos de Comercialização de Energia em Ambiente Livre de Contratação (CCEAL) de prazos mais longos (período maior que um mês), também se faz necessária uma previsão de consumo e uma adequação dos montantes contratados a esta previsão.

Normalmente, nos contratos de fornecimento de energia, não é acordado um valor fixo de energia, mas sim um valor médio anual sobre o qual são aplicados alguns ajustes definidos no contrato, dentre esses a sazonalização e a flexibilidade. Estes ajustes são definidos com o intuito de evitar que variações no consumo previsto tornem o contrato incompatível com a curva de carga do consumidor. Caso o contrato não atenda o consumo mensal, o consumidor deve comprar, vender ou liquidar na Liquidação Financeira da CCEE (Câmara de Comercialização de Energia Elétrica) a diferença entre o montante consumido e o fornecido pelo contratado. Como estas operações de curto prazo são realizadas a preços muito voláteis, é desejável que um contrato CCEAL atenda a todas as necessidades do consumidor.

Cada contratação de energia tem suas peculiaridades, porém consumidores com curvas de carga semelhantes necessitam de condições contratuais semelhantes. Mesmo assim, como a definição das condições de contrato não é um processo padronizado, análises diferentes para um mesmo consumidor podem divergir devido à metodologia utilizada.

Cada vez mais empresas migram para o mercado livre e, portanto, faz-se necessário o desenvolvimento de uma metodologia que oriente a contratação de energia. Atualmente, as referências neste tema são escassas, o que dificulta a atuação de profissionais da área, que são obrigados a se basear em suposições próprias e métodos nunca testados ou pouco fundamentados. Visto isso, este Projeto de Diplomação objetiva desenvolver uma metodologia e um modelo para definir as condições de contrato adequadas de um contrato do tipo CCEAL de forma padronizada e fundamentada, avaliando o funcionamento da metodologia em um grupo de consumidores do setor automotivo.

Assim, são avaliadas as curvas de carga dos consumidores estudados a fim de distinguir quais as características necessárias em um consumidor para que o modelo proposto possa ser aplicado obtendo-se bons resultados.

1.2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Com um complexo conjunto de parâmetros a ser definido em uma contratação de energia, mesmo especialistas no ramo podem encontrar dificuldades na escolha das condições de contrato. O sucesso da estratégia definida depende da previsão da curva de carga, porém existem poucos estudos sobre o tema. A inexistência de um modelo padronizado para o cálculo dos valores de contrato faz com que sejam utilizadas metodologias sem fundamentação teórica, podendo distanciar os valores dos mais adequados. Um processo padrão pode não só ser replicado em novas análises, como também pode servir de base comparativa para as mesmas.

É comum nos CCEAL a inclusão de cláusulas que flexibilizam os volumes de energia contratados. Do ponto de vista do consumidor, um contrato que se ajuste às variações de consumo que ocorrem durante o ano é algo extremamente desejável, visto que qualquer divergência entre o volume contratado e o volume consumido deixa o consumidor exposto à volatilidade dos preços no curto prazo. A situação ideal para o contratante seria um contrato em que fosse sempre faturado o volume consumido, independente da variação entre o consumo planejado e o consumo real. Porém, um contrato que atenda a carga independente de suas variações representa um risco altíssimo para o fornecedor, uma vez que se torna muito difícil prever o volume que deverá ser fornecido. Assim como o consumidor, o comercializador de energia deve contratar energia, a diferença é que o primeiro contrata para consumir, enquanto o segundo contrata para revender a energia. Por este motivo, um CCEAL padrão prevê um limite de variação do volume de fornecimento. Com isso em mente, é comum que o aumento desses limites seja precificado, aumentando o preço do contrato.

O presente trabalho não pretende avaliar a precificação das condições de contrato, porém parte-se do princípio de que quanto mais previsível for o volume de energia a ser fornecido por um contrato, a menos riscos estará exposto o vendedor, portanto o prêmio de risco – obtido através de incremento de preço – requerido pelo fornecedor será menor. Por outro lado, quanto mais flexível for o contrato, mais amparado estará o consumidor em caso de imprevistos que afetam seu consumo de energia. Assim, deve-se buscar um equilíbrio que alie redução de custos e segurança em um contrato de energia. Outra premissa utilizada nas análises é a aversão a risco, sendo considerados adequados apenas os contratos em que o consumo é totalmente coberto, não havendo nem sobra e nem falta de energia após o cumprimento das obrigações contratuais. Desta forma, busca-se definir o menor limite de

variação que atenda um consumidor considerando a variabilidade de sua curva de carga, mantendo o contrato adequado, mas evitando que haja aumento de preço sem necessidade.

1.3 OBJETIVOS

- Estudo das características de um contrato de fornecimento no Mercado Livre de Energia Elétrica;
- Avaliação de risco da exposição de um consumidor aos preços de curto prazo.
- Desenvolvimento de um modelo padronizado para definição dos percentuais de flexibilidade e sazonalização adequados a um grupo de consumidores do setor automotivo com características específicas;
- Distinção das características necessárias de um consumidor para que o modelo funcione adequadamente.

1.4 SOLUÇÃO PROPOSTA

Analisar o consumo de energia elétrica de consumidores que contratam sua energia no mercado livre de energia brasileiro e utilizar dados de um período de 36 meses, compreendendo os anos de 2017 a 2019. Os primeiros 24 meses (2017 e 2018) são utilizados para análise e obtenção de resultados, enquanto os últimos 12 meses (2019) servem para validação dos resultados obtidos.

Utilizando os períodos de 2017 e 2018 e comparando-os entre si, são definidas as condições para um contrato com duração de um ano. O contrato anual foi escolhido por ser um período comumente utilizado nos contratos do mercado livre. O ciclo de um ano é um intervalo de tempo muito adequado, pois o comportamento de vários fatores considerados no contrato tem uma tendência a se repetir anualmente, como, por exemplo, o consumo e os preços de energia elétrica. Essa repetibilidade também permite que sejam fechados contratos de períodos maiores múltiplos de 12 meses, aproveitando a semelhança entre os anos para manter as condições contratuais inalteradas. De acordo com a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica, em 2014 a maior parte dos contratos no ACL tinham duração maior que 4

anos, sendo 92% dos contratos com períodos de 1 ano ou maior. A Figura 1 ilustra o aqui descrito.

Figura 1 - Contratos no ACL por período contratado (CCEE, 2014).



As condições que se busca definir são a flexibilidade e a sazonalização, sendo que ambas são expressas em percentual e representam uma possibilidade de variação do consumo mensal sem que o contrato deixe de atender o consumidor.

Nos contratos de energia é comum expressar os volumes de energia em uma unidade chamada *MegaWatt Médio* (MW-médio). O volume em MW-médio é obtido através da divisão do volume em MWh pela quantidade de horas do período, conforme Equação (1). A utilização desta unidade permite uma melhor comparação entre volumes associados a períodos de duração diferentes.

$$Volume (MW - médio) = \frac{Volume (MWh)}{N^{\circ} de Horas} \quad (1)$$

A sazonalização é a variação mensal permitida em relação à energia contratada em MW-médio, sendo que o volume anual deve ser mantido, ou seja, o aumento da energia contratada em um mês requer a diminuição da energia contratada em outro mês quando comparados estes volumes à distribuição uniforme de energia entre os meses (mesmo volume em MW-médio para cada mês). Esta distribuição uniforme de energia entre os meses também é denominada distribuição *flat*. Destaca-se que a distribuição *flat* não significa que os volumes em MWh são iguais para cada mês, uma vez que cada mês tem um número de dias distinto. Esta condição permite que, no ano anterior ao de fornecimento, seja definida uma curva de

energia contratada para cada mês que esteja adequada à previsão de consumo de cada consumidor.

A flexibilidade é a variação permitida sobre o volume mensal após sazonalização, também chamado de volume sazonalizado. A cada mês é realizada a comparação entre consumo mensal e energia contratada, garantindo o fornecimento da energia consumida desde que se respeitem os limites de flexibilidade contratados. Propõe-se chegar a estas conclusões comparando os consumos mensais do ano de 2017 com os do ano de 2018.

Idealmente, o modelo se aplicaria a qualquer consumidor, porém a proposta é de que se utilize um modelo simplificado que sirva de base para futuros estudos. Desse modo, não se espera que o modelo se aplique para todos os consumidores, uma vez que muitos consumidores podem requerer uma análise mais aprofundada que leve em conta suas características específicas. São discutidas as limitações de generalização do modelo, aplicando-o a um grupo de consumidores do setor automotivo e avaliando quais as características comuns entre os consumidores para os quais a simplificação é possível. Da mesma forma, são discutidas as características que impossibilitam o funcionamento do modelo para os consumidores que as contêm.

1.5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O Sistema Elétrico Brasileiro (SEB) já passou por diversas reestruturações, buscando sempre reparar as falhas do sistema anterior. Pode-se dizer que a última reestruturação ocorreu no fim do século XX.

“Em meados da década de 1990, foi iniciada uma reestruturação do setor elétrico, após ser notada a estagnação e ineficiência devido à falta de competição neste. O sistema era dito verticalizado, onde estatais eram responsáveis pela geração, transmissão e distribuição de energia para os consumidores. Para essa reforma, baseou-se no consenso político-econômico do ‘estado regulador’, o qual deveria organizar e direcionar as políticas de desenvolvimento do setor, além de regulá-lo” (FARAGE RIZKALLA, 2018).

“Já em 2001, com a crise energética que culminou em um racionamento de energia, o setor mostrou novamente sua fragilidade, o que resultou em novos estudos para tentar revitalizar e aperfeiçoar o modelo vigente. Estudiosos atribuem o racionamento à falta de um efetivo planejamento e um eficaz monitoramento centralizado” (FARAGE RIZKALLA, 2018).

“Finalmente, em 2004, o Governo Federal lançou as bases de um novo modelo para o SEB, sustentado pelas Leis nº 10.847/04, 10.848/04 e pelo Decreto nº 5.163/04, visando garantir a segurança do suprimento de energia, promover a modicidade tarifária e a inserção social” (FARAGE RIZKALLA, 2018).

“De forma resumida, pode-se apontar algumas características importantes que diferem o atual modelo do anterior, como:

- desverticalização do setor (atividades de geração, transmissão e distribuição segregadas);
- planejamento, regulação e operação centralizados;
- concorrência na atividade de geração, por meio de leilões;
- livre negociação entre geradores, comercializadores e consumidores livres;
- separação dos preços da energia e de seu transporte;
- preços distintos por área de concessão (substituindo a antiga equalização tarifária);
- atuação de empresas públicas e privadas” (FARAGE RIZKALLA, 2018).

“Para que todas essas mudanças surtisserem efeito de forma efetiva, algumas importantes alterações ocorreram. A autonomia do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) foi ampliada, assim como a atuação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e do Conselho Nacional de Políticas Energéticas (CNPE) foram priorizadas” (FARAGE RIZKALLA, 2018).

Além disso, foram criadas três novas instituições: a Empresa de Pesquisa Energéticas (EPE), o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE) e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE)” (FARAGE RIZKALLA, 2018).

“O SEB é estruturado por instituições responsáveis por estabelecer as diretrizes e coordenar seu funcionamento, conforme competências indicadas abaixo:

- CNPE: Define a política energética do país, com o objetivo de assegurar a estabilidade do suprimento energético.
- MME: Responsável pelo planejamento, gestão e desenvolvimento da legislação do setor, bem como pela supervisão e controle da execução das políticas direcionadas ao desenvolvimento energético do país.

- EPE: Realiza o planejamento da expansão da geração e transmissão, a serviço do MME, e dá suporte técnico para a realização de leilões.
- CMSE: Supervisiona a continuidade e a confiabilidade do suprimento elétrico.
- ANEEL: Regula e fiscaliza a geração, transmissão, distribuição e comercialização de eletricidade. Define as tarifas de transporte e consumo, e assegura o equilíbrio econômico-financeiro das concessões.
- ONS: Controla a operação do Sistema Interligado Nacional (SIN) de modo a otimizar os recursos energéticos.
- CCEE: Administra as transações do mercado de energia e realiza os leilões oficiais.” (CCEE, 2018).

A Figura 2 ilustra a estrutura de governança do SEB.

Figura 2 - Governança do Setor Elétrico (CCEE, 2018).



Os sistemas de geração, transmissão e distribuição de todo o território brasileiro são, em sua maioria, interligados entre si, com exceção de alguns sistemas isolados em algumas regiões do país. A esse complexo sistema é dado o nome de Sistema Interligado Nacional, ou somente SIN. Ele é dividido em submercados, “divisões do SIN para as quais são estabelecidos PLDs específicos e cujas fronteiras são definidas em razão da presença e duração de restrições relevantes de transmissão aos fluxos de energia elétrica no SIN” (ANEEL, 2020). Atualmente existem quatro submercados: Nordeste, Norte, Sudeste/Centro-Oeste e Sul.

A estrutura de comercialização do setor elétrico divide-o em dois ambientes, os já mencionados ACL e ACR.

- Ambiente de Contratação Regulado (ACR): “Neste ambiente estão presentes os agentes geradores, as distribuidoras e os consumidores ditos “cativos”. Como o próprio nome diz, neste âmbito, a contratação de energia é regulada, evitando assim, a formação de preços abusivos por parte das concessionárias de distribuição. De forma a garantir a expansão da oferta, o governo impõe a contratação, por parte das distribuidoras, de sua demanda projetada de forma antecipada e integral. A contratação é realizada por meio de leilões de energia, onde são celebrados contratos bilaterais entre agentes geradores e distribuidores, sendo vencedor do leilão aqueles que oferecerem o menor preço de venda em reais por megawatt-hora (R\$/MWh). Os consumidores cativos pagam uma tarifa de energia fixa, pré-estabelecida e regulada pela ANEEL no início de cada ano, variável por distribuidora e independentemente do seu consumo.” (TOLMASQUIM, 2015).
- Ambiente de Contratação Livre (ACL): “Já no ACL, fazem parte os agentes geradores, comercializadores e os consumidores ditos “livres”. Neste ambiente, preços, prazos de concessão e montantes de energia podem ser livremente negociados entre os agentes envolvidos, sendo os contratos e transações obrigados a serem registrados no CCEE.
Os consumidores que participam desse ambiente se expõem ao mercado livre de energia. No caso de não atingir ou ultrapassar a quantidade de energia contratada, é necessário que seja vendida ou comprada essa diferença. Para essa comercialização, há um preço diferenciado chamado Preço de Liquidação das Diferenças (PLD). O PLD é calculado semanalmente pelo CCEE, para cada submercado e para cada nível de carga do sistema, a partir de modelos desenvolvidos pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL) e que também são utilizados pelo ONS. No início de cada ano, a ANEEL divulga um piso (valor mínimo) e um teto (valor máximo) para o PLD.” (TOLMASQUIM, 2015).

Conforme dados da CCEE de junho de 2018, o setor automotivo, categorizado na Figura 3 como “veículos”, representa 4,4% do consumo do ACL, o que demonstra que existe

um número elevado de consumidores deste ramo. Considerando ainda sua sazonalidade de consumo consistente, ele se tornou um bom candidato para a generalização.

Figura 3 - Representatividade no ACL por Ramo de Atividade (CCEE, 2016).

Ramo de Atividade	Rep (%)
COMÉRCIO	4,1%
SERVIÇOS	5,8%
SANEAMENTO	1,3%
ALIMENTÍCIOS	9,1%
TELECOMUNICAÇÕES	1,0%
MANUFATURADOS DIVERSOS	7,6%
TÊXTEIS	3,1%
VEÍCULOS	4,4%
BEBIDAS	1,2%
MADEIRA, PAPEL E CELULOSE	6,8%
MINERAIS NÃO-METÁLICOS	9,8%
EXTRAÇÃO DE MINERAIS METÁLICOS	7,9%
METALURGIA E PRODUTOS DE METAL	25,8%
QUÍMICOS	11,2%
TRANSPORTE	1,1%

Segundo dados de 2019 divulgados pela ABRACEEL, “O consumidor do mercado livre de energia elétrica já economizou R\$ 195 bilhões, nos últimos 21 anos”, o que demonstra o gigantesco potencial de economia para um consumidor que migra para o ACL. Considerando esses dados, o presente projeto visa fornecer uma base para os consumidores do setor automotivo que já migraram ou têm intenção de migrar para o ACL, de forma que estes possam economizar e mitigar riscos, através de uma contratação adequada ao seu perfil de consumo.

2 O MERCADO LIVRE DE ENERGIA ELÉTRICA

2.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ACL

A maior parte dos consumidores está mais familiarizada com o ambiente regulado, também conhecido como Mercado Cativo de Energia Elétrica. Um consumidor do Mercado Cativo não contrata a própria energia, mas a tem repassada pela distribuidora local. A conhecida “conta de luz” paga à distribuidora agrupa todos os custos com energia elétrica, incluindo a própria energia, os custos de transporte da mesma (transmissão e distribuição) e encargos do setor elétrico. Apesar de pagar um valor que remunera os agentes de geração, transmissão e distribuição, o consumidor do ACL tem contato apenas com o agente de distribuição, ficando este responsável pela contratação de energia para todos os consumidores aos quais repassará energia.

Desta forma, considerando um consumidor do Grupo A, ou seja, um consumidor atendido em tensão superior a 2,3 kV, existem dois contratos firmados entre o consumidor e a distribuidora: o Contrato de Uso do Sistema de Distribuição (CUSD) e, se cabível, o Contrato de Compra de Energia Regulada (CCER). Segundo a ANEEL, o CUSD é um “Contrato celebrado entre a permissionária e um usuário ou entre aquela e sua supridora, estabelecendo as condições gerais do serviço a ser prestado, os montantes de uso contratados por ponto de conexão, bem como as condições técnicas e comerciais a serem observadas para o uso do sistema de distribuição”. O CCER estabelece as condições do repasse de energia adquirida pela distribuidora através de leilão, porém não é necessário para consumidores não elegíveis para migração ao ACL, podendo um consumidor ter apenas um contrato CUSD.

As distribuidoras, por sua parte, compram energia em leilões regulados pela ANEEL através do Contrato de Comercialização de Energia Elétrica no Ambiente Regulado (CCEAR). Esses contratos têm preços regulados e sua energia é apenas repassada aos consumidores do ACL, de modo que a distribuidora não obtenha nenhum lucro sobre este repasse. Segundo a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE, 2020), “O Contrato de Comercialização de Energia Elétrica no Ambiente Regulado (CCEAR) é um contrato bilateral de compra e venda de energia elétrica e respectiva potência associada, celebrado entre o agente vendedor e o agente de distribuição no âmbito do Ambiente de Contratação Regulada (ACR), como decorrência dos leilões de energia elétrica proveniente de empreendimentos de geração existentes e de novos empreendimentos. Os CCEARs são

especificados por meio dos editais publicados para cada leilão, contendo cláusulas e condições fixas, que não são passíveis de alteração pelos agentes.”

Atualmente, para que um consumidor possa migrar para o ACL individualmente, é necessária uma demanda contratada maior que 500 kW. O consumidor que tiver demanda maior que 500 kW e, mesmo assim, estiver no ACR é denominado consumidor potencialmente livre, necessitando este firmar, além do CUSD, o CCER com a distribuidora. Apesar disso, um consumidor com demanda contratada menor que 500 kW ainda tem a possibilidade de migrar para o ACL através de uma comunhão de interesses, na qual um grupo de dois ou mais consumidores, cujas demandas contratadas somadas resultam em valor maior ou igual a 500 kW, realizam uma migração conjunta para atender aos requisitos mínimos.

Existem dois tipos de comunhão de interesses: a comunhão de direito e a comunhão de fato. A comunhão de direito é resultado da reunião de unidades consumidoras que compartilham a mesma raiz de CNPJ, podendo estas estarem distantes umas das outras, desde que estejam localizadas no mesmo Submercado. A comunhão de fato não exige que as unidades consumidoras que a compõem compartilhem a mesma raiz de CNPJ, mas que as mesmas estejam localizadas em áreas contíguas, ou seja, construídas sobre terrenos adjacentes.

Entre os consumidores do ACL ainda existem limitações devido à demanda contratada. Atualmente, consumidores com demanda contratada abaixo de 2.000 kW são classificados como consumidores especiais e só podem fechar contratos de energia incentivada, ou seja, “energia produzida por meio de fontes alternativas (PCHs, eólica, biomassa, solar, etc.)” (CCEE, 2016). Acima desta demanda, os consumidores são classificados como consumidores livres e podem contratar qualquer tipo de energia disponível no mercado. No caso de comunhão, os consumidores são sempre especiais, independente do somatório das demandas contratadas.

Após migração para o ACL, o consumidor se torna um agente consumidor associado à CCEE e fica responsável pela própria contratação de energia, devendo buscar a igualdade entre o volume de energia contratado e o volume consumido. Apesar disso, não é obrigatório que esses volumes sejam iguais, uma vez que a CCEE realiza mensalmente uma contabilização na qual são apuradas estas diferenças. Segundo a CCEE, “A contabilização envolve o cálculo da diferença entre a energia medida e a contratada por agente, valorada ao Preço de Liquidação das Diferenças (PLD) para efeito de liquidação financeira na CCEE”. Em outras palavras, também segundo a Câmara, “A CCEE contabiliza as diferenças entre o

que foi produzido ou consumido e o que foi contratado, mediante consideração dos contratos e dos dados de medição registrados. As diferenças positivas ou negativas apuradas para cada agente da CCEE são valoradas ao Preço de Liquidação das Diferenças (PLD), determinado por período de comercialização e para cada submercado”. As diferenças apuradas são negociadas em um ambiente chamado Mercado de Curto Prazo (MCP). O funcionamento do mecanismo de contabilização e do MCP é ilustrado na Figura 4.

Figura 4 - Energia Comercializada no MCP (CCEE, 2020).

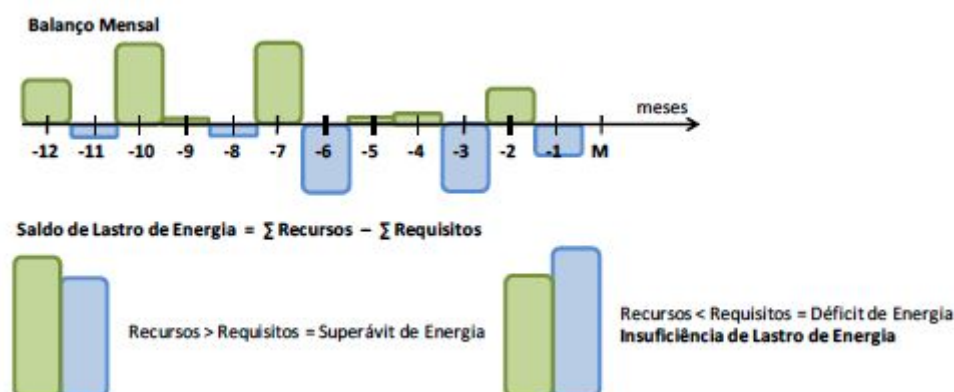


Após a contabilização, os créditos ou débitos são liquidados na Liquidação Financeira da CCEE, na qual os agentes credores recebem seus créditos e os agentes devedores são cobrados por seus débitos. Com isso, pode-se concluir que um contrato adequado não seria tão importante, porém alguns fatores devem ser considerados: o risco e o lastro de energia.

A energia liquidada no MCP é valorada ao PLD, portanto carrega os mesmos riscos de uma exposição ao mercado, sendo possível que o consumidor tenha suas sobras valoradas a preços muito baixos ou seus consumos excedentes valorados a preços muito altos. Obviamente, também existe a possibilidade de que a exposição aos preços de curto prazo resulte em economia ou ganho financeiro para o consumidor, mas a volatilidade do PLD coloca os consumidores nesta posição em risco.

Além disso, existe ainda o conceito de lastro de energia, cuja insuficiência pode gerar penalidade para o agente. O lastro é apurado mensalmente pela CCEE e corresponde à diferença entre os recursos (energia contratada) e os requisitos (energia consumida) do agente. Dessa forma, todo mês é feito um balanço que verifica esta diferença, sendo o lastro de energia a soma móvel dos balanços dos últimos 12 meses. Caso haja insuficiência de lastro (requisito maior que recurso dos últimos 12 meses), a CCEE prevê uma penalidade para o agente. A Figura 5 ilustra este processo.

Figura 5 - Apuração da insuficiência de lastro de energia (CCEE, 2020).



As distribuidoras de energia elétrica são, assim como os consumidores do Mercado Livre, agentes da CCEE. A diferença é que a distribuidora compra energia através de leilões, firmando contratos CCEAR com agentes geradores e apenas repassa energia, enquanto um consumidor do ACL firma contratos CCEAL com agentes comercializadores, contratando energia para consumo próprio. Como o foco deste trabalho é os consumidores do ACL, a próxima seção trata do CCEAL e de suas particularidades.

2.2 CONTRATO DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO AMBIENTE LIVRE

Segundo a CCEE, “os Contratos de Comercialização de Energia no Ambiente de Contratação Livre resultam da livre negociação entre os agentes, respeitada a legislação/regulamentação vigente, sem a interferência da CCEE.”. Assim, o CCEAL é um contrato mais flexível quando comparado aos contratos CUSD, CCER e CCEAR, no qual podem ser negociadas condições diferenciadas, desde que acordadas entre as partes que o celebram.

Apesar desta liberdade, existem algumas Cláusulas que são padrão na maioria dos contratos. A Associação Brasileira de Comercializadores de Energia Elétrica (ABRACEEL) disponibiliza um modelo de CCEAL padrão, com a denominação “Condições Gerais ABRACEEL para Contratação de Compra e Venda de Energia Elétrica (V1.2)”. O ANEXO 2 deste documento é um modelo de “Acordo Comercial de Compra e Venda de Energia Elétrica” e contém as principais condições da compra/venda acordadas entre as partes. Dentre estas condições, estão o tipo de energia elétrica contratada, ponto de entrega, cronograma de entrega, preço e quantidade contratada, na qual é especificado um montante de energia

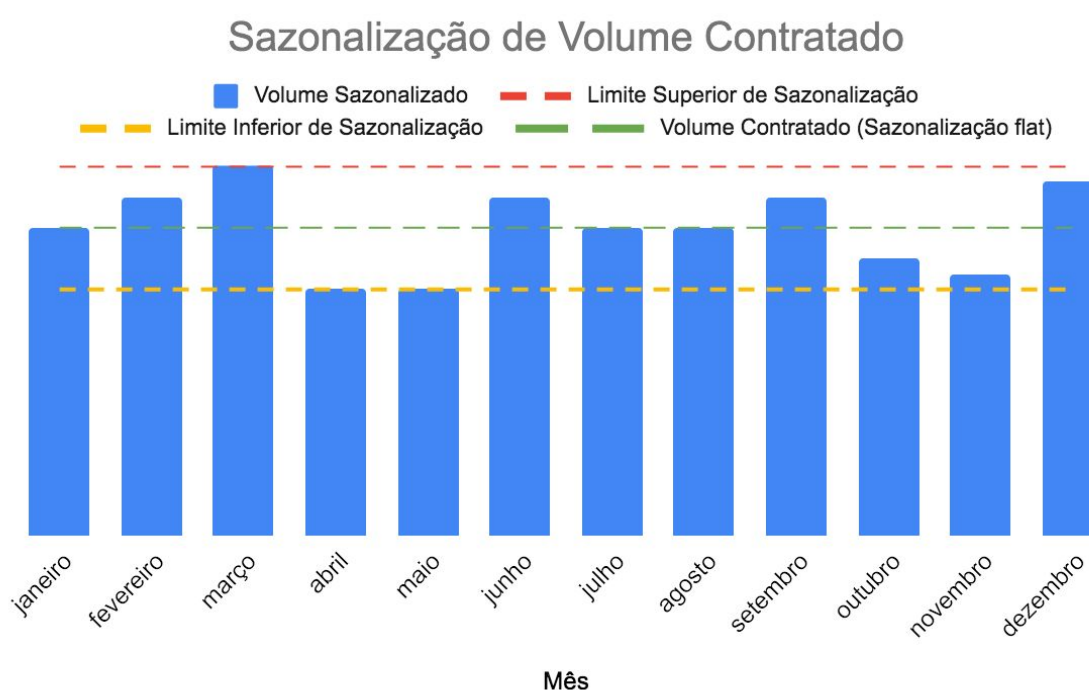
mensal, o tipo de modulação, a sazonalização e a flexibilidade mensal. O presente trabalho tem como objetivo desenvolver um modelo para definir o montante e os percentuais de sazonalização e flexibilidade mensal.

O percentual de sazonalização é um fator aplicado ao montante contratado que limita as variações possíveis na definição da quantidade mensal de energia elétrica do contrato. Em data pré-estabelecida do ano anterior ao de fornecimento, o comprador deve informar ao vendedor um volume para cada mês, desde que respeite duas regras:

- Todos os volumes mensais devem estar contidos no intervalo entre os limites de sazonalização superior e inferior. Os limites de sazonalização aqui citados correspondem aos volumes mensais da distribuição *flat* acrescidos (limite superior) ou diminuídos (limite inferior) do percentual de sazonalização;
- A soma dos volumes mensais da curva de sazonalização deve ser igual ao volume anual contratado, ambos os valores em MWh.

Dessa forma, é possível ajustar o fornecimento às sazonalidades do consumo do comprador. A Figura 6 ilustra o funcionamento da sazonalização.

Figura 6 - Exemplo de Sazonalização de Volume Anual.

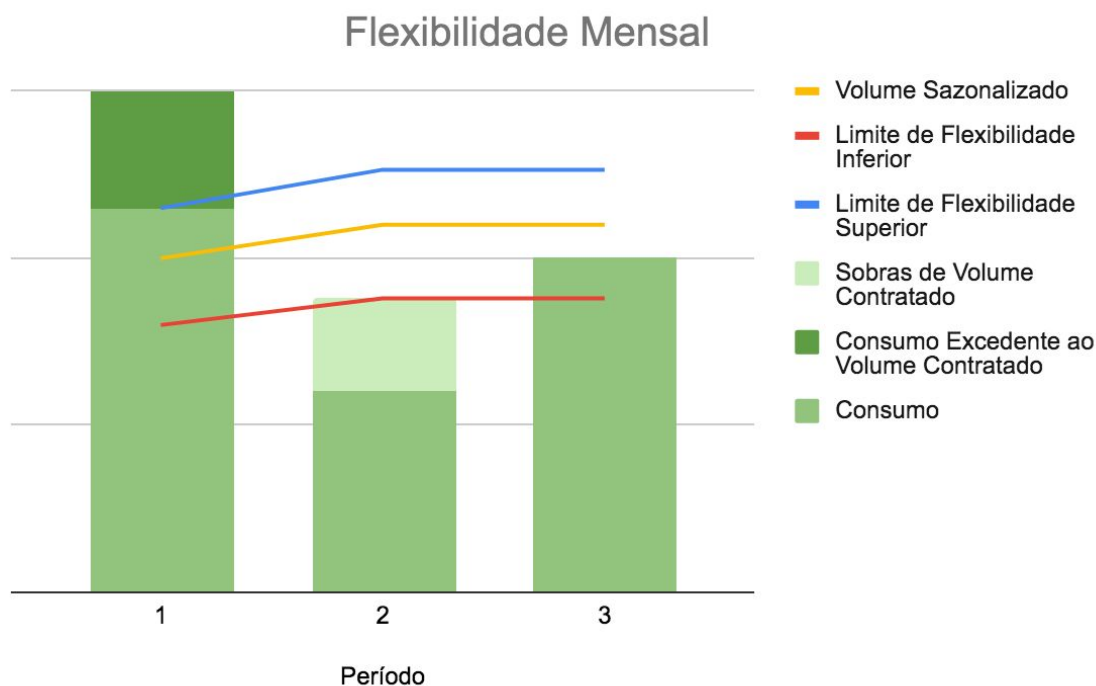


Mesmo ajustando a curva de contratação mensal às variações esperadas, não é trivial estimar com exatidão a energia que será consumida. Para aumentar as chances de que o contrato seja adequado ao consumo, pode-se ainda estabelecer um percentual de flexibilidade mensal. Nesta condição, o fornecedor compromete-se a entregar a energia consumida, desde que ela seja menor que o volume sazonalizado acrescido do percentual de flexibilidade superior e maior que o volume sazonalizado subtraído do percentual de flexibilidade inferior.

Se a energia consumida for maior que o limite de flexibilidade superior, o mesmo será faturado, não sendo garantido o volume além deste limite. Neste caso, o comprador poderá ir a mercado para contratar a energia restante ou negociar o volume adicional com o próprio fornecedor de longo prazo, porém não há nenhuma obrigação de manter o preço de contrato. Se a energia consumida for menor que o limite de flexibilidade inferior, o mesmo será faturado, havendo uma sobra de energia no mês, já que o consumidor é contratualmente obrigado a adquirir um volume de que não necessita. Por esta razão, o limite inferior de flexibilidade também é chamado de *take-or-pay*, do inglês “leve ou pague”, visto que deve-se pagar pela energia adquirida utilizando-a ou não. Vale ressaltar que o consumidor não é obrigado a vender suas sobras ou comprar o volume faltante para suprir seu consumo, uma vez que esses ajustes serão feitos no Mercado de Curto Prazo, resultando em crédito ou débito na Liquidação Financeira da CCEE.

A Figura 7 exemplifica o funcionamento da flexibilidade mensal. No período 1, o volume consumido excedeu a flexibilidade superior, havendo um volume excedente não coberto pelo contrato. No período 2, o volume consumido ficou abaixo da flexibilidade inferior, havendo assim uma parcela do volume contratado que não será consumida, mas pela qual se deve pagar da mesma forma. O período 3 é a situação ideal, na qual se evita riscos, uma vez que o consumo entre os limites de flexibilidade significa que será fornecida somente a energia necessária, ou seja, a energia consumida.

Figura 7 - Exemplo de Funcionamento da Flexibilização Mensal.



2.3 AVALIAÇÃO DO RISCO DE EXPOSIÇÃO AOS PREÇOS DE CURTO PRAZO

Buscando demonstrar o alto risco a que está sujeito um consumidor exposto aos preços do curto prazo, foi realizada uma análise do histórico de PLD nos submercados do SIN. Para isso foram coletados os preços mensais fechados para cada mês de 2004 a 2019, de forma que os valores pudessem ser comparados entre si para quantificar o risco que um contrato mal dimensionado pode proporcionar.

Como o intervalo de dados coletados é extenso, a comparação entre os valores seria distorcida devido à inflação, uma vez que a inflação medida pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), acumulada entre 01/01/2004 e 01/12/2019 foi de 235,92%. Para corrigir esta distorção, os preços foram todos reajustados pelo IPCA para 01/12/2019, assim o efeito da inflação é retirado da análise. O reajuste dos preços é feito conforme Equação (2).

$$PLD_{01/12/2019} = \frac{IPCA_{01/12/2019}}{IPCA_i} \times PLD_i \quad (2)$$

Onde $PLD_{01/12/2019}$ e $IPCA_{01/12/2019}$ são, respectivamente, o PLD mensal fechado e o índice IPCA disponíveis em 01/12/2019 e $IPCA_i$ e PLD_i são, respectivamente, o PLD mensal fechado e o índice IPCA disponíveis no primeiro dia do mês, cujo preço se quer ajustar pela inflação.

Como a matriz de geração de energia no Brasil sempre foi em grande parte composta por usinas hidrelétricas, o modelo utilizado para definir o PLD se baseia fortemente em dados hidrológicos, portanto o PLD está altamente relacionado às chuvas. Como o padrão de chuvas tende a se repetir anualmente no Brasil, havendo uma clara distinção entre período úmido e seco, espera-se que o PLD siga um padrão de periodicidade anual, ou seja, o preço de hoje deve estar em patamares parecidos com os de 12 meses atrás. Partindo deste pressuposto, pode-se afirmar que o PLD de um determinado mês tende à média dos PLDs dos meses correspondentes nos anos anteriores.

Para quantificar o risco que um consumidor está sujeito ao ficar exposto aos preços de curto prazo, diretamente relacionados ao PLD, foram comparados os desvios médios dos preços com suas médias por mês e submercado, sendo ambos os indicadores referentes ao período compreendido entre janeiro de 2004 e dezembro de 2019. O Quadro 1 expõe estes valores.

Quadro 1 - Médias e Desvios Médios por Mês e Submercado.

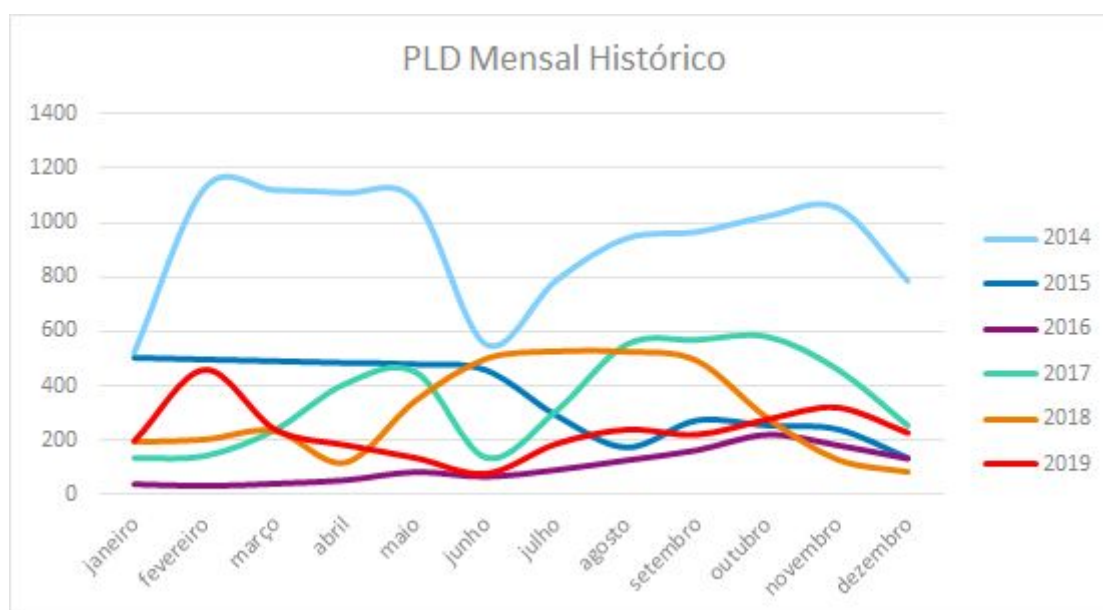
	Sudeste/Centro-Oeste		Sul		Nordeste		Norte	
	Média	Desvio Médio	Média	Desvio Médio	Média	Desvio Médio	Média	Desvio Médio
Janeiro	226,28	211,43	226,61	211,27	276,11	247,89	212,81	215,09
Fevereiro	229,28	203,66	230,91	202,70	209,93	176,51	148,69	151,79
Março	231,69	178,23	234,76	176,39	239,62	175,99	169,36	176,61
Abril	214,94	187,57	223,82	182,60	208,77	188,55	132,65	131,57
Mai	245,07	206,22	245,06	206,24	222,72	202,90	142,63	110,46
Junho	192,19	129,26	165,67	109,28	187,63	128,06	188,37	127,59
Julho	217,71	133,21	205,98	120,39	209,66	137,90	219,23	132,51
Agosto	239,04	162,50	236,33	163,84	230,45	166,05	239,03	162,50
Setembro	279,78	161,60	276,80	160,39	277,17	169,01	286,11	162,51
Outubro	288,58	166,27	276,81	158,45	292,01	180,66	300,50	173,09
Novembro	283,43	188,97	279,26	192,09	279,40	198,09	287,51	188,41
Dezembro	212,21	146,94	211,87	147,23	218,69	158,46	211,10	146,37

Pode-se perceber que os desvios médios são significativos em relação às médias mensais, demonstrando que o valor do PLD costuma divergir muito do que se espera. Portanto, mesmo que a contratação busque propiciar sobras de energia em meses de PLD mais alto e exposições de energia em meses de PLD mais baixo, há uma alta possibilidade de que a previsão de PLD não se realize e o consumidor tenha de pagar mais ou vender sua energia por preço menor do que o planejado. Para exemplificar, o desvio médio menos representativo em relação a média mensal ocorre no mês de setembro para o submercado Norte, sendo a razão entre o desvio e a média de 56,80%. Ou seja, no mês com os menores desvios, ainda é provável que o valor real divirja em mais de 50% da previsão.

Outra métrica observada foi o desvio entre os maiores PLDs observados e a média de seus respectivos meses e submercados. Os preços observados em 2014 no submercado Sudeste/Centro-Oeste – maiores preços da história – chegaram a ser até 5 vezes maiores que a média destes mesmos meses em anos anteriores.

Para ilustrar a volatilidade e dificuldade de previsão dos preços de curto prazo, a Figura 8 contém o histórico do PLD mensal para o submercado Sudeste/Centro-Oeste de dos anos de 2014 a 2019. Este submercado foi escolhido, pois contém a maior capacidade de geração hídrica instalada e, portanto, pode representar o comportamento do SIN (Sistema Interligado Nacional) como um todo.

Figura 8 - PLD Mensal do Submercado Sudeste/Centro-Oeste de 2014 a 2019.



3 DEFINIÇÃO DE CONTRATO DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO AMBIENTE LIVRE

3.1 MODELO PROPOSTO

A ideia do modelo proposto é a utilização de informações disponíveis para a maioria dos consumidores e de fácil obtenção, de forma que a análise possa ser replicada no dia-a-dia de quem atua na área. Para isso, foram coletados dados de consumo de 23 consumidores do ACL integrantes do setor automotivo, compreendendo um período de 36 meses (janeiro de 2017 a dezembro de 2019), totalizando 828 medições mensais de consumo.

A análise realizada no modelo consiste na utilização dos consumos dos anos de 2017 e 2018 para cálculo do volume de contrato e dos percentuais de sazonalização e flexibilidade. Estes dados também são utilizados para definir a curva de sazonalização proposta. Posteriormente, são utilizadas as medições do ano de 2019 para validação dos valores calculados. O modelo foi criado para a aplicação em um único consumidor, portanto é aplicado a cada consumidor separadamente. Dessa maneira, é explicitada a aplicação para um consumidor qualquer que pode ser replicada para os demais.

Vale ressaltar que os anos de 2017 e 2018 podem ser substituídos por quaisquer 2 anos consecutivos de histórico, uma vez que o modelo pode ser replicado para outros casos. A utilização de um terceiro ano – neste caso, o ano de 2019 – não faz parte do modelo, sendo apenas um recurso de validação deste estudo.

Para definir a curva de sazonalização, é necessário observar o volume anual contratado, que define a energia disponível para cada mês, e o percentual de sazonalização, que limita as variações possíveis sobre a distribuição *flat*. Portanto, para encontrar estas condições, é realizado o processo inverso, definindo-se primeiro a curva de sazonalização desejada e, a partir dela, calculando-se o volume anual e o percentual que possibilite a curva pretendida.

Em um contrato que atende 100% da carga de uma unidade consumidora, a curva de sazonalização deve ser algo muito próximo à previsão de consumo. É possível que o contrato não preveja um percentual de sazonalização suficiente para replicar a previsão de consumo, situação na qual o percentual de flexibilidade deverá absorver a variação excessiva, porém isso acarretaria a necessidade de um percentual de flexibilidade maior para manter o mesmo nível de segurança do contrato, o que pode aumentar o preço contratual. Avaliando-se pela ótica do risco do comercializador, a sazonalização é informada no ano anterior ao fornecimento, portanto concede ao fornecedor um período maior para adequação de seu

portfólio de energia. Por outro lado, a flexibilidade é apurada mensalmente, havendo maior incerteza e menor tempo de reação para o vendedor, portanto deduz-se que ela tenha um impacto maior no aumento de preços. Por esta lógica, conclui-se que a contratação de um percentual de sazonalização que possibilite definir uma curva de sazonalização semelhante à previsão de consumo tem grandes chances de resultar em uma melhor relação custo-benefício.

Foram avaliadas duas possibilidades de curva de sazonalização. A primeira opção é o uso da média entre as curvas de 2017 e 2018, com o intuito de diminuir o efeito de variações atípicas que possam ter ocorrido em um dos anos do histórico. Supondo-se que haja um padrão de consumo que se repita anualmente, a média entre anos anteriores tenderá a convergir para um valor que representa a tendência de consumo. É claro que, mesmo havendo um padrão que tenda a se repetir anualmente, não se pode esperar que a média de apenas 2 anos convirja garantidamente para a tendência de consumo, mas muitos consumidores não contam com um período maior de histórico de consumo, portanto o modelo propõe a utilização de um período curto para ser aplicável a um grupo maior. Além disso, a suposição de que se repetirá um padrão de consumo desconsidera a possibilidade de ampliações ou reduções nas fábricas, porém é inviável prever este tipo de alteração através do histórico de consumo, sendo essa uma limitação já antecipada do modelo.

A segunda opção de curva de sazonalização seria replicar o consumo do ano mais recente do histórico, neste caso o de 2018. Essa ideia é apoiada pelo fato de que quanto maior a diferença de tempo entre 2 períodos, maiores são as chances de terem ocorrido mudanças na produção de uma fábrica que tenham alterado seu padrão de consumo. Por exemplo, se foi realizada alguma obra no fim de 2016, a alteração no consumo afetará 2017 e 2018, não interferindo no funcionamento do modelo, porém se a obra ocorrer no final de 2017 ou início de 2018, haverá um descolamento entre os consumos dos dois anos e, conseqüentemente, a premissa do padrão de consumo que tende a se repetir não é mais válida. Essa opção de sazonalização tem como intuito evitar que eventos como o do exemplo anterior prejudiquem o funcionamento do modelo, porém acaba replicando efeitos não recorrentes de 2018 sem nenhuma atenuação, o que não ocorreria na primeira opção.

Optou-se por utilizar a média entre os anos do histórico – neste caso, os anos de 2017 e 2018 – pois propõe-se que o modelo possa ser utilizado para contratar não só o ano seguinte, mas também anos mais à frente. Na prática, se o modelo só pudesse ser usado na contratação de um período subsequente ao histórico analisado, o consumidor só teria o mês de janeiro do próprio ano de suprimento para realizar a contratação, uma vez que o histórico só ficaria disponível no início de janeiro e o registro de contratos de janeiro ocorreria em fevereiro.

Além disso, esta proposta de contratações mais distantes torna o argumento a favor de utilizar como curva de sazonalização apenas o ano mais recente do histórico menos relevante, uma vez que a vantagem da opção era a proximidade cronológica entre o último ano de histórico e o período para o qual seria contratada a energia. Exemplificando, entre janeiro de 2018 e janeiro 2019 existe um ano de diferença e, entre janeiro de 2017 e janeiro de 2019 existem dois anos de diferença. 2017 é separado de 2019 pelo dobro de tempo, quando comparado a 2018. Porém, quando se altera o ano de contrato para 2023, os anos de 2017 e 2018 ficam separados por 6 e 5 anos, respectivamente. Matematicamente, o segundo ano do histórico fica a N anos do período de suprimento e o primeiro, a $N + 1$ anos, quanto maior for N , menos significativa será a diferença entre N e $N + 1$.

A curva de sazonalização, portanto, pode ser definida pela Equação (3).

$$Sazo[j] = \frac{MWh2017[j] + MWh2018[j]}{2} \quad (3)$$

Onde:

$j = 1, 2, 3, \dots, 12$, sendo $j = 1$ equivalente a janeiro e $j = 12$ equivalente a dezembro;

$Sazo[j]$ é o volume da curva de sazonalização no mês 'j', expresso em MWh;

$MWh2017[j]$ é o consumo em MWh no mês 'j' de 2017;

$MWh2018[j]$ é o consumo em MWh no mês 'j' de 2018.

Definida a curva de sazonalização, pode-se calcular o percentual de sazonalização necessário a partir dela. Vale lembrar que na prática, o percentual é definido no fechamento do contrato, que pode ocorrer anos antes do período de fornecimento, e a curva normalmente é definida no ano anterior ao de fornecimento, portanto esta análise realiza o processo inverso, começando pela curva e definindo o percentual a partir dela. Para o cálculo do percentual, primeiro é necessário definir a curva flat, na qual a energia é dividida igualmente entre os dias do ano e, conseqüentemente, dividida proporcionalmente ao número de dias de cada mês. Após isso, calcula-se a diferença percentual entre os volumes da curva sazonalizada e os volumes da curva flat, devendo ser contratado o maior percentual calculado, de forma a tornar possível a sazonalização prevista. Os cálculos destes valores são descritos nas Equações (4) e (5).

$$Flat[j] = \sum_{j=1}^{12} Sazo[j] \times \frac{Horas[j]}{\sum_{j=1}^{12} Horas[j]} \quad (4)$$

Onde:

Flat[j] é o volume da curva flat no mês 'j', expresso em MWh;

Horas[j] é o número de horas contidas no mês 'j'.

$$Sazo\%[j] = \left| \frac{Sazo[j]}{Flat[j]} - 1 \right| \times 100\% \quad (5)$$

Onde:

Sazo%[j] é o percentual de sazonalização necessário para atingir a curva de sazonalização no mês 'j'.

Para cada mês seria necessário um percentual de sazonalização diferente, porém no contrato normalmente é acordado um único valor, portanto utiliza-se apenas o maior valor calculado de Sazo%[j]. Além disso, a curva de sazonalização é definida no modelo para calcular o percentual a ser contratado, mas a curva em si não é uma condição de contrato, podendo ser alterada conforme modificações no perfil de consumo. Usualmente, a curva é informada somente no ano anterior ao de suprimento. Neste sentido, no momento em que se deve informar a curva que será de fato utilizada, pode-se recalculer os volumes com base em um histórico de consumos mais recentes. Destaca-se que a nova curva desejada pode necessitar de percentuais maiores de sazonalização, fazendo com que a mesma seja limitada em volumes diferentes dos desejados, já que os cálculos do modelo são realizados com base no cenário do momento de contratação, podendo este ser alterado entre a contratação e o suprimento.

O volume anual do contrato pode ser obtido simplesmente somando-se os volumes mensais da curva de sazonalização, obtendo-se o total anual em MWh. Apesar disso, é comum que, nos contratos de energia, os volumes contratados sejam expressos em MW-médio. A quantidade de energia anual expressa em MW-médio pode ser obtida pela Equação (6).

$$Contrato(MW - \text{m\u00e9dio}) = \frac{\sum_{j=1}^{12} Sazo[j]}{\sum_{j=1}^{12} Horas[j]} \quad (6)$$

Vale ressaltar que o mês de fevereiro pode conter 672 h ou 696 h, dependendo da ocorrência de ano bissexto, porém o modelo não define uma metodologia específica para quando existe um ano bissexto entre os anos analisados. Em vez disso, foi definido o número de horas de fevereiro como 672 h e considera-se que o possível aumento de consumo em anos bissextos é fruto de efeitos não recorrentes, sendo desconsiderado o dia adicional para fins de cálculo.

Por fim, é necessário calcular-se o percentual de flexibilidade, valor que representa o quanto o consumo pode divergir da previsão de consumo – representada pela curva de sazonalização. Neste sentido, pode-se dizer que a flexibilidade representa uma possibilidade de desvio, portanto o modelo calcula este percentual a partir de medidas de divergência que comparam os consumos de 2017 e de 2018 com a curva de sazonalização proposta, considerando as diferenças calculadas como desvios esperados. Obviamente, não se espera que o consumo divirja da previsão de consumo, porém deve-se levar em conta esta possibilidade. Os cálculos descritos são definidos pelas Equações (7) e (8).

$$Desv2017[j] = \left(\frac{MWh2017[j]}{Sazo[j]} - 1 \right) \times 100\% \quad (7)$$

$$Desv2018[j] = \left(\frac{MWh2018[j]}{Sazo[j]} - 1 \right) \times 100\% \quad (8)$$

Onde:

$Desv2017[j]$ é o desvio percentual do consumo do mês ‘j’ de 2017 em relação a sazonalização do mês ‘j’;

$Desv2018[j]$ é o desvio percentual do consumo do mês ‘j’ de 2018 em relação a sazonalização do mês ‘j’.

Percebe-se que, diferentemente do cálculo do percentual de sazonalização, neste caso os desvios não estão em módulo, havendo desvios positivos e negativos em ambos os conjuntos. Como são calculados os desvios para 2 anos, os conjuntos de valores $Desv2017[j]$ e $Desv2018[j]$ contêm 12 valores cada, totalizando 24 desvios percentuais. O maior desvio positivo dentre estes 24 valores é definido como flexibilidade superior e o maior desvio negativo — ou menor desvio — é definido como flexibilidade inferior. Como já explicitado,

estes percentuais delimitam os limites superior e inferior de fornecimento do contrato, respectivamente.

Concluídos os passos descritos, o modelo consegue obter o volume a ser contratado, o percentual de sazonalização e os percentuais de flexibilidade superior e inferior. Com estas informações, já é possível verificar se um período de consumo é atendido adequadamente pelo contrato proposto, ou seja, se os consumos mensais ficam entre os limites de flexibilidade contratados. Como já mencionado, além dos anos de 2017 e 2018, foram coletados também os dados de consumo do ano de 2019, de forma que eles possam ser usados para simular uma situação real de faturamento conforme regras de contrato definidas.

O intervalo entre os limites de flexibilidade será denominado “faixa de atendimento”, uma vez que representa a faixa na qual o contrato atende apenas o consumo do contratante, não havendo sobra nem falta de energia. O modelo é aplicado em cada um dos 23 consumidores cujos dados de consumo foram coletados e os resultados são analisados individualmente, verificando-se as características que tornam o processo desenvolvido mais eficaz e as que o induzem a falhas. O contrato proposto é considerado bem sucedido apenas quando o consumo de todos os meses do ano ficam dentro da faixa de atendimento para um dado consumidor, porém considera-se que os casos de insucesso fornecem ainda mais informações sobre as limitações do modelo, portanto estes casos são analisados com maior detalhamento para identificar futuras melhorias que podem ser realizadas sobre o processo atual.

3.2 RESULTADOS OBTIDOS

O modelo desenvolvido foi testado em um grupo de consumidores do setor automotivo. O Quadro 2 resume os resultados da aplicação do modelo. Dos 23 consumidores analisados, 7 consumidores tiveram seus contratos bem adequados à sua realidade, restando um grupo de 16 consumidores em que pelo menos um dos consumos mensais de 2019 não ficou alinhado com o contrato proposto a partir do histórico de 2017 e 2018. Vale destacar que, para alguns consumidores, as sobras ou faltas de energia foram pouco significativas em relação ao consumo mensal, porém o critério que define o sucesso das tentativas independe da grandeza das diferenças entre energia consumida e energia contratada. Entretanto, não se pode ignorar o fato de que pequenos desalinhamentos não trazem grande risco financeiro para o consumidor, apenas não são admitidos como sucesso devido à premissa de aversão a risco adotada.

Para compreender melhor onde ocorreram as falhas e sucessos de cada análise, foram avaliados alguns casos que ilustram as principais fontes de erro do modelo. Foi utilizada a abordagem da análise exploratória de dados, associando as explicações a gráficos que tornem evidentes as particularidades observadas. Também foram avaliados os casos de sucesso, demonstrando que houveram bons resultados quando as fontes de erro identificadas foram menos presentes. Para isso, os consumidores foram numerados de 1 a 23, não havendo critério para escolha dos números.

O Quadro 2 contém um resumo dos resultados obtidos para cada consumidor, incluindo algumas informações importantes, sendo elas: número de meses com sobra de energia, número de meses com falta de energia, percentual de sazonalização, percentuais de flexibilidade superior e inferior e quantidade de energia a contratar. Não são avaliados os casos de todos os consumidores no texto, uma vez que são identificadas as principais fontes de erro e demonstram-se apenas os consumidores em que estas fontes ficam mais evidentes. Os demais consumidores têm seu sucesso ou insucesso explicados pelas mesmas fontes, porém em intensidades diferentes. Para maior detalhamento de cada consumidor individualmente, pode-se observar os consumos dos mesmos no Anexo A.

Quadro 2 - Principais Dados dos Resultados Obtidos.

Identificação do Consumidor	Número de Meses com Sobra de Energia	Número de Meses com Falta de Energia	Percentual de Sazonalização	Percentual de Flexibilidade e Superior	Percentual de Flexibilidade Inferior	Energia a Contratar em MW-m
1	0	0	31,05%	28,27%	-28,27%	1,63
2	1	1	20,27%	13,70%	-13,70%	0,91
3	5	0	12,68%	9,18%	-9,18%	0,89
4	0	0	19,20%	15,43%	-15,43%	0,65
5	0	0	23,10%	26,13%	-26,13%	0,98
6	8	1	17,13%	10,64%	-10,64%	1,09
7	1	1	20,96%	14,36%	-14,36%	27,95
8	0	0	28,29%	28,98%	-28,98%	1,84
9	0	2	24,41%	34,17%	-34,17%	10,25
10	2	0	11,88%	20,81%	-20,81%	10,24
11	0	3	20,70%	17,73%	-17,73%	0,24
12	0	7	18,28%	15,76%	-15,76%	0,13
13	0	4	32,17%	25,04%	-25,04%	1,29
14	0	0	19,66%	22,40%	-22,40%	0,48
15	0	1	31,49%	30,27%	-30,27%	2,88

16	0	7	11,70%	16,37%	-16,37%	0,05
17	0	1	23,85%	30,96%	-30,96%	1,08
18	0	4	54,00%	45,58%	-45,58%	8,65
19	0	0	20,96%	24,47%	-24,47%	1,12
20	1	0	16,25%	11,64%	-11,64%	0,38
21	1	3	24,41%	14,78%	-14,78%	1,49
22	0	12	45,79%	11,63%	-11,63%	0,55
23	0	0	32,49%	16,22%	-16,22%	27,40

Pode-se perceber que o estudo conta com consumidores dos mais variados patamares de consumo e que obtiveram resultados diversos. Apesar disso, os motivos que os levam a obter tais resultados se repetem em vários casos, não sendo necessário detalhar a análise para cada consumidor. Os consumidores cujas análises estão descritas neste projeto englobam todas as dificuldades encontradas e, portanto, podem representar a integridade do grupo.

Através de uma abordagem analítica, pode-se deduzir os motivos generalizados pelos quais em alguns casos o modelo funcionou adequadamente e em outros não. A faixa de atendimento é delimitada pelos limites de flexibilidade, que, por sua vez, são definidos por uma diferença percentual em relação à curva de sazonalização. Deste modo, pode-se afirmar que o contrato atende adequadamente o consumidor quando for satisfeita a condição da Equação (9).

$$Sazo[j] \times (1 + Flex. Inf.) < Consumo[j] < Sazo[j] \times (1 + Flex. Sup.) \quad (9)$$

Onde:

Flex. Inf. é o percentual de flexibilidade inferior, negativo por natureza;

Flex. Sup. é o percentual de flexibilidade superior, positivo por natureza;

Consumo[j] é o consumo em MWh no mês 'j';

Sazo[j] é o volume em MWh da curva de sazonalização no mês 'j'.

Considerando-se que a curva de sazonalização é equivalente à previsão de consumo e as flexibilidades representam os desvios esperados entre o consumo real e a previsão de consumo, pode-se manipular a condição descrita para deixá-la mais didática, conforme Equação (10).

$$Prev[j] - DesvInf[j] < Consumo[j] < Prev[j] + DesvSup[j] \quad (10)$$

Onde:

$Prev[j]$ é a previsão de consumo em MWh no mês 'j';

$DesvSup[j]$ é o desvio superior esperado em MWh para o mês 'j';

$DesvInf[j]$ é o desvio inferior esperado em MWh para o mês 'j';

Embora as duas expressões representem a mesma informação, a Equação (10) permite uma visão mais clara dos motivos que levam o contrato a não atender adequadamente o consumidor. Simplificadamente, um consumidor tem sobra ou falta de energia quando seu consumo diverge mais do que o esperado da previsão. Essa conclusão é lógica e pode ser encontrada pela simples manipulação de incógnitas na definição da regra de contrato, porém ela permite a divisão dos consumidores em que isso ocorre em 2 grupos, nos quais a divergência ocorre por motivos sutilmente diferentes.

Para um dos grupos, o que causa a inadequação do contrato é um subdimensionamento do desvio esperado. Obviamente, espera-se que o consumo seja próximo da previsão, mas cada consumidor pode apresentar uma tendência maior ou menor de que seu consumo convirja aos volumes previstos na sazonalização. É por este motivo que se contratam percentuais de flexibilidade diferentes para consumidores diferentes, levando-se em conta a regularidade de seus perfis de consumo. Um consumidor que tem um histórico regular, no qual a curva de consumo tende a se repetir anualmente, pode acabar com um contrato inadequado se esse padrão mudar e o consumo se tornar menos previsível. Como o modelo utiliza o histórico para prever possíveis desvios, uma mudança neste comportamento pode se refletir em um contrato não adequado que anteriormente estava bem dimensionado.

Para o outro grupo em que o contrato proposto é inadequado, a questão é mais estrutural, sendo a divergência causada por uma mudança nos patamares de consumo. Por mais que um consumidor continue com um perfil de consumo previsível, mantendo a tendência de reduzir ou aumentar seu consumo nas mesmas épocas do ano, o consumo pode ser elevado ou reduzido em uma parcela fixa, fazendo com que haja um afastamento constante entre a energia consumida e a previsão realizada. Neste caso, em vez de haverem meses pontuais em que o consumo diverge excessivamente da previsão — fica fora da faixa de atendimento —, a curva de consumo acaba se acomodando em patamares diferentes dos anteriores, que podem estar fora da faixa atendida pelo contrato.

Pode-se perceber que o primeiro grupo citado está mais ligado à flexibilidade, enquanto o segundo está mais ligado à sazonalização, porém em ambos os casos a causa dos problemas é uma alteração nas características que o modelo entende serem inerentes àquele

consumidor. Em outras palavras, se o consumo dos anos contratados for próximo dos anos do histórico, o contrato atenderá perfeitamente o consumidor, mas a análise se torna obsoleta no momento em que o histórico não retrata mais o cenário atual.

É aceitável afirmar que isso pode se tratar de um problema na previsão do próprio modelo, entretanto a proposta deste projeto é o desenvolvimento de uma análise que exija poucas informações para ser realizada. Portanto, a limitação da previsão de consumo já era uma questão antecipada, porém vai contra as premissas do projeto aumentar o histórico de consumo exigido a fim de possibilitar uma análise mais elaborada.

Resumidamente, as condições para que o consumo fique entre os limites de flexibilidade são que a previsão seja próxima do consumo real ou que os desvios esperados sejam bem dimensionados, admitindo-se diferenças entre o consumo e a curva de sazonalização, mas aumentando-se o percentual de flexibilidade a fim de manter estas diferenças dentro da faixa de atendimento. Um exemplo com consumo não tão regular, mas que gerou bons resultados é o do consumidor 5. Observando-se a Figura 9, percebe-se que os consumos de 2017 e 2018 não são tão semelhantes, porém permanecem em patamares próximos. Entretanto, essa falta de semelhança resulta em um percentual de flexibilidade mais alto que acaba por absorver um período de consumos acima do previsto entre agosto e outubro, como pode ser visto na Figura 10.

Figura 9 - Comparação Entre Consumos de 2017 e 2018 do Consumidor 5.

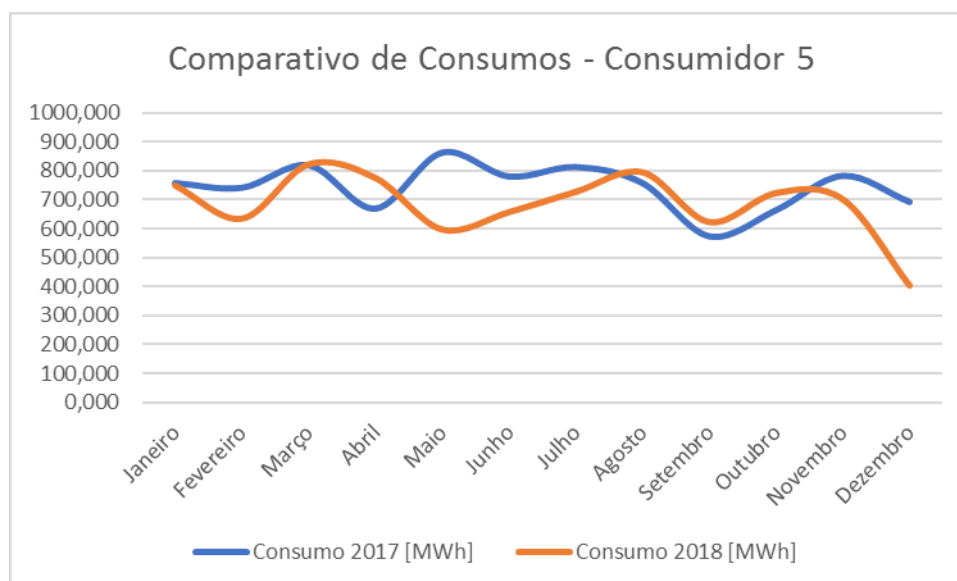
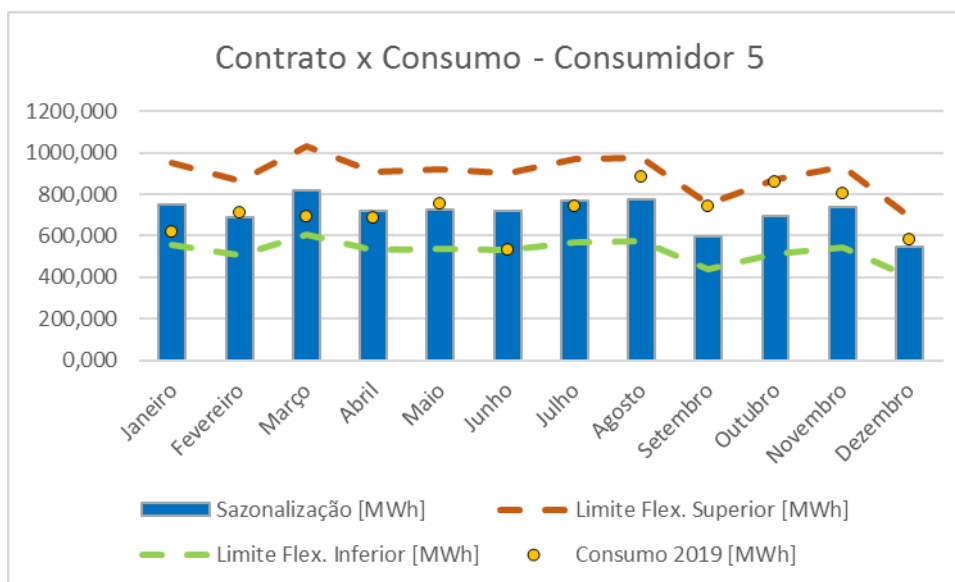
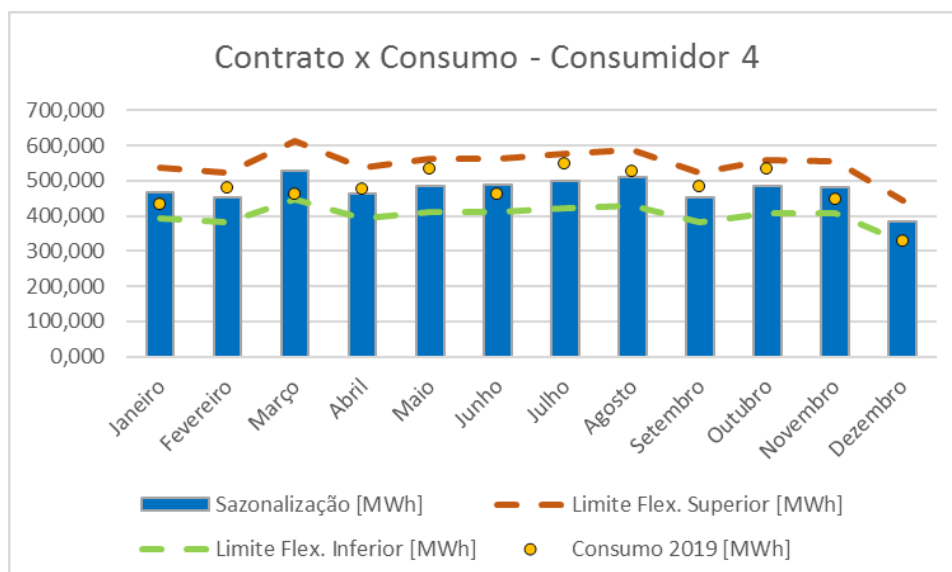


Figura 10 - Comparação Entre Contrato e Consumo do Consumidor 5.



Como esperado, também existe o exemplo em que não são previstas grandes diferenças entre o consumo e a previsão e as expectativas se confirmam, mantendo os consumos mensais dentro da faixa de atendimento do contrato mesmo com baixos percentuais de flexibilidade. Esse tipo de consumidor pode ser caracterizado como o mais adequado para contratação no mercado livre, uma vez que seu consumo é previsível e não são necessárias grandes margens de erro. Para ilustrar esta possibilidade, tem-se a comparação entre contrato e consumo do consumidor 4 na Figura 11.

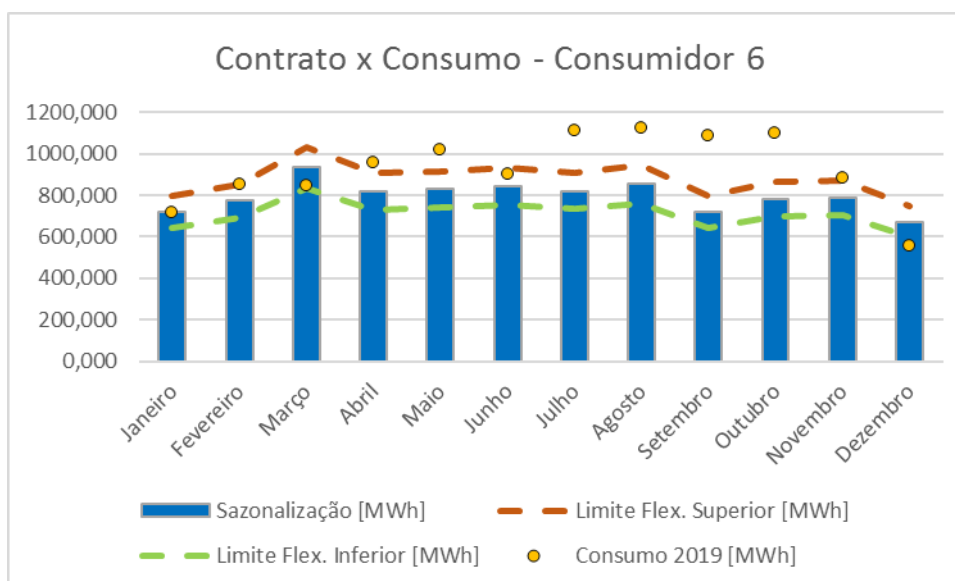
Figura 11 - Comparação Entre Contrato e Consumo do Consumidor 4.



Se tratando de casos de sucesso, cita-se os exemplos dos consumidores 5 e 4 pois os demais, ou seja, os consumidores 1, 8, 14, 19 e 23, seguem a mesma lógica. A explicação dos casos em que o modelo fornece bons resultados é simples, não sendo necessário justificá-las extensamente. A ocorrência destes exemplos, porém, é mais rara do que a ocorrência de falhas. Diversos fatores podem interferir no comportamento do consumo, desalinhando-o das estimativas realizadas anteriormente. Assim, o que se pode fazer para garantir que o modelo funcione de maneira adequada é verificar quais são esses fatores e tentar identificá-los no histórico de consumo do consumidor em estudo, sendo possível mitigar efeitos indesejados ou concluir que o modelo não é adequado para um caso em específico. Por esta razão, os consumidores em que a metodologia não foi eficaz são avaliados com maior aprofundamento.

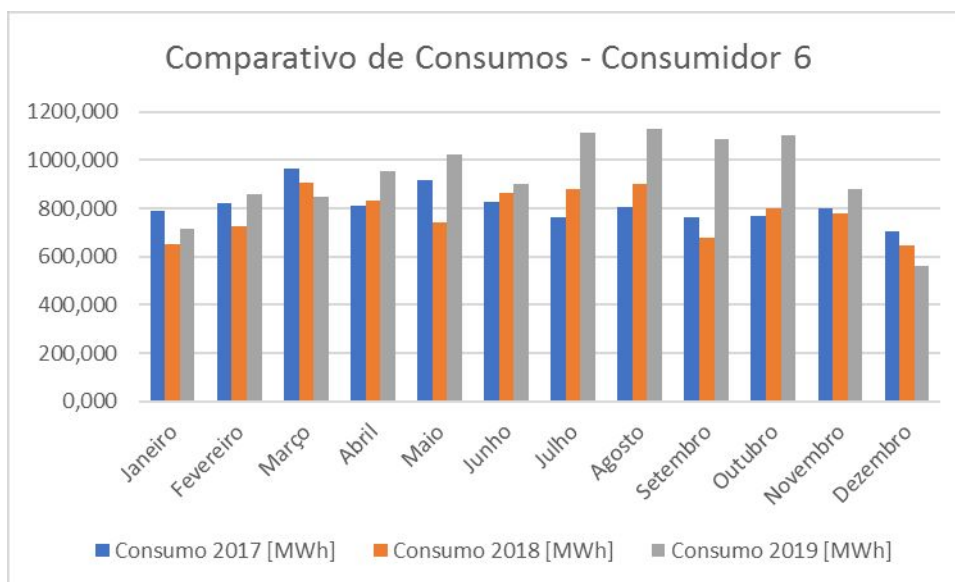
Como já comentado, em alguns consumidores o contrato proposto não se mostrou adequado devido a um aumento nos patamares de consumo ao longo de um período específico ou até mesmo do ano todo. Esse efeito fica claro no caso do consumidor 6, no qual 9 meses de consumo ficaram fora da faixa de atendimento do contrato, porém pode-se ver com mais destaque a diferença entre os meses de julho a outubro. O gráfico comparativo do contrato com o consumo do consumidor 6 pode ser observado na Figura 12.

Figura 12 - Comparação Entre Contrato e Consumo do Consumidor 6.



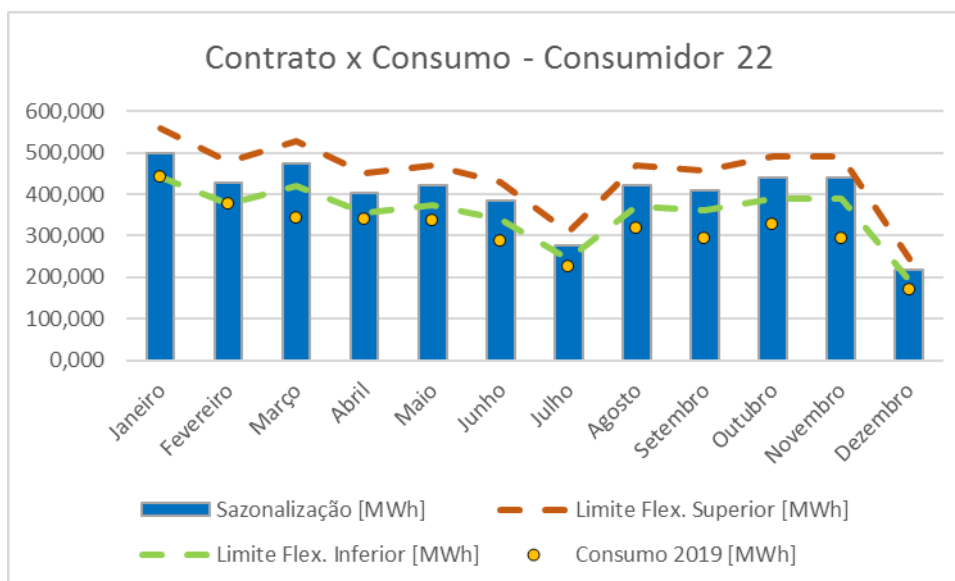
Também fica claro, neste caso, como houve uma mudança de comportamento no ano de 2019, uma vez que o histórico levou o modelo a definir percentuais de sazonalização e flexibilidade relativamente baixos. Na Figura 13 pode-se ver como os consumos de 2017 e 2018 são próximos e como o consumo de 2019 é discrepante no período de julho a outubro.

Figura 13 - Comparação Entre Consumos Mensais do Consumidor 6.



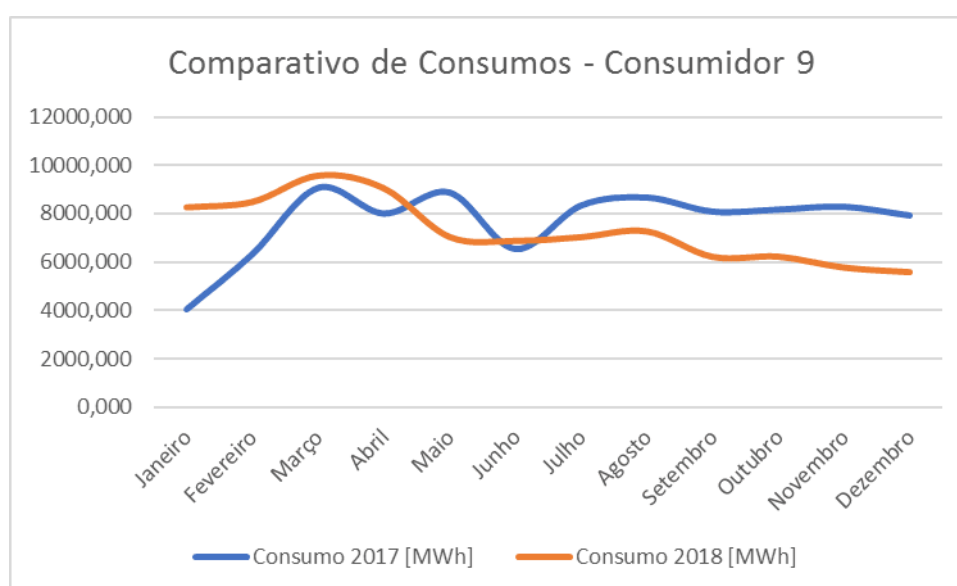
Outro caso em que um problema semelhante ocorreu foi o do consumidor 22. Neste, pode-se perceber que inclusive foi mantida uma tendência, havendo redução nos consumos de julho e dezembro, porém o consumo do ano de 2019 como um todo foi menor do que o esperado, resultando em 12 meses fora da faixa de atendimento. Este comportamento está ilustrado na Figura 14.

Figura 14 - Comparação Entre Contrato e Consumo do Consumidor 22.



Existem também situações em que o histórico é composto por anos que não são semelhantes, parecendo inclusive que cada ano do histórico representa um consumidor diferente. Nestas situações, uma solução seria realizar um ajuste manual no histórico de consumo, retirando-se os efeitos não recorrentes, ou até mesmo descartar a sazonalização proposta pelo modelo. Embora o modelo seja construído para propor a curva de sazonalização, nada impede o usuário de substituir estes dados por uma previsão de consumo que julgar mais realista e deixar apenas o restante das condições contratuais para serem definidas pelo modelo. Um bom exemplo disto é o caso do consumidor 9, cujo comportamento dos consumos está ilustrado nas curvas da Figura 15. Observa-se que o consumo de janeiro de 2018 chega a ser maior do que o dobro do de janeiro de 2017, havendo ainda uma inversão da curva, após a qual o consumo de 2017 se torna largamente maior que o de 2018.

Figura 15 - Comparação Entre Consumos de 2017 e 2018 do Consumidor 9.

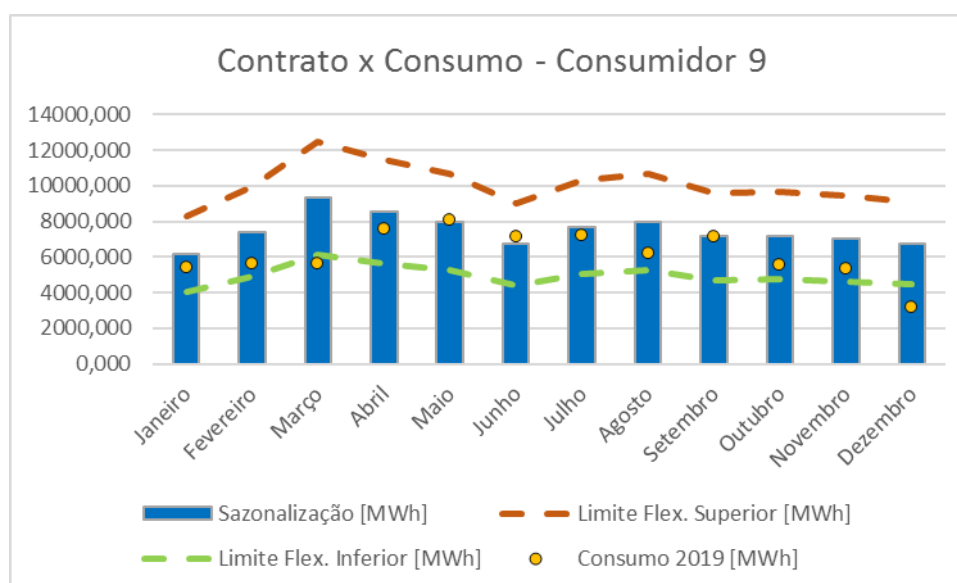


Curiosamente, os únicos 2 meses em que o consumo ficou fora da faixa de atendimento foram os meses de março e dezembro, nos quais isso teria ocorrido de qualquer forma por uma discrepância do consumo de 2019, como pode ser verificado no Quadro 3. Isso se explica, pois a diferença entre os consumos do histórico gera uma distorção indesejada na curva de sazonalização, porém ela também faz com que o modelo espere desvios maiores de consumo e eleve os percentuais de flexibilidade por esta razão. A Figura 16 ilustra a larga faixa de atendimento proposta para o consumidor 9 devido às diferenças entre seus consumos históricos.

Quadro 3 - Consumos de Março e Dezembro do Consumidor 9.

Mês	Março	Dezembro
Consumo 2017 [MWh]	9051,494	7919,273
Consumo 2018 [MWh]	9574,125	5588,624
Consumo 2019 [MWh]	5660,698	3179,313

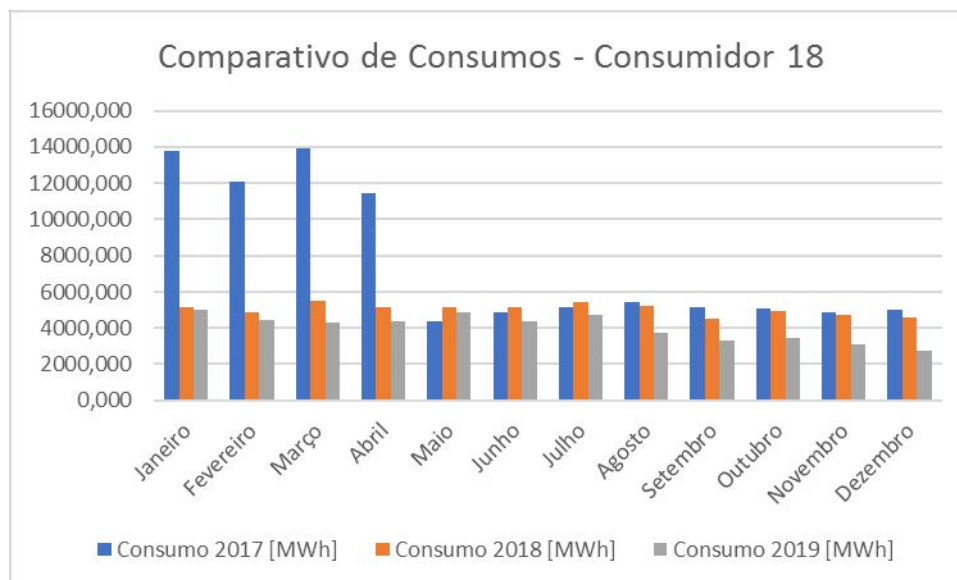
Figura 16 - Comparação Entre Contrato e Consumo do Consumidor 9.



Outro exemplo em que se pode observar um ano do histórico claramente destoante é o do consumidor 18. Neste, porém, é possível identificar um período definido em que o consumo de 2017 se situa em um patamar mais elevado, no qual os consumos mensais são quase 3 vezes maiores que os de 2018. Analisando a Figura 17, fica evidente que o consumo de janeiro de 2017 a abril de 2017 gera distorções nos resultados do modelo, podendo ser ajustado manualmente. O ajuste manual nos meses discrepantes provavelmente resultaria em uma tentativa bem sucedida de aplicação do modelo, uma vez que só ocorreram sobras de energia de janeiro a abril e esta medida corrigiria a curva de sazonalização nestes meses. Novamente, os percentuais de flexibilidade também foram amplamente afetados, sendo razoável afirmar que os mesmos foram superdimensionados. Se o consumo de 2017 fosse ajustado como sugerido, a flexibilidade seria reduzida drasticamente, o que poderia resultar

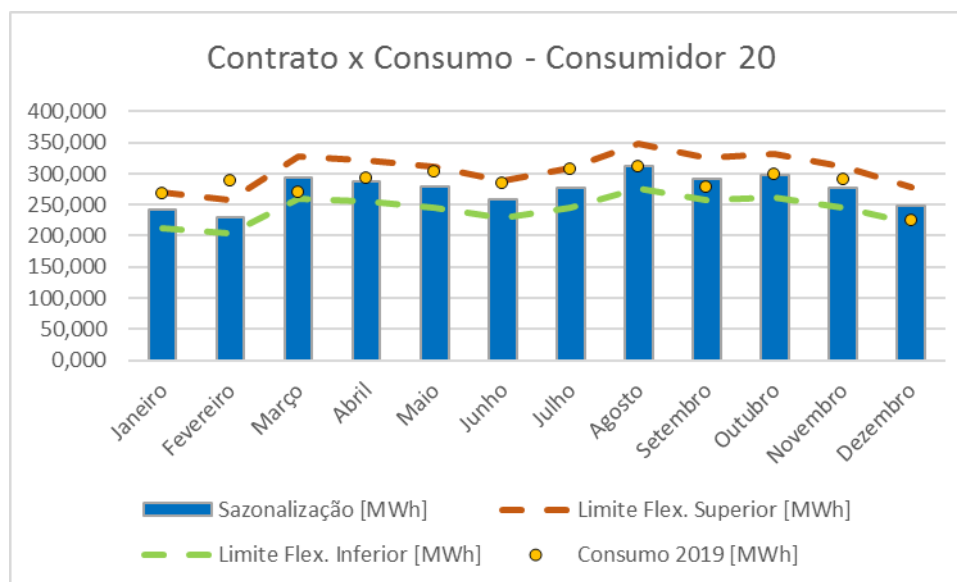
em inadequação do contrato de qualquer maneira, entretanto deve-se lembrar que uma flexibilidade superdimensionada, apesar de garantir mais segurança ao comprador, também leva a custos mais altos.

Figura 17 - Comparação Entre Consumos Mensais do Consumidor 18.



Por fim, nos exemplos de não adequação do modelo, tem-se também o caso do consumidor 20. O mesmo teve apenas um mês em que o consumo ficou fora da faixa de atendimento do contrato, sendo o suficiente para considerá-lo uma tentativa mal sucedida. Porém, se seus dados forem analisados com atenção, conclui-se que os consumos são muito regulares e a tentativa pode ser considerada próxima de ser bem sucedida. A regularidade dos consumos fez com que o modelo retornasse percentuais de flexibilidade pequenos e, conseqüentemente, uma faixa de atendimento estreita. Isso acaba por aumentar o risco de sobras ou exposições, mas, ainda assim, só o mês de fevereiro ficou fora da faixa. O presente projeto não realiza análise de preços para confirmar esta suposição, mas é provável que este caso configure uma boa relação de custo-benefício, correndo um risco elevado — que deve refletir em preços mais baixos — e sendo pouco penalizado por isso. A Figura 18 contém a comparação entre contrato e consumo para o consumidor 20, demonstrando a estreita faixa de atendimento citada.

Figura 18 - Comparação Entre Contrato e Consumo do Consumidor 20.



Com base nas informações aqui expostas, pode-se sistematizar a definição das principais condições contratuais de forma simplificada. São inúmeras as possibilidades de melhoria no modelo desenvolvido, mas, através dele, já é possível identificar quais as características presentes nos consumidores que dificultam a sistematização. A partir disso, é possível restringir o grupo de consumidores aptos à utilização desta metodologia ou aprimorar a metodologia de forma que ela possa ser generalizada para um número maior de consumidores.

4 CONCLUSÕES

A padronização de processos no planejamento da contratação de energia otimiza o tempo dedicado a estas questões, possibilitando uma sistematização das análises. Além disso, um processo padronizado confere maior regularidade e precisão aos resultados obtidos.

A rotina de um consumidor no Ambiente de Contratação Livre exige maior programação do que a de um consumidor no Ambiente Regulado, sendo necessário investir tempo no planejamento das operações e aumentar seu horizonte de previsibilidade. Enquanto a maioria dos grandes consumidores conta com previsões de consumo precisas, estimadas por profissionais dedicados aos assuntos que envolvem energia elétrica, pequenos consumidores carecem de um setor especializado e necessitam de ferramentas que possibilitem a realização de estimativas mesmo por profissionais de outras áreas. A análise aqui proposta pode auxiliar os consumidores menos preparados na contratação de energia.

O modelo desenvolvido não apresentou resultados satisfatórios sob a ótica de aversão a riscos, porém serve como ponto de partida para novas análises no tema. Almejava-se que a análise proposta fosse aplicável a um grupo maior de consumidores, entretanto pode-se extrair conclusões valiosas das falhas observadas. Esse projeto tem como um de seus pilares a simplificação, portanto não surpreende a quantidade de limitações constatadas.

Uma das dificuldades encontradas foi a substituição de uma previsão de consumo baseada em pressupostos sobre o futuro por uma previsão de consumo obtida através da replicação do passado. O histórico é um grande aliado no desenvolvimento de previsões, porém é inegável que não há garantia de que os padrões verificados se repetirão. Uma possível melhoria para o atual modelo seria a inclusão de outras variáveis que auxiliem na previsão de consumo. Essa alteração aumentaria significativamente a complexidade do modelo, o que o tornaria menos acessível a consumidores que não dispõem de mais informações sobre o futuro, porém poderia melhorar substancialmente os resultados.

Em alguns casos, a previsão de consumo não ficou alinhada com o consumo verificado, porém a flexibilidade absorveu as diferenças e foi responsável por manter o consumo na faixa de atendimento. Futuros trabalhos poderiam verificar se é possível estabelecer uma relação entre o volume, a sazonalização e a flexibilidade, a fim de otimizar ainda mais essas condições contratuais.

A metodologia aqui sistematizada e proposta pode auxiliar os profissionais ingressantes na área de contratação de energia elétrica a se familiarizar com o processo e a compreender as dificuldades encontradas na elaboração de contratos, reduzindo seu tempo de

treinamento na área. Pode-se modificar e aprimorar os métodos aqui descritos, mas é importante basear-se sempre em um sistema fundamentado e testado em casos reais, como foi realizado neste projeto, principalmente no caso de profissionais menos experientes. Para futuras análises, sugere-se a incorporação de preços ao modelo, permitindo a precificação dos riscos para se avaliar o ponto de maior vantagem financeira.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Glossário. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/glossario>>. Acesso em 29 maio 2020

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS COMERCIALIZADORES DE ENERGIA (ABRACEEL). *Condições Gerais ABRACEEL para Contratação de Compra e Venda de Energia Elétrica* (V1.2). Disponível em <<https://abraceel.com.br/contrato-padrao-abraceel>>. Acesso em 22 abr. 2020.

_____. Mercado livre de energia gerou quase R\$ 200 bi de economia em duas décadas. 2019. Disponível em: <<https://abraceel.com.br/clipping/2019/12/mercado-livre-de-energia-gerou-quase-r-200-bi-de-economia-em-duas-decadas-2/>>. Acesso em 17 jun. 2020.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (CCEE). Glossário de Termos/Interpretações e Relação de Acrônimos (Anexo), Versão 2016.1.0. Disponível em: <<https://www2.aneel.gov.br>>. Acesso em 04 maio 2020

_____. Onde Atuamos, Comercialização. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/comercializacao?_afzLoop=248914315425499&_adf.ctrl-state=13dpnzkvb3_1#!%40%40%3F_afzLoop%3D248914315425499%26_adf.ctrl-state%3D13dpnzkvb3_5>. Acesso em 16 abr. 2020

_____. Obrigações Fiscais na Comercialização de Energia Elétrica, Consumidores Livres e Especiais. Versão 3. 2018. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/portal/faces/aceso_rapido_header_publico_nao_logado/biblioteca_virtual?_adf.ctrl-state=ze1motwnd_35&_afzLoop=2626251073433206#!%40%40%3F_afzLoop%3D2626251073433206%26_adf.ctrl-state%3Dze1motwnd_39>. Acesso em 20 maio 2020

_____. Preços médios. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/o-que-fazemos/como_ccee_atua/precos/>

precos_medios?_afrLoop=73931232978694&_adf.ctrl-state=cr3sy3yd5_1#!%40%40%3F_afrLoop%3D73931232978694%26_adf.ctrl-state%3Dcr3sy3yd5_5>. Acesso em 06 abr. 2020.

_____. Regras de Comercialização. Versão 2020.2.0. 2012. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/portal/faces/oquefazemos_menu_lateral/regras?_afrLoop=181408650158510&_adf.ctrl-state=2wo7tuw37_18#!%40%40%3F_afrLoop%3D181408650158510%26_adf.ctrl-state%3D2wo7tuw37_22>. Acesso em 02 jul. 2020

FARAGE RIZKALLA, FELIPE. Migração Para o Mercado Livre de Energia Elétrica: Estudo de Caso do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/>>. Acesso em 20 maio 2020

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo - Séries Históricas. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9256-indice-nacional-de-precos-ao-consumidor-amplo.html?t=series-historicas>>. Acesso em 06 abr. 2020

MACHADO RIBEIRO, LUÍSA HELENA. *Risco de Mercado na Comercialização de Energia Elétrica: Uma Análise Estruturada com Foco no Ambiente de Contratação Livre - ACL*. 2015. 202 f. Dissertação – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

TOLMASQUIM, MAURÍCIO TIOMNO. Novo Modelo do Setor Elétrico Brasileiro. 2 ed. Brasília, Synergia; EPE, 2015.

ANEXO A - DADOS MENSAIS DE CONSUMO EM [MWh]

Consumidor	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17
1	1054,472	956,395	1134,579	1039,741	1263,271	1249,272
2	547,489	588,293	750,610	614,444	736,222	597,259
3	533,636	554,843	654,092	568,589	646,144	601,116
4	429,117	401,948	492,569	413,252	502,223	459,488
5	756,080	739,908	816,990	668,647	860,332	778,652
6	788,769	819,095	962,145	810,407	917,786	826,971
7	22284,288	21966,854	25409,174	21274,848	23050,253	21400,157
8	1553,256	1158,088	1263,565	1098,466	1386,761	1222,856
9	4055,239	6323,668	9051,494	7998,185	8858,113	6540,487
10	8449,094	7700,097	7469,255	6580,864	7752,841	5736,608
11	219,035	205,106	219,762	180,730	182,500	182,431
12	110,647	104,855	126,903	110,129	118,132	100,442
13	1492,764	671,317	831,559	726,777	843,339	647,590
14	330,764	350,404	369,779	299,816	392,692	370,017
15	2246,441	2116,426	2486,566	2125,170	2381,374	2174,820
16	31,932	28,263	31,753	34,238	36,757	40,132
17	721,710	787,936	860,332	767,748	863,003	866,369
18	13746,854	12081,062	13924,570	11428,147	4341,120	4846,618
19	887,966	831,423	919,472	860,196	885,348	845,453
20	216,923	206,201	281,234	263,106	311,097	237,858
21	985,227	1003,604	1111,412	955,518	1138,416	951,730
22	512,663	449,105	498,558	427,661	470,770	410,310
23	20108,890	20598,221	22494,355	19928,333	20960,218	18998,477

Consumidor	jul/17	ago/17	set/17	out/17	nov/17	dez/17
1	1495,749	1534,065	1333,081	1447,732	1232,753	938,583
2	772,899	789,253	758,648	704,463	656,104	551,061
3	605,013	664,824	617,703	663,604	643,486	626,430
4	482,003	512,843	486,516	524,155	504,842	442,788
5	810,897	755,854	573,274	663,118	780,651	691,146
6	764,914	807,148	761,615	768,137	798,909	703,035
7	21854,275	22896,000	20399,184	22453,632	20711,318	17411,069
8	1290,146	1368,030	1351,108	1514,799	1451,969	1242,680
9	8324,068	8653,953	8077,296	8159,831	8274,701	7919,273
10	7333,056	7506,046	7240,014	7592,314	7142,389	6477,133
11	181,677	185,044	175,897	190,537	169,405	165,276
12	100,642	108,269	107,021	116,109	101,928	90,088
13	886,416	919,032	906,365	1041,460	991,136	802,701
14	369,985	397,318	359,032	393,454	376,629	347,828
15	2372,469	2458,412	2208,421	2390,989	2261,546	1878,567

16	45,595	39,035	39,119	41,979	42,706	41,275
17	890,606	893,909	872,774	898,980	823,966	785,877
18	5168,602	5438,784	5177,050	5064,576	4885,670	5001,869
19	897,594	942,238	887,554	930,701	896,165	730,258
20	268,265	309,514	299,510	302,522	292,363	252,105
21	1068,322	1228,304	1102,444	1249,303	1158,762	939,514
22	281,280	433,675	428,469	455,926	473,654	242,470
23	22470,240	25161,581	19041,062	20078,957	19975,642	12699,802

Consumidor	jan/18	fev/18	mar/18	abr/18	mai/18	jun/18
1	1380,999	1240,187	1269,998	1280,118	1236,805	1319,677
2	562,773	641,382	747,778	712,655	558,844	667,886
3	628,784	590,557	687,970	666,816	595,612	623,964
4	503,277	502,721	567,823	515,597	471,091	514,832
5	748,954	634,800	821,242	774,491	597,618	657,260
6	652,804	727,673	905,422	829,449	741,243	865,408
7	22629,312	18441,706	21632,746	20586,586	18122,342	19601,885
8	1580,131	1348,702	1691,371	1449,669	1192,063	1444,401
9	8265,352	8486,456	9574,125	9052,303	7043,257	6879,926
10	6544,323	6287,291	7231,372	7098,777	6004,772	8752,276
11	187,037	175,997	196,174	183,211	163,730	152,852
12	98,743	87,945	104,769	90,100	85,965	87,252
13	1001,806	944,190	1106,470	993,892	871,983	1080,212
14	398,603	336,884	401,441	374,126	323,520	383,621
15	2345,993	1933,964	2300,473	2237,196	1904,812	2202,962
16	42,584	39,332	42,585	34,914	39,095	39,459
17	895,567	761,403	843,208	804,593	695,660	864,283
18	5138,381	4887,821	5514,125	5176,742	5162,227	5113,344
19	874,870	735,274	852,340	838,631	825,415	871,021
20	265,801	253,854	305,374	313,352	246,232	278,109
21	1327,033	965,586	1252,702	1207,836	962,186	1246,776
22	488,667	407,575	449,967	378,618	372,669	360,738
23	21101,338	19397,184	24034,118	24156,461	19407,648	20664,442

Consumidor	jul/18	ago/18	set/18	out/18	nov/18	dez/18
1	1200,597	1347,559	745,482	1122,541	1036,724	702,576
2	736,908	775,462	633,959	713,681	627,859	508,989
3	699,051	741,908	742,525	793,699	748,198	620,829
4	517,485	504,956	420,733	443,083	455,997	324,380
5	726,767	793,795	622,983	722,510	700,868	404,737
6	879,418	901,198	677,046	799,783	781,175	644,113
7	19349,395	19321,430	15275,434	20547,965	18261,590	14844,960

8	1419,628	1135,970	1439,251	1573,102	1383,962	684,210
9	7033,642	7271,496	6221,746	6228,435	5777,449	5588,624
10	8395,054	8785,963	7687,962	9128,446	8769,751	7673,185
11	165,495	166,001	160,776	164,581	159,882	115,492
12	91,784	89,793	84,478	91,817	85,691	70,924
13	1123,720	1109,237	983,648	1057,435	877,051	737,787
14	356,997	375,863	297,033	351,804	311,005	220,523
15	2064,927	2155,273	1679,839	1897,072	1690,972	1005,645
16	39,514	40,561	37,697	37,375	34,908	37,806
17	755,640	851,862	593,536	750,554	650,506	414,329
18	5427,264	5192,064	4518,413	4953,792	4718,707	4565,952
19	842,909	845,933	538,587	719,429	652,766	565,895
20	286,480	316,276	283,753	291,847	264,119	245,608
21	1109,906	1190,703	981,052	1245,413	1044,099	706,524
22	274,057	409,438	390,555	427,032	407,642	193,267
23	19884,461	21050,650	18371,040	20686,790	14399,229	14302,311

Consumidor	jan/18	fev/18	mar/18	abr/18	mai/18	jun/18
1	1380,999	1240,187	1269,998	1280,118	1236,805	1319,677
2	562,773	641,382	747,778	712,655	558,844	667,886
3	628,784	590,557	687,970	666,816	595,612	623,964
4	503,277	502,721	567,823	515,597	471,091	514,832
5	748,954	634,800	821,242	774,491	597,618	657,260
6	652,804	727,673	905,422	829,449	741,243	865,408
7	22629,312	18441,706	21632,746	20586,586	18122,342	19601,885
8	1580,131	1348,702	1691,371	1449,669	1192,063	1444,401
9	8265,352	8486,456	9574,125	9052,303	7043,257	6879,926
10	6544,323	6287,291	7231,372	7098,777	6004,772	8752,276
11	187,037	175,997	196,174	183,211	163,730	152,852
12	98,743	87,945	104,769	90,100	85,965	87,252
13	1001,806	944,190	1106,470	993,892	871,983	1080,212
14	398,603	336,884	401,441	374,126	323,520	383,621
15	2345,993	1933,964	2300,473	2237,196	1904,812	2202,962
16	42,584	39,332	42,585	34,914	39,095	39,459
17	895,567	761,403	843,208	804,593	695,660	864,283
18	5138,381	4887,821	5514,125	5176,742	5162,227	5113,344
19	874,870	735,274	852,340	838,631	825,415	871,021
20	265,801	253,854	305,374	313,352	246,232	278,109
21	1327,033	965,586	1252,702	1207,836	962,186	1246,776
22	488,667	407,575	449,967	378,618	372,669	360,738
23	21101,338	19397,184	24034,118	24156,461	19407,648	20664,442

Consumidor	jul/18	ago/18	set/18	out/18	nov/18	dez/18
1	1200,597	1347,559	745,482	1122,541	1036,724	702,576
2	736,908	775,462	633,959	713,681	627,859	508,989
3	699,051	741,908	742,525	793,699	748,198	620,829
4	517,485	504,956	420,733	443,083	455,997	324,380
5	726,767	793,795	622,983	722,510	700,868	404,737
6	879,418	901,198	677,046	799,783	781,175	644,113
7	19349,395	19321,430	15275,434	20547,965	18261,590	14844,960
8	1419,628	1135,970	1439,251	1573,102	1383,962	684,210
9	7033,642	7271,496	6221,746	6228,435	5777,449	5588,624
10	8395,054	8785,963	7687,962	9128,446	8769,751	7673,185
11	165,495	166,001	160,776	164,581	159,882	115,492
12	91,784	89,793	84,478	91,817	85,691	70,924
13	1123,720	1109,237	983,648	1057,435	877,051	737,787
14	356,997	375,863	297,033	351,804	311,005	220,523
15	2064,927	2155,273	1679,839	1897,072	1690,972	1005,645
16	39,514	40,561	37,697	37,375	34,908	37,806
17	755,640	851,862	593,536	750,554	650,506	414,329
18	5427,264	5192,064	4518,413	4953,792	4718,707	4565,952
19	842,909	845,933	538,587	719,429	652,766	565,895
20	286,480	316,276	283,753	291,847	264,119	245,608
21	1109,906	1190,703	981,052	1245,413	1044,099	706,524
22	274,057	409,438	390,555	427,032	407,642	193,267
23	19884,461	21050,650	18371,040	20686,790	14399,229	14302,311