

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

BRUNO FENSTERSEIFER DIAS

**METODOLOGIA PARA ANÁLISE ECONÔMICA ENTRE
A PERMANÊNCIA DO CONSUMIDOR NO MERCADO
REGULADO E A MIGRAÇÃO PARA O MERCADO LIVRE
COM AUXÍLIO DE COMERCIALIZADOR VAREJISTA**

Porto Alegre

2018

BRUNO FENSTERSEIFER DIAS

**METODOLOGIA PARA ANÁLISE ECONÔMICA ENTRE A PERMANÊNCIA
DO CONSUMIDOR NO MERCADO REGULADO E A MIGRAÇÃO PARA O
MERCADO LIVRE COM AUXÍLIO DE COMERCIALIZADOR VAREJISTA**

Orientadora: Prof^a. Dra. Gladis Bordin

**Porto Alegre
2018**

BRUNO FENSTERSEIFER DIAS

METODOLOGIA PARA ANÁLISE ECONÔMICA ENTRE A PERMANÊNCIA DO CONSUMIDOR NO MERCADO REGULADO E A MIGRAÇÃO PARA O MERCADO LIVRE COM AUXÍLIO DE COMERCIALIZADOR VAREJISTA

Profª. Dra. Gladis Bordin

Prof. Dr. Ály Ferreira Flores Filho

Aprovado em: 17/01/2018

BANCA EXAMINADORA

Profª. Drª. Gladis Bordin - UFRGS _____

Prof. Dr. Paulo Eckert - UFRGS _____

Eng. Júlio Cesar Kist Assmann – Ludfor Energia Ltda _____

Dedico este trabalho a Deus, aos meus pais e todos aqueles que me auxiliaram e tornarem este trabalho possível.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e demais familiares, por terem sempre me apoiado e sem os quais não teria chegado até aqui.

Aos meus colegas e amigos que tanto me auxiliaram ao longo do curso e na confecção deste trabalho.

A Prof^a. Dr^a. Gladis, pelo tempo disponibilizado e orientação ao longo deste ano de trabalho.

A Deus, a quem devo tudo, e que tornou tudo isto possível e colocou estas pessoas em minha vida.

As pequenas oportunidades são,
frequentemente, o início de grandes
empreendimentos.

Demóstenes

RESUMO

A proposta deste trabalho é apresentar uma metodologia que avalie a viabilidade econômica e permita indicar os riscos associados ao se utilizar o comercializador varejista, a mais nova modalidade de agente regulamentado, para uma possível migração para o mercado livre. Essa migração envolve variáveis de caráter aleatório e comportamental dos agentes de mercado. Neste sentido, a metodologia aqui proposta considera estas variáveis, através de distribuições de probabilidade a todas as variáveis envolvidas nas variáveis de mérito. Em geral, os contratos de compra de energia têm duração superior a 6 meses. Assim, foram construídos cenários de compra de energia considerando prazos de contratos de 6 meses a 2 anos. As variáveis que compõe o modelo são influenciadas pelo cenário econômico brasileiro e, principalmente, pelas condições climatológicas e de geração. Para avaliar a metodologia proposta, os cenários são testados e verifica-se o efeito que as possíveis oscilações nas variáveis envolvidas teriam na viabilidade econômica de uma possível migração. Este trabalho visa estudar a viabilidade econômica e os riscos envolvidos na migração de uma empresa do ramo de telecomunicações para o mercado livre de energia. A empresa atualmente apresenta uma demanda de potência inferior ao valor mínimo estabelecido para a migração como consumidor especial, ou seja, $500kW$. Finalizando o trabalho, com uso de análise de sensibilidade, foram verificadas as variáveis que tem maior efeito no risco total, seja por grandes variabilidades intrínsecas às mesmas, seja por falta de informações sobre seu comportamento. A análise realizada permite concluir se o cliente deve permanecer no mercado regulado ou migrar para o mercado livre, além de revelar as variáveis cujos impactos no resultado final são mais acentuados.

Palavras-chave: energia elétrica, mercado livre, risco, comercializador varejista.

ABSTRACT

Thus, the main goal of this work is to present a methodology that can evaluate if the chance is economically viable and point out the risks associated with using the services of the retailer marketer, the new type of certified agent. As this work involves many highly random variables, the method adopted seeks to take these effects into account, assigning a probability distribution to every variable involved in the merit variables. Most contracts in the energy market are established for periods longer than six months. For that reason the scenarios proposed in this work were made considering contracts from 6 months up to 2 years. The variables used are influenced by the Brazilian economic scenario and climatic and power generation effects. In order to analyze the methodology, scenarios were made to determine the impact that fluctuations could have on the viability of the change of markets. The goal of this study is to determine the economic viability and the risks involved on a telecommunications company changing from the conventional energy market to the free energy market. The company's current power demand is not high enough to allow it to access the free energy market directly, that is, $500kW$. Lastly, the variables that were responsible for larger portions of the risks, because of lack of information, or because it's in their nature, were determined with the sensitivity analyses. The analysis made allows the determination of whether it is possible to change from one market to another and the variables that have the most relevant impact on the final result.

Keywords: electricity, free market, retailer marketer.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estrutura geral da metodologia proposta.....	21
---------------------------------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados do consumidor	30
Tabela 2 - Valores das variáveis utilizadas	31
Tabela 3 - Valores de contrato do ACL	32
Tabela 4 - Resultados do cenário de referência	33
Tabela 5 - Resultados do cenário 2	34
Tabela 6 - Resultados do cenário 3	35
Tabela 7 - Resultados do cenário 4	36
Tabela 8 - Resultados do cenário 5	37
Tabela 9 - Síntese de resultados	38

LISTA DE ABREVIATURAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ACL	Ambiente de Contratação Livre
SIN	Sistema Interligado Nacional
ACR	Ambiente de Contratação Regulado
SEP	Sistema Elétrico de Potência
VPL	Valor Presente Líquido
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
RGE	Rio Grande Energia
CEEE-D	Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica
P	Horário de Ponta
NP	Horário Fora de Ponta
PLD	Preço de Liquidação de Diferenças
TUSD	Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Motivação.....	12
1.2	Apresentação do problema	12
1.3	Objetivos	13
1.4	Estrutura do trabalho.....	14
2	LEGISLAÇÃO TARIFÁRIA	15
2.1	Introdução	15
2.2	Diferenciação de tarifas.....	15
3	CONCEITOS ECONÔMICOS E PROBABILÍSTICOS	18
3.1	Variáveis econômicas	18
3.2	Abordagem probabilística.....	18
4	METODOLOGIA PROPOSTA	21
4.1	Composição geral da metodologia.....	21
4.2	Consumo e dados da empresa	22
4.3	Custo mercado cativo	23
4.4	Custo mercado livre	24
4.5	Análise econômica	26
4.6	Análise de risco	27
5	ESTUDOS DE CENÁRIO	29
5.1	Cenário 1: Referência	31
5.2	Cenário 2: Otimismo e crescimento	33
5.3	Cenário 3: Retração econômica e instabilidade	34
5.4	Cenário 4: Favorecimento hídrico	35
5.5	Cenário 5: Escassez hídrica.....	36
6	Conclusões.....	39

6.1	Estudos de cenário	39
6.2	Metodologia.....	39
7	REFERÊNCIAS	41

1. INTRODUÇÃO

1.1 MOTIVAÇÃO

A energia elétrica é uma necessidade básica de todos os tipos de empresa, seja acionando grandes máquinas, seja fornecendo iluminação e alimentando computadores. Por ser indispensável, este insumo básico resulta em custos mensais significativos as empresas. Assim, reduzir estes custos é uma busca de todas as empresas, a fim de reduzir os custos de produção e o impacto no preço final de seus produtos. Os meios atualmente disponíveis de se obter o fornecimento de energia elétrica são o mercado regulado, o mercado livre e a autogeração. O mais tradicional e conhecido modo de fornecimento é o mercado regulado, estabelecido por intermédio de concessionárias de distribuição como, por exemplo, RGE e CEEE-D.

A geração própria apresenta a vantagem de tornar a empresa quase ou até independente do fornecimento da rede básica, mas também envolve custos elevados de instalação e/ou manutenção. O mais recente meio de se obter energia elétrica, é através de contratos no mercado livre de energia. No caso sob análise a geração própria não é uma opção considerada devido ao elevado capital inicial necessário. Assim, avaliar a forma que envolve os menores custos por *kWh* consumido, implica em reduzir os impactos nos gastos com energia do cliente. Pelo uso de variáveis dependentes do mercado de energia e a situação político-econômico do Brasil, a qualquer decisão estão envolvidos riscos e incertezas que também precisam ser estudados.

1.2 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

O objeto de estudo deste trabalho é a situação de uma empresa da região sul, cujo histórico de consumo e custos de energia elétrica foram obtidos para os últimos seis anos. A fim de buscar uma forma de reduzir os gastos com energia elétrica, a possibilidade de migrar para o mercado livre foi levantada como forma de reduzir o valor pago por *kWh*, mantendo os mesmos padrões de qualidade, confiabilidade e segurança da energia elétrica fornecida. Por não ter uma demanda de potência suficiente para migrar para o mercado livre da forma direta, torna-se necessário o envolvimento de um comercializador varejista como representante junto à Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE, órgão onde são homologados os contratos de energia. O critério econômico utilizado na avaliação da viabilidade

econômica é o Valor Presente Líquido - VPL, considerando impostos e margens do comercializador varejista. Para a taxa mínima de atratividade é considerado que a empresa tem aversão ao risco e o comparativo são as taxas ofertadas pela aplicação no tesouro direto.

Em função do nível de demanda da empresa, a única forma de migrar para o mercado livre seria com o auxílio do comercializador varejista. Uma segunda possibilidade foi considerada para uma possível regulamentação da consulta pública 33, que se vigente, permitiria a migração direta ao mercado livre.

O VPL, quando comparados os custos do mercado livre aos custos atuais no mercado cativo é o fator de maior importância a ser determinado, por apontar se haverá prováveis reduções nos custos pagos na fatura de energia elétrica caso este seja positivo.

A análise das variáveis mais sensíveis do VPL quanto ao risco torna possível apontar quais dados adicionais são necessários para se obter avaliações mais confiáveis. As variáveis para as quais o valor presente líquido é mais sensível também indicam quais os fatores mais vulneráveis a variações. Neste sentido, o presente trabalho tem os objetivos descritos a seguir.

A fim de verificar o comportamento das opções de contratação, foram elaborados cenários que utilizam os valores históricos com modificações nas variáveis de mercado (como, por exemplo, preços de consumo) ou nas variáveis do consumidor (como, por exemplo, consumo mensal do cliente), revelando assim os efeitos que oscilações no mercado de energia ou na produção do consumidor poderiam ter.

1.3 OBJETIVOS

- Desenvolver uma metodologia que auxilie a redução do risco de migração ao ACL, com apoio de comercializador varejista.
- Estimar o risco e identificar as principais fontes de risco na troca de fornecedor.
- Avaliar as opções de fornecimento de energia.
- Determinar entre as opções a de menor custo, e que melhor se enquadra com o perfil do consumidor.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho é composto por seis capítulos, incluindo este introdutório, como descrito a seguir.

O Capítulo 2 traz uma breve descrição das tarifas envolvidas na precificação da energia consumida, necessárias na elaboração do modelo aqui proposto, bem como as respectivas normas que as instituíram.

No Capítulo 3 é feita uma revisão da abordagem financeira e dos conceitos probabilísticos utilizados na metodologia proposta.

O Capítulo 4 descreve a metodologia utilizada no tratamento dos dados e nas avaliações de risco e viabilidade econômica.

O Capítulo 5 apresenta os estudos de cenário, sendo que cada cenário apresenta características próprias e avaliações independentes entre si, mas todos relacionados ao cenário de referência, que utiliza os valores históricos do consumidor sob análise visando testar a metodologia proposta.

Finalizando o trabalho, o Capítulo 6 descreve as conclusões e a relação de variáveis principais geradoras de riscos e suas respectivas considerações.

2. LEGISLAÇÃO TARIFÁRIA

2.1 INTRODUÇÃO

Buscando uma comparação entre os custos atuais e os prováveis custos que uma migração para o mercado livre resultaria, é necessário compreender os mecanismos que regem os custos, tanto no mercado cativo, quanto no mercado livre de energia. O ACL, estabelecido em 1995 com a Lei 9074, teve sua expansão com a publicação da Resolução Normativa 109 de 26 de outubro de 2004, ANEEL (2004). Até 2004, a incerteza regulatória dificultou a adesão de consumidores ao mercado livre. Nunes (2009) aponta que a partir de 2004 o número de agentes começou a aumentar, e desde então, continuou a crescer anualmente. Com o intuito de regular o mercado brasileiro de energia, foi criada em 1996 a Agência Nacional de Energia Elétrica, ANEEL, com a Lei 9427, Brasil (1996).

2.2 DIFERENCIAÇÃO DE TARIFAS

No ACR, conforme Vivian (2015), há duas modalidades básicas de tarifa para consumidores da categoria da empresa sob estudo (A4): a horo-sazonal azul e horo-sazonal verde. Na modalidade horo-sazonal verde, o preço do consumo é dividido em duas partes: consumo em horário de ponta e consumo fora do horário de ponta. O custo de demanda de potência é único, sendo válido para todos os horários do dia. Na horo-sazonal azul, os preços de consumo e demanda de potência são diferenciados para o horário de ponta e horário fora de ponta. No caso da empresa cujos consumos de energia elétrica foram estudados, foi adotada a modalidade horo-sazonal verde, em função do consumo no horário de pico representar menos de 10% do total demandado.

Além dos custos normais da concessionária de energia elétrica, as bandeiras tarifárias, regidas conforme apresentado pela ANEEL (2013), também contribuem para o custo final da fatura de energia elétrica. Segundo Butzge (2016), as bandeiras tarifárias, compostas por quatro categorias, se dividem em bandeira Verde, Amarela, Vermelha de primeiro patamar e Vermelha de segundo patamar. As bandeiras são instituídas conforme os custos marginais de geração do SIN. A bandeira Verde não apresenta custos extras aos consumidores e é instituída quando o custo unitário da última usina despachada for menor do que 211,28 R\$/MWh. A bandeira Amarela, até a data de fechamento deste trabalho (setembro de 2017), implica em um custo de

15,00 R\$/MWh na tarifa de energia elétrica e é utilizada quando o custo unitário da última usina despachada estiver entre 211,28 R\$/MWh e 422,56 R\$/MWh. A bandeira tarifária vermelha apresenta dois patamares: o primeiro patamar, aplicado quando o custo marginal da última usina despachada estiver entre 422,56 R\$/MWh e 610,00 R\$/MWh e gera um custo adicional de 30 R\$/MWh na fatura de energia elétrica. Por fim, o segundo patamar da bandeira vermelha é utilizado quando são registrados os maiores custos marginais da última unidade despachada, acima de 610,00 R\$/MWh, e resulta em um acréscimo de 45 R\$/MWh nos custos de energia elétrica. É importante salientar que consumidores do ACL, por estabelecerem contratos diretos com os agentes geradores, não pagam os custos destas bandeiras tarifárias.

O ACL apresenta três tipos principais de consumidores. O primeiro tipo, estabelecido pela Lei 9074 de 1995, Brasil (1995), é o consumidor livre, cuja demanda de potência é igual ou superior a 3MW e que tem representação própria junto a CCEE. O segundo tipo é o consumidor livre de energia incentivada, regido pela Resolução normativa número 506 da ANEEL, ANEEL (2012). A fim de estimular o consumo de energias renováveis, foi criada a categoria de consumidores livres que somente podem comprar energia elétrica de fontes renováveis e que precisam ter uma demanda de potência igual ou superior a 500kW. Ainda, estes consumidores têm subcategorias que apresentam descontos nos custos de transmissão e distribuição de energia, que variam de zero a 100%. Butzge (2016) cita o mais recente tipo que são os consumidores representados por um comercializador varejista. Caso uma empresa não possua demanda suficiente para ingressar no mercado livre, e ainda assim o deseje fazer, esta empresa pode comprar a energia de um comercializador varejista, que passa a representar a empresa junto a CCEE. O comercializador varejista compra montantes grandes o suficiente para atuar no mercado livre, e revende este montante para seus clientes em partes menores.

A nova modalidade de agente no mercado livre de energia, estabelecida pela Resolução Normativa 570 de 2013, ANEEL(2013), passou por modificações em 2016 que auxiliaram na regulamentação e nos processos de adesão deste agente. Como a Resolução Normativa 622, ANEEL (2014) estabelece garantias que os agentes devem apresentar para ingressar no mercado livre, a adesão inicial nesta forma de atuação foi baixa logo que instaurada. O comercializador varejista é o responsável junto a CCEE pela energia negociada, assim, recai sobre este os riscos

e custos, caso um ou mais clientes não consigam honrar seus compromissos e/ou apenas parte da energia comprada for revendida.

Conforme NUNES (2009), os custos de instalação, capital e manutenção das linhas que transportam a energia elétrica brasileira é pago pela Tarifa de Uso da Transmissão (TUST) e pela Tarifa de Uso de Distribuição (TUSD). Estabelecidas pela Resolução Normativa 559, de 2013, todos os consumidores, tanto do ACR, quanto do ACL, devem pagar pelo uso do sistema de transporte de energia elétrica. Estas linhas de transmissão e distribuição, junto com as subestações, formam o Sistema Interligado Nacional (SIN). As tarifas são reajustadas anualmente pela ANEEL, o órgão regulador do setor elétrico, ANEEL (2016).

3. CONCEITOS ECONÔMICOS E PROBABILÍSTICOS

3.1 VARIÁVEIS ECONÔMICAS

Segundo Gonçalves (2009), “O lucro é a finalidade racional de uma empresa, mas também é necessário determinar se este lucro é bom, adequado ou mesmo máximo. Assim, é necessário avaliar a taxa de retorno e outras variáveis de mérito e compará-las a outros investimentos disponíveis no mercado. Uma taxa de retorno possível de se considerar, em uma primeira análise, é a taxa básica de juros, que representa emprestar o dinheiro ao governo, e não investir”. Ainda, Gonçalves (2009) determina a taxa de retorno pela Equação (1).

$$\text{taxa de retorno} = \frac{\text{Lucros no período}}{\text{investimento inicial}} \quad (1)$$

Puccini (2011) apresenta a Equação (2) para calcular o valor presente de uma dada receita em um dado período e a receita total como sendo a soma aritmética simples dos valores presentes de cada receita.

$$\text{Valor presente} = \frac{\text{receita}}{(1 + \text{juros})^t} \quad (2)$$

Para os fins deste trabalho, t é o número de meses à frente em que ocorreu a receita. Assim, uma das avaliações da viabilidade econômica é dada pela Equação (3), conforme apresentado em Puccini (2011).

$$\text{Valor presente líquido} = -\text{investimento} + \sum_{t=1}^n \frac{\text{receita}}{(1 + \text{custo de capital})^t} \quad (3)$$

3.2 ABORDAGEM PROBABILÍSTICA

Esta seção foi elaborada com base em Marchetti (1995). Ao fazer a análise de riscos e viabilidade econômica da migração da empresa para o ACL, adota-se uma abordagem probabilística, visto que, segundo Marchetti (1995), esta permite considerar as atitudes do investidor quanto ao risco, identificar as variáveis causadoras do risco e quantificar de forma mais completa o risco, não apenas atribuindo um valor a variável de mérito. Neste intuito, são realizados para cada cenário escolhido e apresentados no capítulo 5, 5 passos na avaliação do mérito da migração.

O primeiro passo foi à construção do modelo de análise, determinando quais as variáveis envolvidas em cada cenário para a determinação das variáveis de mérito. O segundo passo foi a atribuição de distribuições de probabilidade para cada uma das variáveis envolvidas, baseadas nos comportamentos demonstrados pelos dados disponíveis. A seguir foram realizadas sucessivas simulações dos modelos a fim de gerar uma amostra da variável de mérito resultante e um valor de referência.

Por se tratar de uma abordagem probabilística, é necessário estabelecer um intervalo de confiança para se estabelecer a média resultante da amostra. No terceiro passo, a exemplo do que foi adotado em Marchetti (1995), foi adotado um intervalo de confiança de 95% de confiança para a determinação da média que estima a população a partir da amostra. Marchetti (1995) apresenta a Equação (4) para o cálculo da variação da média dado o intervalo de confiança estipulado e um número de amostras.

$$Número_{amostras} = \frac{Z^2 * \sigma^2}{\Delta_{média}^2} \quad (4)$$

Na Equação (4), $Número_{amostras}$ é o número de amostras obtidas, Z é o valor equivalente a 95% de confiança da tabela normal para este trabalho, σ é o desvio padrão da amostra e $\Delta_{média}$ é o intervalo para o qual, dada a confiança estipulada, se encontra a média da população.

O quarto passo é realizar alterações no comportamento de cada variável envolvida, mantendo as demais inalteradas. Assim foi determinado o impacto que uma mudança em cada variável tem no resultado final, conforme apontado em Marchetti (1995). Após a determinação das variáveis mais sensíveis, e, portanto, causadoras de risco, conforme mostrado em Marchetti (1995), foram avaliadas formas de se reduzir o risco destas variáveis, seja indicar necessidade de mais dados sobre seu comportamento até atribuindo a distribuição de probabilidade e a variabilidade da variável como sendo a fonte de risco.

De posse da média e do desvio padrão resultantes, o quinto passo utiliza a diferença entre a média e o valor nulo que resulta na distância do investimento de deixar de ser lucrativo. Ao dividir esta distância pelo desvio padrão é obtido o valor Z , que com o auxílio de uma tabela normal, permite determinar a chance de o investimento ser lucrativo, conforme apresentado em Marchetti (1995).

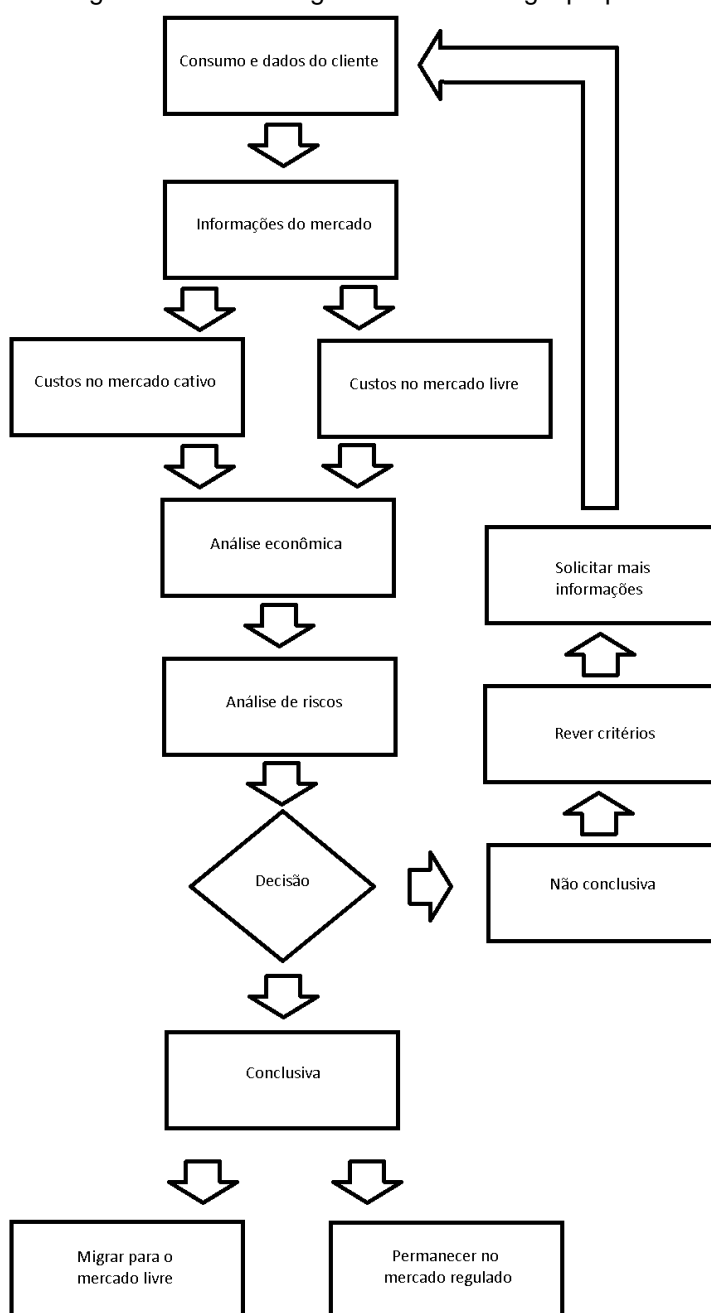
Este capítulo apresentou os conceitos econômicos e probabilísticos, que embasam a fundamentação teórica da metodologia proposta, apresentada no próximo capítulo.

4. METODOLOGIA PROPOSTA

4.1 COMPOSIÇÃO GERAL DA METODOLOGIA

Neste capítulo é apresentada a metodologia proposta, com base na fundamentação teórica apresentada nos capítulos anteriores. A metodologia é composta por seis etapas principais: a determinação das variáveis de consumo da empresa, das variáveis de mercado, de custo do mercado cativo, de custo do mercado livre, a análise econômica comparativa e a análise de risco. A Figura 1 ilustra a estrutura da metodologia proposta.

Figura 1 – Estrutura geral da metodologia proposta



As primeiras variáveis trabalhadas na metodologia proposta são os dados de consumo e demanda de energia elétrica do cliente, utilizadas nas demais etapas. De posse dos dados de consumo e demanda de energia, os custos do mercado cativo compõe o passo seguinte, envolvendo desde o custo direto por consumo até o impacto gerado pelas bandeiras tarifárias. Paralelamente, os custos obtidos com uma possível migração ao mercado livre engloba o terceiro passo.

Na análise econômica os custos dos dois mercados são empregados para determinar o valor presente líquido (VPL), junto com a influência dos impostos e taxas de retorno envolvidas. A análise econômica foi proposta para 6 meses, 1 ano, 1 ano e meio e 2 anos. Esta etapa fornece os indicadores de viabilidade econômica.

A etapa seguinte compara os valores obtidos na análise econômica com os obtidos repetindo a análise econômica para modificações de 10% na média para cada variável, mantendo as demais inalteradas. Esta última etapa fornece a base para analisar as variáveis com maior impacto na análise.

A última etapa antes da tomada de decisão é calcular, para cada cenário, a probabilidade de se obter lucro, para cada uma das modalidades de contratação, em função da média e desvio padrão obtidos na análise econômica.

De posse dos resultados de viabilidade econômica e de risco, o investidor, determina se os resultados são suficientes para a tomada de decisão. Embora um valor positivo na viabilidade econômica aponte que é vantajoso investir, ou no caso, migrar, este resultado ainda deve ser avaliado em conjunto com os resultados da análise de risco, que pode ou não indicar que uma decisão economicamente viável é muito arriscada. A mesma análise deve ser feita para os casos em que a análise econômica aponte um valor resultante negativo.

Caso seja determinado que as análises não foram conclusivas, devem ser revistos os dados utilizados e devem ser buscados mais dados sobre as variáveis de maior risco, além de se rever os critérios de investimento utilizados.

Uma análise conclusiva leva à tomada de decisão de migrar ou não para o mercado livre de energia.

4.2 CONSUMO E DADOS DA EMPRESA

O consumo de energia elétrica do cliente é dividido em consumo no horário de ponta e consumo no horário fora de ponta. Ambos os consumos foram obtidos das

faturas de energia elétrica fornecidas pela concessionária de energia elétrica. As medições da concessionária são mensais, e como o faturamento também ocorre em um regime mensal, o consumo mensal, tanto para o horário de ponta, quanto para o horário fora de ponta foram contabilizadas mensalmente, assim como todas as demais variáveis utilizadas neste trabalho.

As faturas de energia elétrica fornecidas pela concessionária também fornecem os encargos dos impostos devidos, que neste trabalho foram considerados de forma simplificada como sendo apenas um imposto que totaliza 20% dos custos finais de cada mercado.

4.3 CUSTO MERCADO CATIVO

De acordo com ANEEL (2010), os preços praticados pela concessionária são fixos para um período de um ano, embora decisões governamentais possam ainda influenciar estes preços.

No ACR, em específico na modalidade contratada pela empresa, os custos de energia são divididos em consumo no horário de ponta e em consumo fora de ponta, cada um com seus respectivos custos, conforme a Equação (5), onde é determinado o custo de energia inicial do ACR.

$$\begin{aligned} \text{Custo inicial ACR} \\ = \text{Preço}_{\text{Ponta}} \cdot \text{Consumo}_{\text{ponta}} + \text{Preço}_{\text{Fora de ponta}} \\ \cdot \text{Consumo}_{\text{Fora de ponta}} \end{aligned} \quad (5)$$

As bandeiras tarifárias podem assumir apenas quatro níveis, verde, amarela, vermelha de primeiro patamar e vermelha de segundo patamar. Em função de estas serem definidas pelo custo marginal de operação do sistema, a série histórica é utilizada para projetar as bandeiras que são empregadas durante o período, considerando que as probabilidades de cada bandeira ser a empregada é igual à obtida na série histórica.

Ao custo inicial do ACR são somados os eventuais custos da bandeira tarifária vigente, conforme mostra a Equação (6).

$$\text{Custo ACR} = \text{Custo inicial ACR} + \text{Preço}_{\text{Bandeira vigente}} \cdot \text{consumo} \quad (6)$$

O preço final do ACR é dado pelo Custo das bandeiras tarifárias e consumo de energia, multiplicados pelos impostos devidos, obtidos como uma porcentagem dos custos totais, conforme a Equação (7).

$$\text{Custo Final ACR} = \text{Custo ACR} \cdot (1 + \text{Impostos}_{\%/100}) \quad (7)$$

Por se tratarem de diversos impostos, cada um com alíquota própria, considerou-se para os impostos um valor único que engloba todos os impostos envolvidos.

4.4 CUSTO MERCADO LIVRE

Como os preços de energia do mercado livre ocorrem por contratos bilaterais, utiliza-se um valor de referência para determinar os preços que seriam obtidos com um contrato. Como uma das grandes vantagens dos contratos de energia do mercado livre é o fato de os preços, após acordados, serem fixos, o valor a ser determinado para cada análise é o preço inicial por *kWh* acordado. A opção de permanecer no mercado de curto prazo também é possível, embora esta opção seja mais arriscada por utilizar, para cada mês, o valor de mercado, que tem grandes flutuações.

Após consultar profissionais atuantes no comércio varejista do mercado livre, cujos nomes não serão citados por uma questão de confidencialidade, foi constatado que até a data da confecção deste trabalho os preços praticados pelo comercializador varejista não diferem daqueles praticados em contratos normais.

Foram buscados valores de contrato com profissionais da área de contratos no mercado livre de energia, e foram obtidos cinco valores de contrato para a compra de energia incentivada e cinco valores de contratos de energia convencional. Como foge do escopo deste trabalho determinar os preços de contrato praticados no ACL foram utilizados os cinco valores para cada tipo de contrato com cada um tendo as mesmas probabilidade de ocorrência, ou seja, equiprováveis.

Nos contratos é estipulado um montante de energia a ser consumida pela empresa para cada mês. Caso o consumo exceda este valor, o consumo excedente será cobrado segundo o valor do PLD. O custo do ACL é dado pela Equação (8).

$$\text{Custo ACL} = \text{Custo}_{\text{Contrato}} \cdot \text{Consumo} + \text{Consumo}_{\text{Excedente}} \cdot \text{PLD} \quad (8)$$

Nesta Equação, *Consumo* é o valor consumido total, tanto no horário de ponta quando fora do horário de ponta, pela empresa, até um máximo igual ao valor

contratado. $Consumo_{Excedente}$ é o total consumido acima do valor estipulado em contrato.

O custo final no ACL é dado pela Equação (9), sendo composto pelo produto dos custos de energia do ACL pelos impostos devidos.

$$Custo\ Final\ ACL = Custo\ ACL \cdot (1 + Impostos_{\%/100}) \quad (9)$$

Da mesma forma que no ACR, os impostos foram agregados em um único valor que engloba todos os impostos envolvidos.

Para as análises com contratos que envolvam energia incentivada, foram determinados de forma simplificada os custos da TUSD em função da demanda e do consumo da empresa para cada mês. Este custo é subtraído do custo do ACL multiplicado pela cota de desconto que o contrato fornece como redução dos custos de transmissão e distribuição.

Assim, o custo final do ACL para o caso em que é utilizada energia incentivada é apresentada pela Equação (10).

$$\begin{aligned} &Custo\ Final\ ACL \\ &= (Custo\ ACL - Desconto_{demanda} - Desconto_{consumo\ ponta}) \cdot (1 \\ &+ Impostos_{\%/100}) \end{aligned} \quad (10)$$

Na Equação (10), $Desconto_{demanda}$ é o desconto no custo pela demanda utilizada e $Desconto_{consumo\ ponta}$ é o desconto na TUSD pelo consumo no horário de ponta, ambas em função de ter sido utilizada energia incentivada.

O histórico de demanda de energia da empresa durante o período foi utilizado para simular a demanda, de forma análoga ao que foi realizado para o consumo.

Os preços de demanda foram obtidos da Resolução homologatória, ANEEL (2016). Para os custos da demanda é contratado um valor de demanda máxima para o mês a um custo dado pela concessionária. Caso a empresa ultrapasse o valor de demanda contratada, esta deve pagar o excedente de demanda a um preço de ultrapassagem, também dado pela resolução homologatória. Os custos da demanda são dados pela Equação (11).

$$\begin{aligned} &Custo_{demanda} = Demanda_{contratada} \cdot Preço_{demanda\ contratada} + Demanda_{excedente} \\ &\cdot Preço_{demanda\ ultrapassada} \end{aligned} \quad (11)$$

Na Equação (11), $Preço_{demanda\ contratada}$ é o preço repassado pela concessionária para o valor contratado de demanda, $Demanda_{contratada}$, cujo valor para a empresa é de 415kW.

O custo resultante da TUSD por consumo é dado em função do consumo de energia. Os custos da TUSD se dividem em preço por consumo em horário de ponta com fator de potência indutivo e outro com fator de potência capacitivo, e preço por consumo em horário fora de ponta com fator de potência indutivo e outro com fator de potência capacitivo. Como para todos os preços da energia foram iguais, tanto para consumo com fator de potência indutivo, quanto para fator de potência capacitivo, foi considerado apenas um preço para horário de ponta e outro para horário fora de ponta. Todavia, como os descontos não se aplicam a TUSD no horário fora de ponta, os preços neste horário não foram considerados por serem aplicados tanto no ACR quanto no ACL.

O preço da TUSD por consumo é dado pela Equação (12), sendo utilizados os mesmos valores de consumo no horário de ponta empregados nos cálculos de custo do ACL e ACR.

$$Custo_{TUSD\ consumo} = Consumo_{ponta} \cdot Preço_{consumo\ ponta} \quad (12)$$

A Equação (13) apresenta o preço final do ACL quando utilizada energia incentivada.

$$\begin{aligned} &Custo\ Final\ ACL \\ &= (Custo\ ACL - (Custo_{demanda} + Custo_{TUSD\ consumo\ ponta}) \\ &\cdot porcentagem_{energia\ incentivada}) \cdot (1 + Impostos_{\%}/100) \end{aligned} \quad (13)$$

Na Equação (13), $porcentagem_{energia\ incentivada}$ é a porcentagem de desconto dividida por 100 obtida no contrato pela contratação de energia incentivada.

4.5 ANÁLISE ECONÔMICA

Por se tratar de uma análise comparativa entre os custos do ACL e o ACR, o lucro foi definido como sendo a diferença de custos entre ambos. Assim, todos os custos que foram verificados em ambos os ambientes serão desconsiderados, pois estes devem ser pagos independentemente do ambiente de contratação escolhido e por se anularem quando comparados. Desta forma, a Equação (14) apresenta a receita para cada período da análise.

$$Receitas = custo\ final_{ACR} - custo\ final_{ACL} \quad (14)$$

Nesta é considerada como uma receita positiva quando o custo do ACL é menor que o do ACR, pois isto representa que o preço a ser pago após a migração é menor do que seria pago se não houvesse sido feita a migração.

O valor presente líquido é calculado segundo a Equação (3), apresentada no capítulo 3.

As Equações (15) e (16) resumem, respectivamente, o cálculo do VPL para a compra de energia convencional e para a compra de energia incentivada.

$$Vpl_{convencional} = \left(\frac{1}{N}\right) \cdot \sum_{n=1}^{25000} -inv_n + \sum_{m=1}^{24} ((Cp_{n,m} \cdot Pp_{n,m} + Cnp_{n,m} \cdot Pnp_{n,m} + B_{n,m} \cdot (Cp_{n,m} + Cnp_{n,m}) - ((Cp_{n,m} + Cp_{n,m}) * Pl_{n,m} + Cex_{n,m} * PLD_{n,m})) \cdot Iimp_{n,m} / ((1 + Tr_{n,m})^m) \quad (15)$$

$$Vpl_{incentivada} = \left(\frac{1}{N}\right) \cdot \sum_{n=1}^{25000} -inv_n + \sum_{m=1}^{24} (Cp_{n,m} \cdot Pp_{n,m} + Cnp_{n,m} \cdot Pnp_{n,m} + B_{n,m} \cdot (Cp_{n,m} + Cnp_{n,m}) - ((Cp_{n,m} + Cp_{n,m}) * Pl_{n,m} + Cex_{n,m} \cdot PLD_{n,m}) - (D_{n,m} \cdot Pd_{n,m} + Dult_{n,m} \cdot Pult_{n,m} + Cp_{n,m} \cdot Pd_{n,m}) \cdot Desconto_{incentivada}) \cdot Iimp_{n,m} / (1 + Tr_{n,m})^m \quad (16)$$

Tanto para a Equação (15) quanto para a Equação (16), $Cp_{n,m}$ é o consumo no horário de ponta do mês m , da amostra n . $Cnp_{n,m}$ é o consumo fora de ponta do mês m , da amostra n . $Pp_{n,m}$ é o preço por consumo no horário de ponta do mês m , da amostra n . $Pnp_{n,m}$ é o preço do consumo no horário fora de ponta do mês m , da amostra n . $B_{n,m}$ é o preço da bandeira vigente no mês m , na amostra n . $Pl_{n,m}$ é o preço de contrato do ACL no mês m , da amostra n . $Cex_{m,n}$ é o consumo excedente no mês m , da amostra n . $PLD_{n,m}$ é o preço de liquidação de diferenças no mês m , da amostra n . $D_{n,m}$ é a demanda do mês m , da amostra n . $Pd_{n,m}$ é o preço da demanda no mês m , da amostra n . $Dult_{n,m}$ é a demanda ultrapassada no mês m , da amostra n . $Pult_{n,m}$ é o preço da demanda ultrapassada no mês m , da amostra n . $Pd_{n,m}$ é o preço de consumo no horário de ponta da TUSD do mês m , da amostra

n. Por fim, $\text{Desconto}_{\text{incentivada}}$ é o desconto oferecido pela utilização de energia incentivada.

4.6 ANÁLISE DE RISCO

Ao ser obtido um valor de referência para cada cenário, todas as variáveis, uma a uma, terão suas médias aumentadas de 10% e os respectivos valores resultantes do VPL irão compor a sensibilidade do VPL à variável estudada, conforme a Equação ((17)).

$$\text{Variação} = \frac{VPL_{10\%} - VPL_{\text{Referência}}}{VPL_{\text{Referência}}} \quad (17)$$

Na Equação (17) $VPL_{10\%}$ é o valor do VPL para a variável com média elevada em 10% e $VPL_{\text{referência}}$ é o valor do VPL sem alterações.

A comparação dos efeitos finais que a variação no valor da variável teve no valor final do VPL aponta o impacto que a variável tem, e mostra quais as variáveis que cujas incertezas e ou falta de informação são mais críticas na análise econômica.

A última parte é determinar a probabilidade de investimento ter um VPL positivo, que é feito calculando a probabilidade do valor do VPL ser maior que zero. Para isso, dado o valor da média e do desvio padrão, é utilizada a Equação (18) para se determinar o valor de Z da normal resultante da análise econômica, que com a utilização de uma Tabela de distribuição normal, retorna a probabilidade do valor final do investimento ser maior que zero.

$$Z = \frac{\text{Média}_{VPL}}{\text{Desvio padrão}_{VPL}} \quad (18)$$

5. ESTUDOS DE CENÁRIO

Em função de modificações feitas pelo cliente no sistema de energia de sua planta de produção, os dados de consumo utilizados neste trabalho compreendem janeiro de 2015 até setembro de 2017.

Visto que até setembro de 2017 a bandeira vermelha de segundo patamar nunca havia sido empregada, esta foi retirada da análise.

Os dados históricos obtidos com os consumos mensais de energia da empresa fornecem os valores projetados para o consumo no período a ser avaliado. Os preços do ACR foram obtidos a partir da Resolução Homologatória, ANEEL (2016). Foi considerada por simplificação que a distribuição a ser seguida é a distribuição normal para todas as variáveis da empresa e como variáveis simples, isto é, sem distribuição de probabilidade, para as variáveis do ACR, em função deste ser regulado para os períodos de vigência das resoluções homologatórias, salvo intervenções políticas.

Neste trabalho, a confiança de 95% utilizada resulta em um Z equivalente a 1,96, e o intervalo adotado foi de R\$ 2000 para mais ou para menos. O intervalo de R\$ 2000 foi utilizado como sendo igual a 10% da média obtida pelas 300 amostras iniciais, seguindo o exemplo utilizado por Marchetti (1995), para se determinar o número de amostras necessárias para atender os requisitos citados. Foram geradas, para cada análise econômica e para cada análise de sensibilidade 25000 amostras, que garantiram um intervalo de confiança para a média menor que os R\$ 2000 estipulados.

Para o preço praticado pela concessionária, visto que este é fixo para o período de vigência das resoluções homologatórias, estes foram considerados fixos, com valores iguais aos obtidos em ANEEL (2016).

Para determinar o volume contratado é utilizado um valor de contrato que satisfaça 95% do consumo histórico da empresa durante o período analisado, resultando em um montante de 100MWh por mês.

A taxa de retorno empregada é composta pela taxa praticada pelo tesouro direto, na modalidade corrigida pelo IPCA, que rende uma taxa fixa mais o valor do IPCA no período. Esta modalidade de investimento foi aqui usada como referência de taxa de retorno com baixo risco associado. A esta foi acrescida uma taxa de interesse e custo de capital para justificar o investimento. Tanto as taxas praticadas

pele tesouro direto quanto os valores extras de interesse de capital são tidos como sendo fixos, pois uma das parcelas da taxa do tesouro direto é a inflação, considerada em separado, Tesouro Nacional (2017).

A Tabela (1) Apresenta os valores de consumo e demanda do consumidor durante o período analisado.

Tabela 1 – Dados do consumidor

Mês	Consumo no horário de ponta (kWh)	Consumo no horário fora de ponta (kWh)	Demanda (kW)	Mês	Consumo no horário de ponta (kWh)	Consumo no horário fora de ponta (kWh)	Demanda (kW)
Jan/15	3630	86720	428	Jun/16	3000	56744	249
Fev/15	4729	106880	420	Jul/16	3272	55832	252
Mar/15	6789	98240	427	Ago/16	2856	54472	300
Abr/15	4272	89360	337	Set/16	3480	59472	324
Mai/15	3585	52984	310	Out/16	3280	60976	318
Jun/15	2612	55120	290	Nov/16	2688	62256	331
Jul/15	2722	50800	270	Dez/16	3024	82192	371
Ago/15	2720	52608	357	Jan/17	3248	75136	374
Set/15	3048	56016	313	Fev/17	2936	85280	377
Out/15	2904	52160	350	Mar/17	2927	85197	379
Nov/15	2240	55040	368	Abr/17	3256	78080	346
Dez/15	2312	63024	396	Mai/17	3108	64850	293
Jan/16	2080	67552	381	Jun/17	3009	55914	255
Fev/16	2352	66888	385	Jul/17	2855	60477	253
Mar/16	3264	74584	357	Ago/17	2976	60141	324
Abr/16	3056	74232	408	Set/17	2718	66268	339
Mai/16	3120	66472	289				

Fonte: Elaborado pelo autor a partir das faturas de energia elétrica.

5.1 CENÁRIO 1: REFERÊNCIA

Neste cenário são utilizados os valores originais, sem modificações dos dados obtidos. Este caso, por não apresentar modificações, é utilizado como referência para comparação com os demais e, também, é tomado com a principal referência para determinar a viabilidade econômica de uma possível migração.

A Tabela 2 apresenta os valores de cada variável envolvida na análise deste cenário.

Tabela 2 – Valores das variáveis utilizadas

Variável	Média	Desvio Padrão
Consumo Horário de pico	2985 kWh	440,5 kWh
Consumo Horário fora de pico	67635 kWh	14430 kWh
Preço Horário de pico	0,328 R\$/kWh	-
Preço Horário fora de pico	0,215 R\$/kWh	-
PLD	215,9 R\$/kWh	146,9 R\$/MWh
Demanda	336 kW	48,2 kW
Preço Demanda	9,17 R\$/kW	-
Preço de ultrapassagem Demanda	19,00 R\$/kW	-
Preço TUSD horário de ponta	0,746 R\$/kWh	-
Preço TUSD horário fora de ponta	0,0556 R\$/kWh	-
Quantidade de energia contratada	100000 kWh	
Taxa de retorno	1,17% a.m.*	

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados obtidos nas faturas de energia e nas Resoluções homologatórias.

A quantidade de energia contratada é um critério da empresa, sendo instituído em contrato e fixa após a assinatura do contrato. A taxa de retorno é dada em função da inflação, e prever o comportamento desta foge ao escopo deste trabalho. Os preços de contratos obtidos foram de uma mesma fonte e não são suficientes para atribuir um comportamento, visto que estes são voláteis por se darem em função do mercado.

A quantidade de energia contratada utilizada foi baseada na aversão da empresa ao risco, sendo utilizado como critério a compra de energia equivalente a

média mais dois desvios, assegurando assim 95% de probabilidade de não incorrer em compras no PLD, que sabidamente incorrem em um maior risco. Visto que foge ao escopo deste trabalho prever o comportamento da inflação, foi atribuída uma taxa de retorno no valor de 15% ao ano, tendo sido tomados como critérios às taxas oferecidas pelo tesouro direto de 5% para a modalidade atrelada ao IPCA, e uma inflação de 10%.

Tabela 3 – Valores de contrato no ACL

Variável	Média
	432 R\$/MWh
	283 R\$/MWh
Preço de contrato ACL incentivada	230 R\$/MWh
	215 R\$/MWh
	211 R\$/MWh
	363 R\$/MWh
	219 R\$/MWh
Preço de contrato ACL convencional	178 R\$/MWh
	162 R\$/MWh
	160 R\$/MWh

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados obtidos com profissionais do mercado de energia.

Os valores apresentados na Tabela 3 para os preços no ACL, obtidos através de consultas com profissionais da área de mercado de energia elétrica, são referentes a compras de energia para os anos de 2018, 2019, 2020, 2021 e 2022 respectivamente. Em função da dificuldade de prever os preços de contratos, foram utilizados os valores obtidos com equiprobabilidade de ocorrência.

A Tabela 4 apresenta os resultados das simulações realizadas para o cenário de referência. Na primeira linha são apresentados os resultados de 6 meses até 2 anos. Nas linhas subsequentes são apresentados os resultados da análise de sensibilidade de cada uma das variáveis, também com resultados de 6 meses até 2 anos.

Tabela 4 - Resultados do cenário de referência

	6 Meses (R\$)	Desvio (R\$)	1 Ano (R\$)	Desvio (R\$)	1,5 Anos (R\$)	Desvio (R\$)	2 Anos (R\$)	Desvio (R\$)
Referência	-25442	37838	-15317	72930	-5932	106069	2967	136938
Consumo ponta	-24917	38237	-14290	73939	-4165	105683	5218	136530
Consumo fora ponta	-24385	41723	-13186	80147	-2783	115076	6999	148914
Preço ponta	-25227	38304	-14834	73065	-5091	107159	4016	138390
Preço fora ponta	-15352	38115	-4155	73004	22490	106345	39686	137367
PLD	-25601	37952	-15649	73359	-6312	106672	2466	137697
Preço contrato	-35778	41829	-35322	81179	-34967	116208	-34582	150077
Contratado	-25919	38208	-16231	73142	-7142	107201	1399	138415
Investimento	-28558	38130	-17928	73527	-7945	105211	1383	135891
Taxa de retorno	-25287	37838	-15074	72709	-5457	104749	3411	134864

Fonte: O autor.

Na Tabela 4, a primeira linha de dados apresenta os valores originais obtidos com a simulação sem alterações nos valores das variáveis. Os resultados apresentados na sequência são os valores obtidos com a realização da análise de sensibilidade, aumentando o valor da média de cada variável em 10%. A partir dos resultados apresentados na Tabela 8 é possível observar que as variáveis que geraram maior alteração do VPL na análise de sensibilidade foram o preço de contrato no ACL, o preço NP e o consumo fora de ponta. Logo, estas são as variáveis mais sensíveis e cujos valores mais impactam no valor final do VPL.

5.2 CENÁRIO 2: OTIMISMO E CRESCIMENTO

As informações apresentadas em GOVERNO FEDERAL (2017) apontam para um crescimento econômico e queda nos juros e na inflação. A luz destas previsões feitas pelo governo federal foi constituído um cenário no qual a taxa de juros e a inflação levam a uma taxa de retorno adotada pela empresa composta de 3,5% ao ano para a inflação, mais 5% de taxa de atratividade líquida, resultando em 8,5% de taxa de retorno global. A previsão de retomada do crescimento econômico foi

traduzida em um aumento de 10% no consumo tanto no horário de pico, quanto no horário fora de pico.

Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Resultados do cenário 2

Resultado	6 meses (R\$)	1 ano (R\$)	1,5 anos (R\$)	2 anos (R\$)	Variação (2 anos)
Média VPL_{convencional} Base	-25442	-15317	-5932	2967	-
Média VPL_{convencional} Cenário 2	-24051	-12327	-1066	9730	227%
Média VPL_{incentivada} Base	-32939	-29366	-26440	-23261	-
Média VPL_{incentivada} Cenário 2	-33058	-29685	-26911	-23942	-2%
Desvio VPL_{convencional} Base	37838	72930	105683	136938	-
Desvio VPL_{convencional} cenário 2	42223	82453	119931	156725	14%
Desvio VPL_{incentivada} Base	41219	79483	115383	148937	-
Desvio VPL_{incentivada} cenário 2	45852	89394	131671	172378	15%

Fonte: O autor.

Os resultados da simulação do presente cenário indicam um efeito acentuado das variáveis de consumo na compra de energia convencional. Por outro lado a compra de energia incentivada apenas variou o desvio padrão, mostrando que o aumento do consumo foi em equilíbrio entre o aumento do ganho de desconto pelo uso de energia incentivada em relação aos elevados preços em relação aos preços da energia convencional.

5.3 CENÁRIO 3: RETRAÇÃO ECONÔMICA E INSTABILIDADE

Em contrapartida ao Cenário 2, o Cenário 3 é elaborado com as considerações opostas as adotadas no Cenário 2. Assim, ao invés de reduzir o valor esperado da inflação em 6,5 pontos percentuais, é adotada uma inflação para o período de 16,5%, mantendo a taxa de atratividade inalterada, visto que esta depende do interesse da empresa e apenas de forma indireta das condições de mercado. Para a variação do consumo, tanto no horário de pico quanto no horário fora de pico o consumo é reduzido em 10%, pois, conforme dados da empresa, a empresa costuma reduzir sua produção durante períodos de crise econômica. A Tabela 6 apresenta os resultados da simulação do Cenário 3.

Tabela 61 – Resultados do cenário 3

Resultado	6 meses (R\$)	1 ano (R\$)	1,5 anos (R\$)	2 anos (R\$)	Variação (2 anos)
Média VPL_{convencional} base	-25442	-15317	-5932	2967	-
Média VPL_{convencional} Cenário 3	-26509	-17451	-8990	-1246	-142%
Média VPL_{incentivada} base	-32939	-29366	-26440	-23261	-
Média VPL_{incentivada} Cenário 3	-32747	-29087	-26120	-22941	+1%
Desvio VPL_{convencional} Base	38838	72930	105683	136938	-
Desvio VPL_{convencional} cenário 3	34084	65157	93801	120965	-11%
Desvio VPL_{incentivada} Base	41219	79483	115383	148937	-
Desvio VPL_{incentivada} cenário 3	36972	70917	101786	130075	-12%

Fonte: O autor.

De forma análoga ao obtido no Cenário 2, o maior efeito encontrado foi para a opção de compra de energia convencional e a contratação de energia incentivada sofreu pequena alteração.

5.4 CENÁRIO 4: FAVORECIMENTO HÍDRICO

Em função da matriz de geração de energia elétrica brasileira ser predominantemente hídrica, este cenário visa propor condições que seriam encontradas em caso de abundância de chuvas nas regiões das principais represas geradoras brasileiras. O primeiro efeito proposto é a redistribuição das probabilidades das bandeiras, que passariam a ter 50% para a bandeira verde, 35% para a bandeira amarela, e 15% para a bandeira vermelha de primeiro patamar. Estas mudanças refletem um maior despacho de fontes hídricas em função da disponibilidade das mesmas ter aumentado com um volume de chuvas maior. Conforme indicado pela empresa COMERC (2017), os índices favoráveis de chuvas projetados para os primeiros meses de janeiro fizeram o preço do PLD cair em 54%. Por tanto, foi adotado de forma mais conservadora uma diminuição de 10% no preço de contrato do mercado livre e no PLD, e para o ACR, 10% de redução no horário fora de pico e de 5% no horário fora de pico. A redução adotada no horário de pico foi menor, pois esta tem um impacto maior sobre o sistema de redes nacional e tem

efeito direto na sobrecarga do sistema. A Tabela 27 apresenta os resultados obtidos pela simulação para o Cenário 4.

Tabela 2 – Resultados do Cenário 4

Resultado	6 meses (R\$)	1 ano (R\$)	1,5 anos (R\$)	2 anos (R\$)	Varição (2 anos)
Média VPL_{convencional} base	-25442	-15317	-5932	2967	-
Média VPL_{convencional} Cenário 4	-25066	-14547	-4689	4560	53%
Média VPL_{incentivada} base	-32939	-29366	26440	-23261	-
Média VPL_{incentivada} Cenário 4	-30504	-24667	-19673	-14565	+37%
Desvio VPL_{convencional} Base	37838	72930	105683	136938	-
Desvio VPL_{convencional} cenário 4	34175	65812	95261	122973	-10%
Desvio VPL_{incentivada} Base	41219	79483	115383	148937	-
Desvio VPL_{incentivada} cenário 4	37301	71859	104530	134679	-9%

Fonte: O Autor

Para este cenário, ambas as formas de contratação elevaram seus rendimentos, o que aponta um efeito mais forte dos preços de consumo do ACR frente aos preços do ACL. No caso específico da compra de energia convencional, a variação embora em termos percentuais foi elevada, em termos absolutos ficou dentro do intervalo de confiança. Este efeito se deve principalmente ao baixo valor final observado na forma de contratação. No caso da compra de energia incentivada, embora a elevação percentual tenha sido menor, neste caso é possível apontar uma real elevação do resultado, pois o crescimento foi bem acima do intervalo de confiança.

5.5 CENÁRIO 5: ESCASSEZ HÍDRICA

Assim como foi feito no Cenário 3, o presente cenário é elaborado para ter os efeitos opostos daqueles propostos no Cenário 4. Quando os volumes de chuvas ocorrem abaixo do esperado, são despachadas mais usinas térmicas, o que encarece o custo da energia consumida. O rearranjo das probabilidades de ocorrência das bandeiras tarifárias neste caso se dá com probabilidades maiores nas bandeiras vermelha e amarela. Foi proposta a proporção de 15% para a bandeira

verde, 35% para a bandeira amarela, e 50% para a bandeira vermelha. Por ser mais volátil, e a fim de levar em conta o perfil de aversão a riscos da empresa, foi proposto um aumento de 15% no preço de contratos do mercado livre e de 20% no PLD. Para o ACR foi proposto um aumento de 10% para o preço no horário fora de pico e de 5% no horário fora de pico. Os resultados deste último cenário são apresentados na Tabela 838.

Tabela 83 – Resultados do cenário 5

Resultado	6 meses	1 ano	1,5 anos	2 anos	Variação (2 anos)
Média VPL_{convencional} Base	-25442	-15317	-5932	2967	-
Média VPL_{convencional} Cenário 5	-25643	-15685	-6324	2439	-17%
Média VPL_{incentivada} Base	-32939	-29366	-26440	-23261	-
Média VPL_{incentivada} Cenário 5	-42905	-48653	-54520	-59564	-156%
Desvio VPL_{convencional} Base	37838	72930	105683	136938	-
Desvio VPL_{convencional} cenário 5	41937	81980	116849	150907	+10%
Desvio VPL_{incentivada} Base	41219	79483	115383	148937	-
Desvio VPL_{incentivada} cenário 5	47444	91321	134933	170363	+14%

Fonte: O Autor.

Neste ultimo cenário a variação da compra de energia incentivada foi inexpressiva e ficou dentro do intervalo de confiança. A compra de energia incentivada neste cenário apontou prejuízos mês após mês e teve o resultado mais baixo para uma possível migração dentre todas as opções analisadas. Este efeito se deve principalmente pelo elevado preço da compra de energia incentivada, que não foi compensada pelos descontos oferecidos.

5.6 SÍNTESE DE RESULTADOS

O conjunto de resultados dos cenários é apresentado na Tabela 14, com a probabilidade de lucro e a conclusão sobre a migração para cada cenário de energia convencional e incentivada. Probabilidades abaixo de 50% tiveram valores negativos na análise econômica.

Tabela 9 – Síntese de Resultados

Cenário/convencional	Referência	2	3	4	5
Conclusivo	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Migrar	Não	Não	Não	Não	Não
Probabilidade	50,8%	52,4%	49,6%	51,2%	50,4%
Cenário/incentivada	Referência	2	3	4	5
Conclusivo	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Migrar	Não	Não	Não	Não	Não
Probabilidade	44,0%	44,4%	43,3%	44,0%	36,3%

Fonte: O Autor.

Conforme se pode observar na Tabela 9, em todos os casos as análises foram conclusivas, e indicaram que não se deve migrar com estes preços e condições. Algumas análises apontaram que não se deve migrar já na análise econômica, enquanto que para outras este resultado se deve em função do elevado risco.

6. CONCLUSÕES

Com base no estudo realizado seguem as conclusões.

6.1 ESTUDOS DE CENÁRIO

As duas análises, tanto para energia incentivada quanto para energia convencional apontaram que não se deve migrar. No caso da energia incentivada, os preços obtidos foram muito altos e não foram compensados pelos descontos oferecidos na TUSD, embora quase todos apresentassem lucros, o custo de migrar ainda foi mais alto que os rendimentos em função dos preços mais baixos que os praticados no mercado cativo. Na modalidade de contratação de energia convencional, a ampla maioria das análises econômicas foram positivas, mas o risco associado foi muito elevado. Uma opção de análise é realizar estudos com cada uma das ofertas de preços do mercado livre em separado, pois isto reduziria a variabilidade e assim um resultado diferente seria possível.

6.2 METODOLOGIA

Durante este trabalho, a maior parte do tempo foi investido na elaboração da metodologia e na estruturação da forma de cálculo. Todavia, uma vez estabelecido o código para a análise do processamento para cada cenário, leva-se cerca de 2 segundos para uma simulação, sendo necessário muito mais tempo para abrir a planilha de Excel do que para fazer simulações com novos dados uma vez que a planilha esteja aberta. Para o caso específico do estudo de cenário, a variabilidade do VPL se mostrou alta para se considerar o investimento sem a cogitação de uma busca por mais dados.

A maioria das variáveis apresentaram curvas com semelhança a uma distribuição normal, porém algumas, como o consumo no horário fora de ponta, por exemplo, apresentaram curvas com pouca semelhança à distribuição normal por apresentar dois picos.

Embora a análise para o estudo de cenários tenha sido conclusiva em relação a permanência no ACR, esta obteve êxito em indicar as variáveis mais importantes e que devem ter prioridade na busca por dados adicionais. Um efeito inesperado foi o baixo impacto da taxa de retorno no VPL.

As simulações dos cenários também permitiram revelar comportamentos distintos para cada modalidade de contratação e os efeitos que têm variações em múltiplas variáveis em conjunto, como no caso observado no cenário 5.

6.3 TRABALHOS FUTUROS

Buscando a melhoria da metodologia aqui proposta, sugere-se como continuidade do estudo:

- a execução de outros cenários e/ou estudos de caso para melhor definir o que se pode chamar de uma variabilidade aceitável para o VPL;
- um estudo mais detalhado do comportamento das variáveis, buscando distribuições de probabilidade com maior semelhança as observadas nas amostras;
- um estudo mais detalhado sobre as variáveis de maior risco;
- estudo de análise de sensibilidade mais ampla, contemplando mais variações, a fim de determinar se o baixo impacto da taxa de retorno se verifica também para variações mais bruscas, como, por exemplo, 20%, 50% e 100%.
- Executar a análise para cada oferta de contrato em separado, a fim de verificar se com um preço pré acordado, o resultado seria modificado.

7. REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Resolução Normativa nº 109**. 2004. Disponível em: < www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2004109.pdf>. Acesso em: 21/07/2017.

_____. **Resolução Normativa nº 414**. 2010. Disponível em:
<<http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14486448/bren2010414.pdf/3bd33297-26f9-4ddf-94c3-f01d76d6f14a?version=1.0>>. Acesso em: 18/12/2017.

_____. **Resolução Normativa nº 481**. 2012. Disponível em:
<www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012481.pdf>. Acesso em: 20/07/2017.

_____. **Resolução Normativa nº 506**. 2013a. Disponível em:
<www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2013559.pdf>. Acesso em: 20/07/2017.

_____. **Resolução Normativa nº 547**. 2013b. Disponível em:
<www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012547.pdf>. Acesso em: 21/07/2017.

_____. **Resolução Normativa nº 559**. 2013c. Disponível em:
<www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2013559.pdf>. Acesso em: 20/07/2017.

_____. **Resolução Normativa nº 622**. 2014. Disponível em:
<www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2014622.pdf>. Acesso em: 20/07/2017.

_____. **Resolução Homologatória nº 1897**. 2015. Disponível em:
<www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20151897ti.pdf>. Acesso em: 20/07/2017.

_____. **Resolução Homologatória nº 2082**. 2016. Disponível em:
<<http://www.prosinos.rs.gov.br/downloads/arquivoscomplementares/rge%202016.pdf>>. Acesso em: 20/07/2017.

BRASIL, Lei n. 9.074, de 07 de Julho de 1995. Diário Oficial da União, Brasília. 08 jul, 1995

BRASIL, Lei n. 9.427, de 26 de Dezembro de 1996. Diário Oficial da União, Brasília, 27 dez. 1996.

BRASIL, Lei n. 10.848, de 15 de Março de 2004. Diário Oficial da União, Brasília, 16 mar, 2004.

Butzge, Cesar Eduardo, **Estudo Sobre o Modelo do Setor Elétrico Brasileiro e o Ambiente de Contratação Livre**. 2016. 71 f. Projeto de Diplomação (Graduação) – Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2016.

COMERC, <http://www.panoramacomerc.com.br/?p=9202>, acessado em: 8/12/2017.

Dal Ri, Fernanda, **Estudo sobre o Comercializador Varejista**. 2016. 129 f. Projeto de Diplomação (Graduação) – Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2016

GONÇALVES, A. et al. **Engenharia econômica e finanças**, Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

Governo Federal, <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2017/11/governo-preve-inflacao-em-3-2-em-2017-e-melhora-estimativa-de-salarios>, acessado em 08/12/2017.

MARCHETTI, V. **Risco e decisão em investimento produtivo**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre: Editora da Universidade, 1995.

Nunes, Felipe Denegri Menegas, **Estudo do Risco Associado à Comercialização de Energia Elétrica no Setor Elétrico Brasileiro**. 2009. 104 f. Projeto de Diplomação (Graduação) – Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

PUCCHINI, E. C. **Matemática financeira e análise de investimentos**, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina: Editora UFSC, 2011.

SCARABELLOT, Álvaro Garske, **Ferramenta de Apoio à Tomada de Decisão de Migração ao Mercado Livre para Consumidores Potencialmente Livres**. 2009. 81 f. Projeto de Diplomação (Graduação) – Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

TESOURO NACIONAL. Brasília. Disponível em: <www.tesouro.fazenda.gov.br/pt/tesouro-direto-precos-e-taxas-dos-titulos>. Acesso em: 29/10/2017.

Vivian, Carlos Henrique Velho, **Estudo de Caso da Curva de Carga de Consumidor Comercial**. 2015. 54 f. Projeto de Diplomação (Graduação) – Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2015.