UMA PROPOSTA DE INDICADORES SOBRE EFETIVIDADE REGULATÓRIA

Murilo Miranda
Grupo de Estudo do Setor Elétrico (Gesel-UFRJ)
Glória, Rio de Janeiro
murilo.miranda@ppe.ufrj.br

Ana Carolina Chaves Catolico
Grupo de Estudo do Setor Elétrico (Gesel-UFRJ)
Glória, Rio de Janeiro
anacatolico@gmail.com

Guiherme Dantas
Grupo de Estudo do Setor Elétrico (Gesel-UFRJ)
Glória, Rio de Janeiro
Guilhermecrvg28@gmail.com

Daniel Viana
Grupo de Estudo do Setor Elétrico (Gesel-UFRJ)
Glória, Rio de Janeiro
danielviana.f@gmail.com

Marcelo Maestrini
Grupo de Estudo do Setor Elétrico (Gesel-UFRJ)
Glória, Rio de Janeiro
marcelomaestrini@gmail.com

Priscila Folchito Mendes
RGE Energia
São Leopoldo, Rio Grande do Sul
pfolchitomendes@cpfl.com.br

Jairo Alvares
CPFL Energia
Campinas, São Paulo
jairo@cpfl.com.br

Luiz Flavio Autran Monteiro Gomes
Instituto Brasileiro de Mercado de Capitais (IBMEC)
Centro, Rio de Janeiro
lfautranmg@gmail.com

RESUMO

Nos últimos anos, o setor elétrico brasileiro vem registrando altos níveis de perdas não técnicas, causando impactos tanto na tarifa de energia elétrica paga pelo consumidor, quanto no balanço financeiro das distribuidoras. Os altos níveis de PNT possuem múltiplas causas, envolvendo desde as dificuldades de gestão das próprias distribuidoras no combate às perdas, até mesmo às complexidades socioeconômicas regionais A Aneel é a entidade responsável por regular os níveis destas perdas, fazendo-o através de uma metodologia própria aplicada em cada ciclo de revisão tarifaria. Diante deste contexto, o presente artigo buscou desenvolver uma métrica capaz

de avaliar, mensurar e classificar a efetividade das metodologias regulatórias de tratamento de PNT, de acordo com os resultados obtidos ao final de cada período regulatório. Para esta avaliação, identificou-se a possibilidade de utilizar técnicas de Análise Multicritério, como o método TODIM. Devido a sua capacidade de lidar com diferentes percepções de interesse.

PALAVRAS CHAVE. Setor Elétrico Brasileiro, Perdas não técnicas, Análise Multicritério.

Tópicos. Desenvolvimento de indicadores de efetividade regulatória. Aplicação de Análise Multicritério. Avaliação dos ciclos de revisão tarifária.

ABSTRACT

In recent years, the Brazilian electricity sector has been experiencing high levels of non-technical losses, impacting both the electricity tariff paid by the consumer and the financial balance of the distributors. The high levels of NTP have multiple causes, ranging from the management difficulties of the distributors themselves in the fight against losses, even to the regional socioeconomic complexities. Aneel is the entity responsible for regulating the levels of these losses, using an own methodology applied in each rate review cycle. In this context, the present article sought to develop a metric capable of evaluating, measuring and classifying the effectiveness of the regulatory methodologies of NTP treatment, according to the results obtained at the end of each regulatory period. For this evaluation, it was identified the possibility of using Multicriteria Analysis techniques, such as the TODIM method. Because of their ability to handle different perceptions of interest

KEYWORDS. Electric Sector. Non-technical losses. Multicriteria Analysis.

Paper topics. Development of indicators of regulatory effectiveness. Application of Multicriteria Analysis. Evaluation of tariff revision cycles.

1. Introdução

O processo de avaliação de uma política pública não é um exercício trivial, pois não há uma métrica única e objetiva que seja capaz de medir sua eficácia. Desta forma, uma determinada situação pode ser avaliada segundo perspectivas e métricas diferentes. O setor elétrico brasileiro (SEB) não foge a essa regra, apresentando uma série de políticas e medidas de difícil mensuração de sua efetividade em promover o bem-estar à sociedade. Dentre estas políticas encontram-se aquelas direcionadas à regulação de perdas não técnicas (PNT) implementadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). No caso da avaliação do impacto da regulação de PNT sobre as tarifas de energia elétrica, percebe-se que esta poderia se dar, por exemplo, tanto através do reflexo de curto prazo das perdas no valor da tarifa paga pelos consumidores, quanto pelos efeitos das perdas nas finanças e na lucratividade das distribuidoras.

De maneira geral, a metodologia de regulação de PNT busca estabelecer uma trajetória factível de redução de perdas para as distribuidoras. Com esse objetivo, uma parcela das PNT é reconhecida pelo regulador para cada distribuidora e repassada para as tarifas de eletricidade das mesmas. Os custos relacionados à parcela não reconhecida são arcados pela própria distribuidora. Neste âmbito, pode-se dizer que essa metodologia tem como objetivo atuar em três frentes principais: (i) atribuição de metas condizentes com a complexidade de combate a perdas intrínsecos às áreas de concessão; (ii) estabelecimento de ponto de partida de acordo com tamanho, histórico e saturação no combate a perdas; (iii) estabelecimento de limites de velocidade de redução mediante porte da empresa.

Entretanto, a metodologia possui problemas estruturais que podem estar reduzindo sua efetividade. Nos últimos anos, o Brasil revelou uma elevada média de distribuidoras que não conseguem atingir as metas regulatórias de PNT. Em consequência disso, são altos os prejuízos financeiros nas empresas do setor por conta das PNT. Portanto, a efetividade da regulação no incentivo à redução de PNT é um tema caro às distribuidoras de eletricidade, o qual questiona-se sua efetividade em incentivar a redução de perdas e em promover a melhoria na prestação do serviço.

Frente aos problemas citados, percebe-se a necessidade de avaliar as metodologias empregadas até o momento na regulação de PNT, identificando os elementos potencialmente frágeis e que, portanto, exigem aprimoramento específico. Neste sentido, o processo de avaliação pode estar, assim, fundamentado em fatores como: i) a ponderação de interesses distintos dos agentes em diferentes escalas de tempo; ii) a capacidade da regulação de tratar situações concretas adversas, como no caso de contextos econômicos diferentes do esperado; iii) o grau de indução à eficiência de combate às perdas devido à influência da regulação no comportamento das distribuidoras; e iv) a capacidade da regulação de capturar adequadamente as especificidades das áreas de concessão.

Dado este contexto, esse trabalho objetiva desenvolver uma métrica capaz de avaliar, mensurar e classificar a efetividade das metodologias regulatórias de tratamento de PNT, de acordo com os resultados obtidos ao final de cada período regulatório. Para esta avaliação, identifica-se a possibilidade de utilizar técnicas de Análise Multicritério, haja vista sua capacidade de lidar com os diferentes interesses dos agentes do setor. Dito isso, foi realizado um levantamento bibliográfico acerca das diferentes técnicas de análise multicritério, a fim de selecionar um método que abarcasse da melhor forma possível a problemática em análise. Como resultado, foi escolhido o método TODIM e, posteriormente, elaborados critérios/indicadores classificatórios e seus respectivos pesos para subsidiar a aplicação do método. Este processo baseou-se na consulta a especialistas integrantes do mercado de distribuição de energia elétrica nacional. Para validação da métrica, este trabalho propõe um exercício adicional ao desenvolvimento da métrica, no qual a aplicação prática consiste em avaliar os ciclos tarifários da ANEEL a partir do segundo ciclo tarifário.

Desta forma, o presente artigo está estruturado em cinco seções, sendo a primeira esta introdução. A segunda seção trata da revisão bibliográfica sobre a análise multicritério e suas diferentes aplicações. Posteriormente, na terceira seção, é apresentada a construção da métrica, incluindo a descrição das etapas de seleção do método multicritério, definição dos indicadores utilizados, determinação de seus respectivos pesos e aplicação. A quarta seção, por sua vez, se

refere à discussão dos resultados da avaliação dos ciclos de revisão tarifária. Por fim, a quinta seção apresenta uma breve conclusão com os próximos passos do projeto.

2. Análise Multicritério

Segundo Gomes (2009), a necessidade de respostas que abarcassem diversas dimensões para processos decisórios deu início a um novo campo teórico, a Teoria da Decisão (DM – *Decision Making*). Os problemas de decisão são por natureza complexos, pois são envoltos de incertezas, conflitos de valores e de interesses, assimetrias de poder, múltiplos critérios de avaliação e grande volume de dados e informações que, por sua vez, podem se encontrar incompletas.

Para lidar com essas dificuldades, foram desenvolvidas uma série de metodologias de Apoio à Decisão – *Multiple Criteria Decision Aid* (MCDA) - e à Tomada de Decisão – *Mutiple Criteria Decision Making* (MCDM). Em geral, os métodos de MCDA e MCDM são aplicados em casos que envolvem problemas de: seleção, ranqueamento, classificação e decisão. Desde seu surgimento na década de 60, as análises multicritério têm como objetivo auxiliar o processo de tomada de decisão considerando aspectos relevantes e necessários no processo decisório. A análise de um conjunto de critérios permite uma melhor compreensão e contextualização da problemática como um todo, incluindo o maior número possível de informações e de contradições existentes, tanto no âmbito quantitativo, quanto qualitativo. Desta forma, busca-se alcançar a escolha mais desejável possível para a situação em questão, através da escolha de uma alternativa frente às demais ou através do ordenamento das melhores alternativas.

As análises multicritérios são caraterizadas como ferramentas de comparação. Estas são, frequentemente, aplicadas em questões envolvendo: a busca de solução de casos conflitantes; elaboração de diretrizes e recomendações operacionais; definição de prioridades; e, principalmente, a tradução das diferentes opiniões sobre determinado assunto de forma conjunta, sem desconsiderar as especificidades de cada agente interessado.

Os problemas de decisão podem ser caracterizados pela presença de um número finito de alternativas e critérios de julgamento. Pode-se denotar um problema de DM por meio da representação matemática de matrizes. Assim, uma matriz de decisão V:{Vk(a)} é construída refletindo o ponto de vista da DM, onde o elemento Vk (a) corresponde a avaliação da alternativa "a" com respeito ao critério k. As alternativas são assim por diante ordenadas de acordo com os critérios e seus respectivos pesos. A partir desta estruturação são aplicados métodos multicritérios para o processamento das informações de forma a otimizar a escolha entres as alternativas com base nos critérios estabelecidos e suas ponderações relativas.

Atualmente, existe uma ampla e diversa gama de métodos multicritérios. Estes podem ser segregados, segundo as diferentes abordagens existentes, em: (i) critério único de síntese, no qual os critérios passam a ser agregados em um único critério síntese; (ii) subordinação de síntese, para o qual se utiliza uma relação binária, considerando a possibilidade de dominância de uma alternativa sobre a outra e (iii) julgamento local interativo, onde as preferências não estão pré-definidas, possibilitando a intervenção no procedimento e ordem das etapas de cálculo e levando em conta a discussão e participação dos tomadores de decisão na proposta de solução [GOMES 2009]. Gomes e Rangel (2010) também categorizam esses métodos entre os desenvolvidos pela Escola Francesa ou Europeia e os de origem na Escola Americana. Os métodos da Escola Francesa tratam da noção de relação de superação e adotam uma modelagem mais flexível partindo de um referencial construtivista. Enquanto isso, os métodos da Escola Americana são fundamentados no paradigma racionalista, na noção de agregação de informações e na Teoria da Utilidade. Outros métodos apresentam ainda as técnicas de ambas as escolas e são conhecidos como métodos Híbridos.

3. Construção e aplicação da métrica de avaliação para regulação de perdas

O desenvolvimento de uma métrica de avaliação permite comparar diferentes processos, a partir de uma mesma dimensão de referência, podendo ser utilizada como estratégia para mensurar e acompanhar os resultados de determinado processo, além de valorar seu desempenho frente a outras opções comparáveis. Dito isso, a escolha da análise multicritério, como a ferramenta de

cálculo da medida de efetividade da regulação, consiste na primeira etapa para o desenvolvimento desta métrica. Ao total são definidas quatro etapas classificadas da seguinte forma: 1) escolher o método multicritério a ser utilizado, 2) definir os critérios de avaliação, com base nos objetivos gerais da regulação, 3) relacionar os critérios a indicadores capazes de quantificá-los, 4) definir os pesos associados a cada critério/indicador. A partir destas etapas, a aplicação dos cálculos estabelecidos na análise multicritério resulta em uma "pontuação" relativa ao conjunto de regras impostos a cada ciclo tarifário.

Em um primeiro momento, foi realizada uma revisão bibliográfica para escolha do tema. Diante da própria subjetividade do tema tratado e a forte tendência de ocorrência de pontos de vistas conflitantes oriundos de posições políticas e interesses particulares, optou-se por um método de Tomada de Decisão Multicritério (MCDM) que pudesse solucionar problemas de ranqueamento de forma simples e eficiente, considerando a presença de indicadores quantitativos e qualitativos. Dentre os métodos indicados para a questão levantada, o TODIM foi selecionado.

De forma geral, o método TODIM demonstra capacidade em alinhar, facilmente, as expectativas e estruturas de preferências dos atores envolvidos, oferecendo suporte aos profissionais na tomada de decisões, ao tornar o processo de escolha rápido e preciso [GOMES e LIMA 1992b; GOMES e RANGEL 2009; ZINDANIA et al. 2017]. A literatura sobre o método converge ao demonstrar o sucesso da aplicação da metodologia em problemas de ranqueamento, como também pôde ser observado neste estudo. Além disso, o método possui simples aplicação e fácil compreensão dos resultados, sendo possível aplicá-lo por meio de softwares conhecidos, como o Microsoft Excel.

Inicialmente desenvolvido em 1992, o TODIM é um método decisório que utiliza a preferência dos decisores e se encontra fundamentado na Teoria dos Prospectos – *Prospect Theory* (OPT), assim como no modelo de diferença para a análise de decisões multicritério discreta [GOMES e LIMA 1992a]. O método foi criado com a proposta de modelar o julgamento humano a partir do uso de modelos de ranqueamento [GOMES e LIMA, 1992]. Além da Teoria dos Prospectos, o método TODIM apresenta bases teóricas da Escola Europeia e Norte-Americana, agregando elementos da Teoria da Utilidade Multiatributo dos Métodos AHP e ELECTRE. O TODIM é um método não compensatório que fornece uma ordenação global das alternativas por meio das preferências explicitadas por um decisor ou grupo de decisores - elementos cruciais nesse método decisório. Desta forma, os decisores participam diretamente do processo decisório, declarando os valores de sua preferência quanto aos critérios.

De forma geral, as etapas de desenvolvimento do método TODIM, iniciam-se com a determinação dos pesos dos critérios através da construção de uma matriz de comparação por pares de critérios, preservando-se a transitividade. Considere, por exemplo, um conjunto de n alternativas, as quais se deseja ordenar na presença de m critérios, onde um deles é denominado como referência. Os valores de cada uma das colunas da matriz corrigida são somados, depois os recíprocos destas somas são calculados e divididos pelas somas dos recíprocos. Após a definição dos pesos, estima-se, para cada um dos critérios, a contribuição de uma alternativa i para o objetivo associado ao respectivo critério c [RANGEL et al, 2013, p.312]. Em seguida, é elaborada a matriz de avaliação e, após sua normalização, obtêm-se a matriz de desejabilidades parciais. Complementarmente, são calculadas as matrizes de dominâncias parcial e final para, enfim, se alcançar os valores globais de cada alternativa.

A função valor multiatributo do TODIM é construída em partes, de maneira a representar os ganhos e perdas observados na função valor da Teoria dos Prospectos, conforme descrito no gráfico da Figura 1. Desta forma, as equações 1 e 2, extraídas de GOMES et al. (2009), trazem a expressão da função valor do método TODIM, na qual (a) descreve ganhos, (b) indiferença e (c) perdas.

$$\delta(A_i, A_j) = \sum_{c=1}^{m} \phi_c(A_i, A_j), \forall (i, j) \quad (1)$$

$$\sum_{c=1}^{m} \phi_c\left(A_i, A_j\right) = \begin{cases} \sqrt{\dfrac{w_{rc}(P_{ic} - P_{jc})}{\sum_{c=1}^{m} w_{rc}}} & se\ \left(P_{ic} - P_{jc}\right) > 0,\ (a) \\ 0 & se\ \left(P_{ic} - P_{jc}\right) = 0,\ (b) \\ \dfrac{-1}{\theta}\sqrt{\dfrac{(\sum_{c=1}^{m} w_{rc})(P_{jc} - P_{ic})}{w_{rc}}} & se\ \left(P_{ic} - P_{jc}\right) < 0,\ (c) \end{cases} \quad (2)$$

Onde, δ (Ai, Aj) é a medida de dominância da alternativa Ai sobre Aj; ϕ (Ai, Aj) mede o valor da alternativa Ai quando comparada frente a alternativa Aj de acordo com o critério c; Wrc é equivalente a wc dividido por wr, onde e r é o critério de referências; Pic e Pjc são as performances das alternativas Ai e Aj em relação a c; θ é o fator de atenuação de perdas. Segundo Rangel, et al. (2013), o fator de atenuação θ possibilita a obtenção de diferentes formas da função de valor da teoria dos prospectos no terceiro quadrante. Esse fator, representa o quanto o decisor está disposto a considerar nas avaliações entre duas alternativas do processo decisório em que ocorre perda. A expressão da equação 2 pode ser simplificada na equação 3 que, por sua vez, é utilizada para calcular o valor global de uma alternativa i através dos valores encontrados na matriz de dominância. São estes valores globais que permitirão a ordenação das alternativas existentes.

$$\frac{\sum_{j=1}^{n} \delta\left(A_i, A_j\right) - min \sum_{j=1}^{n} \delta\left(A_i, A_j\right)}{max \sum_{j=1}^{n} \delta\left(A_i, A_j\right) - min \sum_{j=1}^{n} \delta\left(A_i, A_j\right)} \quad (3)$$

A principal motivação para a construção do método TODIM foi a criação de uma ferramenta de análise relativamente simples que lançasse mão de conceitos básicos de álgebra linear. Após a escolha do método foram definidos os critérios. Segundo Chankong e Haimes (2008), problemas de decisão devem estar atrelados a objetivos gerais, que geralmente são abstratos e de difícil lógica operacional. Os autores ainda colocam que para executar com eficiência a técnica de multicritério, a análise deve compreender uma hierarquia de objetivos, onde, abaixo dos objetivos gerais, entrariam linhas de objetivos mais específicos e operacionais.

Como estratégia para embasar a definição dos objetivos gerais a serem considerados na avaliação da regulação de perdas da ANEEL, julga-se que a fundamentação teórica deve considerar a lógica utilizada para a formulação dos princípios de atuação governamental do setor, definidos pelo Ministério de Minas e Energia (MME). Segundo a Lei nº10.848 de 2004, o atual modelo do setor elétrico, foi estabelecido de acordo com as seguintes diretrizes principais: (i) segurança de suprimento, (ii) modicidade tarifária, (iii) universalização do acesso e inclusão social. Atualmente, os princípios norteadores do setor têm sido discutidos em função dos novos drivers para reestruturação do modelo setorial. Nestas discussões, a formulação destes princípios está pautada nos macro-objetivos de: eficiência das ações (produtiva, alocativa e distributiva), equidade das decisões e sustentabilidade do marco regulatório.

A partir dessas dimensões, os objetivos intermediários, doravante chamados de critérios, foram criados, respeitando a premissa de ortogonalidade entre si. Desta forma, buscou-se garantir a independência entre os critérios por meio da análise da correlação entre os conceitos de cada um, no intuito de evitar efeitos sobrepostos que poderiam vir a enviesar o cálculo. Por fim, foram definidos seis critérios centrais para a mensurar a efetividade das metodologias adotadas nos ciclos de revisão tarifária. São eles: i) Critério 1: Garantir Tarifas Módicas; ii) Critério 2: Promover Eficiência Energética; iii) Critério 3: Garantir Sustentabilidade Econômico-Financeira do mercado; iv) Critério 4: Estabelecer incentivos regulatório coerentes com a capacidade de resposta das empresas; v) Critério 5: Estabelecer incentivos regulatório abrangentes aos diferentes desafios do setor; vi) Critério 6: Garantir qualidade da informação a respeito das práticas no setor;

Com a finalidade de operacionalizar a mensuração dos critérios apresentados, foram construídos indicadores operacionais, que na hierarquia definida no início desta seção, funcionam como os subjetivos. Vale destacar que, conforme argumentado por Chankong e Haimes (2008),

um subobjetivo pode estar presente em mais de um critério. Para atender aos seis critérios estabelecidos, foram elaborados onze indicadores, os quais se relacionam aos critérios conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1 – Relacionamento entre Critérios e Indicadores

Critério	Indicador	Objetivo
1 - Garantir Tarifas Modicas	Indicador de modicidade tarifária	Avaliar o impacto da regulação de PNT na tarifa paga pelos consumidores
2 - Promover Eficiência Energética	Indicador de redução de perdas	Avaliar se a regulação foi efetiva em promover a redução de perdas
3- Garantir Sustentabilidade Econômico-Financeira do mercado	Indicador de impacto financeiro nas empresas	Avaliar o nível de exposição das empresas a vulnerabilidades relacionadas à PNT não reconhecidas pelo regulador
4- Estabelecer incentivos regulatório coerentes com a capacidade de resposta das empresas	Indicador de grau de factibilidade das metas impostas	Avaliar se a regulação foi efetiva em impor metas factíveis ao setor
	Indicador de reação das empresas ao incentivo	Avaliar se a regulação foi efetiva em incentivar as empresas a buscarem reduzir PNT
	Indicador de capacidade de atingimento das metas pelas empresas	Avaliar se a regulação foi efetiva em criar metas alcançáveis pelas empresas
	Indicador de evolução do número de empresas em níveis mínimos de PNT	Avaliar se a regulação foi efetiva em conduzir as empresas para os níveis ótimos de PNT
5- Estabelecer incentivos regulatório abrangentes aos diferentes desafios do setor	Indicador de similaridade da reação ao incentivo	Avaliar se a regulação obteve respostas similares das empresas
	Indicador de sensibilidade ao Contexto Socioeconômico	Avaliar se regulação consegue refletir o contexto socioeconômico e seu impacto no decorrer do período analisado
6- Garantir qualidade da informação	Indicador de grau de observabilidade para separação de PNT e PTec	Avaliar se a regulação está sendo eficaz na segmentação entre perdas técnicas e não técnicas
	Indicador de capacidade de distinguir perdas gerenciáveis e não gerenciáveis	Avaliar se a regulação está sendo eficaz na segmentação entre perdas gerenciáveis e não gerenciáveis

Fonte: Elaboração Própria.

Com base nas considerações apresentadas, foram determinados os 11 indicadores, sendo 8 quantitativos, ou seja, podem ser calculados mediante um conjunto de dados existentes e disponíveis, e 3 qualitativos, em função da impossibilidade de agregar dados numéricos que pudessem retratá-los. Por esta razão, estes últimos são valorados por meio de uma escala subjetiva que varia de 1 a 5, na qual o valor 1 representa uma avaliação muito ruim e o valor 5 representa uma avaliação muito boa. Para avaliar os ciclos tarifários através desta escala, foi realizada uma pesquisa com uma amostra de especialistas do setor, a qual incluiu profissionais da agência reguladora e das empresas distribuidoras. Ao final, todos os indicadores são normalizados para a implementação do método multicritério.

De acordo com as características e os propósitos específicos de cada indicador, são avaliadas formas de calculá-los. O indicador 1 representa o nível de efetividade do setor em reduzir perdas totais. Para mensurá-lo, é necessário medir a diferença entre o início e o final do período regulatório, em termos da razão de perdas globais sobre a energia injetada de todas as empresas. O indicador 2 descreve o nível de exequibilidade das metas, medido pela distância das metas em relação aos valores reais de perdas globais, verificados durante o período regulatório. Para simplificação deste cálculo, adota-se como premissa um cenário em que a regulação, de fato, esteja incentivando todas as empresas a operarem de forma eficiente e, com isso, o não atingimento das metas pelas empresas ocorre, exclusivamente, por conta da não factibilidade das metas. Sendo assim, a construção deste indicador considera a razão entre o quanto cada empresa reduziu de

perdas globais ao final de um ano tarifário e o quanto elas deveriam ter reduzido para atingir suas metas neste mesmo ano tarifário.

Além disso, o indicador 2 deve considerar algumas restrições intrínsecas a seu propósito. Para uma meta ser factível, a redução de perdas precisa ser igual ou superior à distância até a meta, o que resulta em um valor 100% factível (independente de ultrapassar a meta). Da mesma forma, se uma empresa já apresentou valor inicial de perdas reais igual ou inferior à meta, assume-se que esta meta seja 100% factível, uma vez que a empresa já atingia esta meta anteriormente. Por outro lado, uma meta será totalmente não factível (0% factível), caso ela imponha uma trajetória de redução para uma empresa que não apresente redução do índice de perdas.

Seguindo a ordem de descrição dos indicadores, o indicador 3 consiste no nível de adesão das empresas ao objetivo de reduzir PNT. Em outras palavras, este indicador contabiliza o número de empresas, no universo de empresas que possuíam metas de redução de PNT, que conseguiram reduzir o percentual de PNT do mercado, independentemente do quanto foi esta redução. O valor final do indicador para o ciclo regulatório é dado pela média desta quantidade de empresas entre os anos tarifários do período regulatório, ponderada pelo total de empresa do universo examinado em cada ano.

O indicador 4 descreve o nível de exequibilidade do atingimento das metas pelas empresas. A formulação do indicador 4 busca contabilizar o número de empresas que alcançaram as metas impostas pelo regulador. Este cálculo é similar ao realizado para o indicador 3, no qual valor final do indicador é dado pela média desta quantidade de empresas entre os anos tarifários do período regulatório, porém, agora, a ponderação considera o total de empresa do mercado em cada ano.

O indicador 5 retrata o grau de viabilidade dos limites mínimos de PNT, definidos pelo regulador para o setor. Para isso, é contabilizado o número de empresas que, dentro do período regulatório analisado, atingem estes valores (assumidos como 7,5% para o grupo de empresas de grande porte e 2,5% para o grupo de empresas de pequeno porte, de acordo com o modelo atual). O valor final do indicador é dado pela média desta quantidade de empresas entre os anos tarifários do período regulatório, ponderada pelo total de empresas do mercado em cada ano.

O indicador 6 corresponde ao nível de uniformidade da reação das empresas em resposta ao incentivo estabelecido. Ou seja, procura-se avaliar se os incentivos regulatórios estão promovendo um movimento de resposta similar entre as empresas por meio de uma medida de dispersão em torno da média. Para isso, a mensuração do indicador consiste em calcular o desvio padrão da amostra de desempenhos das empresas em relação à meta, medidos pela diferença entre a variação de perdas reais e a variação exigida pela meta.

O indicador 7 mede o nível de impacto financeiro nas distribuidoras provocado pela regulação de PNT. Evidentemente, a mensuração deste indicador considera o valor monetário da frustação financeira dado pelas PNT não reconhecidas no setor para cada ano do ciclo tarifário e ponderado pelo EBIT regulatório de cada empresa para os respectivos anos. Para fins de comparação, foram estabelecidos limites mínimos e máximos para esse indicador com base nos resultados extremos ocorridos no 2CRT.

Encerrando os indicadores quantitativos, o indicador 8 representa a visão inversa àquela avaliada pelo indicador 7. Ele trata do nível de impacto para os consumidores, mediante os efeitos causados sobre a modicidade tarifária. O cálculo deste indicador corresponde à média de PNT reconhecidas no setor durante o ciclo regulatório.

Por fim, os indicadores 9, 10 e 11 foram definidos como indicadores qualitativos e, por isso, são mensurados mediante a percepção de especialistas quanto aos aspectos tratados por cada indicador. Em termos descritivos, os aspectos tratados pelo indicador 9 refletem o nível de efetividade da regulação em modelar o contexto socioeconômico para ponderar as análises regulatórias com base na complexidade de combate às perdas associadas a cada concessão. O indicador 10 retrata o nível de qualidade da informação utilizada pelo regulador baseado na visibilidade dos dados e na capacidade de segmentar de maneira satisfatória os índices de PT e PNT. De forma a aprofundar a análise a respeito da qualidade da informação processada pelo regulador, o indicador 11 corresponde a uma avaliação consolidada sobre o nível de acurácia das

estimativas do modelo regulatório baseada na capacidade de segmentação dos determinantes gerenciáveis e não gerenciáveis das perdas.

A última etapa de construção da métrica consiste na distinção da importância relativa a cada critério e aos respectivos indicadores. Com este propósito, foi realizado um Workshop com a presença de especialistas para debaterem o tema e atribuírem os pesos relativos aos 11 indicadores desenvolvidos. Dentre os especialistas, estavam presentes profissionais das distribuidoras, além de membros da agência reguladora e pesquisadores acadêmicos.

O Workshop foi estruturado em rodadas de discussões, seguindo a abordagem do método "World Café", o que permitiu abordar os diversos aspectos relacionados à regulação das perdas e obter as contribuições dos especialistas por meio de debates que ajudaram na compreensão do problema. O método utilizado para a determinação dos pesos relativos a cada critério foi o *direct rating*, onde os especialistas convidados atribuíram uma importância a cada critério numa escala de zero a cem. Para buscar um maior consenso, aplicou-se o questionário em duas etapas. Considerando a uniformidade de conhecimento e competência dos respondentes, o peso final para cada critério foi obtido mediante agregação por média ponderada das avaliações. Estes pesos serão parâmetros fundamentais para o propósito da aplicação do método multicritério selecionado.

Por consequência das contribuições dos debates, originaram-se os indicadores 10 e 11 (apresentados anteriormente), os quais passaram a compor o conjunto de indicadores a serem ponderados pelos especialistas na segunda rodada de avaliação. Neste segundo momento de avaliação, as médias dos pesos dados para cada indicador foram apresentadas, de acordo com os valores obtidos na primeira rodada de avaliações.

Os resultados do debate foram positivos em gerar uma maior convergência na opinião dos especialistas. Apesar disso, ainda há uma grande heterogeneidade entre as avaliações dos especialistas, com altos desvios padrões e grandes divergências entre valores máximos e mínimos, mesmo após as rodadas de discussões. Ressalta-se que o Indicador 11, incluído após as discussões, foi o que apresentou a maior relevância em média, refletindo um ponto positivo do debate para a inclusão de uma variável nova de grande importância. De maneira geral, os indicadores qualitativos apresentaram uma maior importância em média, o que agrega complexidade para a análise.

Em seguida, é necessário transmitir os resultados dos indicadores para determinar a relevância dos critérios que os enquadram. Assim, os valores de média da 2ª rodada irão compor os pesos associados aos critérios, de acordo com as relações estabelecidas no Quadro 1. Como resultado deste processos obteve-se os seguintes valores normalizados dos pesos associados a cada critério: i) Critério 1 - Garantir Tarifas Módicas (0.077); ii) Critério 2: Eficiência Energética (0.076); iii) Critério 3: Estabelecer incentivos regulatórios coerentes a capacidade de resposta das empresas (0.357); iv) Critério 4: Estabelecer incentivos regulatórios que abranjam todo o setor (0.179); v) Critério 5: Garantir qualidade de informações Críticas (0.207); vi) Critério 6 Garantir sustentabilidade econômico-financeira (0.104). Essa matriz de pesos normalizados irá subsidiar os cálculos da análise multicritério, de forma a garantir que a avaliação dos ciclos regulatórios priorize o desempenho nos critérios mais relevantes. Isso permitirá decompor o resultado final da análise para identificar os pontos em que cada ciclo regulatório desempenhou bem ou mal.

Após sua construção, a métrica foi aplicada para a avaliar a efetividade da regulação de perdas adotada em cada ciclo regulatório da ANEEL. Em outras palavras, o conjunto de regras e normativas impostas em um determinado ciclo regulatório resulta em um desempenho geral do setor mensurado por meio da métrica desenvolvida neste trabalho. Dito isso, o primeiro passo consistiu na elaboração de um banco de dados contendo as variáveis necessárias para o cálculo dos indicadores quantitativos. Estas foram coletadas com base nas Notas Técnicas da ANEEL referentes aos processos de Ajuste e de Revisão Tarifária. Informações qualitativas foram obtidas por meio de questionários respondidos por especialistas do setor, em Workshop presencial ou via e-mail. Posteriormente, o cálculo dos indicadores 1 a 8 foi desenvolvido no software R. Em relação aos indicadores qualitativos, a avaliação foi obtida mediante resultado da pesquisa de opinião respondida por especialistas. Assim como na determinação dos pesos, não houve juízo de valor quanto às respostas obtidas pelos especialistas, de forma a considerá-los igualmente competentes. Com isso, o valor final de cada indicador corresponde à média simples das respostas.

A avaliação das notas apresenta resultados regulares ou abaixo da média para todos os critérios entre os diferentes ciclos tarifários. Além disso, é possível observar um significativo desvio padrão nas avaliações e grandes distâncias entre os limites máximos e mínimos. A partir da mensuração de todos os indicadores, estes valores são inseridos nos cálculos do Modelo TODIM para a execução da análise multicritério. O score é definido com base nos resultados da matriz de dominância final elaborados por meio da agregação das matrizes de dominância parcial. As matrizes de dominância parcial, são construídas a partir do desempenho relativo entre Ciclos de Revisão Tarifária (CRT) para cada um dos critérios, seguindo a equação 2. As matrizes de dominância final foram posteriormente normalizadas conforme a equação 3, gerando os scores padronizados entre 0 e 1, onde o 2 CRT apresentou um resultado de 63%, o 3CRT 61% e o 4CRT 72%. Portanto, pode-se perceber que o modelo regulatório vem apresentando evolução ao longo dos anos, porém o valor ainda está aquém do ideal para remunerar empresas por fatores que em parte podem ser não gerenciáveis pelas distribuidoras. Uma análise de sensibilidade foi realizada, alterando-se o parâmetro θ da função de valor multiatributo, sem modificação no ordenamento das alternativas.

4. Discussão dos Resultados

De maneira, geral, os ciclos regulatórios obtiveram uma avaliação mediana quanto a efetividade da regulação. Evidentemente, ainda há muito espaço para aprimoramentos que garantam a melhoria neste desempenho e o mais importante, um reconhecimento condizente com os cenários enfrentados pelas distribuidoras. Com base na aplicação da métrica, é possível realizar uma análise dos resultados segregada pelos critérios de avaliação da regulação. O desempenho em cada critério indica os pontos de fragilidade ou de adequabilidade associados a cada metodologia regulatória. Para isso, é importante identificar as relações de causalidade, de acordo com a evolução da regulamentação. No entanto, este exercício não é trivial e a aplicação da métrica permite apenas que sejam feitas suposições iniciais a respeito das causas de piora ou melhora na avaliação entre os ciclos.

A Tabela 1 sintetiza o resultado do ranqueamento dos ciclos em cada critério. A aplicação da métrica serve para o mapeamento dos aspectos a serem aprimorados em cada processo tarifário. Em geral, o 4CRT obteve o melhor desempenho entre os ciclos, o que denota um progresso evolutivo na efetividade da regulamentação. No entanto, há critérios em que esta progressão não ocorreu. Sendo assim, cabe avaliar os motivos para esta piora no desempenho específico, como forma de identificar aprimoramento efetivos para o próximo ciclo tarifário. Além disso, a análise histórica dos ciclos, possibilita realizar um levantamento ao longo de todo o período de atuação do modelo regulatório de PNT, no qual busca-se identificar alterações que possam explicar o desempenho de cada ciclo em relação a cada critério. Este processo pode indicar medidas que foram adequadas ou que deveriam ser evitadas para a proposição de inovações.

Tabela 1: Classificação dos ciclos.

Critérios	Ciclo	Classificação
Critério 1 - Eficiência Energética	2CRT	3
	3CRT	1
	4CRT	2
Critério 2 - Garantir sustentabilidade econômico-financeira	2CRT	1
	3CRT	3
	4CRT	2
Critério 3: Garantir Tarifas Módicas	2CRT	3
	3CRT	2
	4CRT	1
Critério 4: Estabelecer incentivos regulatórios coerentes a capacidade de resposta das empresas	2CRT	3
	3CRT	1
	4CRT	2
Critério 5: Estabelecer incentivos regulatórios que abranjam todo o setor de distribuição	2CRT	2
	3CRT	3

	4CRT	1
Critério 6: Garantir qualidade de informações Críticas	2CRT	2
	3CRT	3
	4CRT	1

Fonte: Elaboração própria.

A razão para o desempenho superior do 4CRT em seu melhor resultado comparativo reside no fato desse manifestar um melhor desempenho nos critérios: 3 (garantir tarifas módicas), 5 (estabelecer incentivos regulatórios que abranjam todo o setor de distribuição) e 6 (garantir qualidade de informações críticas). Isto se deu principalmente pelos indicadores qualitativos com capacidade de estimação de perdas gerenciáveis e não gerenciáveis, de sensibilidade ao contexto socioeconômico e de acurácia de segregação de perdas técnicas e não técnicas, quando comparados com as metodologias aplicadas nos ciclos anteriores, sinalizando uma evolução da metodologia nos ciclos. Porém, o resultado não garante que os objetivos acima tenham sido atingidos por completo, visto que o resultado dos demais critérios foi inferior aos ciclos anteriores.

Observa-se que desempenho dos critérios 1 (eficiência energética), 2 (garantir sustentabilidade econômico-financeira) e 4 (estabelecer incentivos regulatórios coerentes a capacidade de resposta das empresas) é inferior no 4 CRTP, devido mau desempenho dos indicadores de redução de perdas, graus de factibilidade das metas impostas e vulnerabilidade financeira das empresas. Portanto, pode-se supor que o 4CRTP pressionou as distribuidoras com metas não tão condizentes com o desempenho das empresas, dado o resultado no critério 4. Isso pode ter prejudicado o desempenho financeiro do setor, indicado no critério 2. Em contrapartida, estas medidas não resultaram em uma redução de perdas superior aos ciclos anteriores, demonstrado pelo resultado no critério 1.

No entanto, vale reiterar que esta lógica de acontecimentos se trata de suposições, as quais necessitam de uma avaliação aprofundada das relações de causalidade. De fato, externalidades ao setor, como a crise econômica dos últimos anos no país ou o aumento dos custos de aquisição de energia no período de escassez hídrica, podem ter afetado, em certa medida, os resultados quantitativos de desempenho do setor, independe da efetividade da regulação do 4CRT. Dito isso, as suposições aqui mencionadas servem para reflexão sobre possíveis efeitos a serem considerados como pontos de atenção para a proposição de inovações regulatórias que garantam um melhor desempenho da regulação.

Ao estender a análise para os demais ciclos, nota-se que o 3CRT foi o que apresentou melhor desempenho nos indicadores 1 (redução de perdas), 2 (grau de factibilidade das metas impostas), enquanto o 2 CRT demonstrou a melhor performance no indicador 7 (vulnerabilidade financeira das empresas). O indicador 2 teve um peso significativo para compor o critério 4 - Coerência dos Incentivos, por isso, o 3CRT teve o melhor desempenho neste critério. Embora a análise do cenário socioeconômico tenha sido feita de modo qualitativo, pode-se supor que fatores externos que não foram quantificados possam influenciar nesse resultado.

Em resumo, a análise dos resultados de aplicação da métrica desenvolvida permite supor que o 2CRT trouxe inovações importantes para o aprimoramento do tratamento de PNT, as quais, em um primeiro momento, induziram a avaliação relativamente boa para o ciclo. No entanto, o desenvolvimento deste modelo regulatório para o 3CRT não sinalizou melhora em aspectos importantes, o que induziu a uma avaliação pior para este período regulatório. A partir dos insucessos do 3CRT, o 4CRT aparenta ter um desempenho melhor por justamente tentar ajustar as fragilidades observadas no ciclo anterior. De fato, é possível notar as inovações introduzidas pelo 3CRT, como o uso de 3 modelos (C, G, K), a inserção de mais variáveis, as regras de ponto de partida e a análise por cluster de empresas, foram posteriormente aprimoradas no 4CRT. Além disso, a ANEEL ampliou o tratamento específico para algumas empresas, via exceções do modelo, o que induziu uma maior aderência das metas regulatórias ao contexto de cada empresa e uma melhor avaliação dos especialistas quanto à abrangência da regulação.

Portanto, a métrica é importante tentar identificar estes ajustes de um ciclo para outro que fizeram variar as notas. Com isso, é possível mapear os melhores caminhos para o desenvolvimento

de proposições de aprimoramento da regulação. Adicionalmente, a análise individualizada do resultado dos indicadores permite endereçar a priorização de alternativas regulatórias, a partir da identificação dos indicadores que estão com piores scores na escala de avaliação.

5. Conclusões

O presente estudo teve como objetivo central a elaboração de uma métrica, no âmbito do projeto de P&D em parceria com a CPFL, capaz de avaliar a efetividade do regulador no tratamento de PNT por ciclo de revisão tarifária. Para tal, foi construída uma estrutura metodológica composta por um conjunto de etapas que permitiram mensurar e ranquear o desempenho dos ciclos tarifários da ANEEL, a partir do 2CRT. Trata-se de uma análise histórica crítica para nortear a proposição de inovações, com base em uma métrica de avaliação clara, isenta e pré-estabelecida.

Devido à complexidade da avaliação, oriunda da subjetividade dos conceitos envolvidos, recorreu-se aos métodos de análise multicritério. Dentro desta área de conhecimento, identificou-se o modelo TODIM como sendo apropriado para lidar com tal desafio devido a sua vocação para tratar problemas de ranqueamento com critérios qualitativos e quantitativos e sua simplicidade. Após a seleção do método multicritério, foram definidos os critérios/indicadores e seus respectivos pesos através da aplicação de rodadas de discussões e da coleta de dados primários com especialistas do setor por meio de questionários.

Os resultados de aplicação da métrica mostram que o 4CRT apresentou a metodologia de melhor desempenho dentre os demais ciclos de revisão tarifária analisados (2CRT e 3CRT). Tal resultado foi obtido graças a um desempenho superior do ciclo em 8 dos 11 indicadores, sendo superado nos indicadores de redução de perdas, grau de factibilidade das metas impostas e vulnerabilidade financeira das empresas. O 3CRT observado revelou um melhor desempenho nos 2 primeiros indicadores (redução de perdas e grau de factibilidade das metas impostas), enquanto o 2CRT ciclo no último (acurácia de segregação de perdas técnicas e não técnicas).

Desta forma, a métrica construída se mostrou eficiente no cumprimento de seu objetivo de avaliar a eficiência das metodologias dos ciclos de revisão tarifária, permitindo identificar a magnitude do nível de eficiência, os ciclos de melhor e pior desempenho e os critérios/indicadores que mais contribuíram com o resultado encontrado. Com isso, a análise revelou possíveis pontos de aperfeiçoamento para futuros ciclos, com destaque para os relacionados à promoção redução de perdas, à garantia da saúde financeira das distribuidoras e à coerência das metas impostas. Ademais, o peso associado a cada critério denota a importância da efetividade da regulação em garantir a definição de metas coerentes e em garantir o uso de informações de qualidade, o que, sobretudo, é medido pela acurácia do modelo em estimar as perdas gerenciáveis e não gerenciáveis, sendo este um ponto de extrema relevância para a proposição de inovações regulatórias. Espera-se, assim, que a partir do desempenho do setor a cada ciclo regulatório atualize a base de dados utilizadas e a métrica desenvolvida contribua com novas análises de ciclos de revisões tarifárias futuros.

Agradecimento

Os autores gostariam de agradecer ao grupo CPFL pelo apoio técnico e financeiro, através do projeto de Pesquisa e Desenvolvimento com recursos de P & D da ANEEL.

Referências Bibliográficas

CHANKONG, V.; HAIMES, Y. Y (2008). Multiobjective decision making: theory and methodology. *Courier Dover Publications*.

GOMES, L. F. A. M.; LIMA, M. M. P. P. (1992a). From modeling individual preferences to multicriteria ranking of discrete alternatives: a look at prospect theory and the additive difference model. *Foundations of Computing and Decision Sciences*, v. 17, n. 3, p. 171-184.

_____ (1992b). TODIM: Basics and application to multicriteria ranking of projects with environmental impacts. *Foundations of Computing and Decision Sciences*, v. 16, n. 4, p. 113-127.

GOMES, L. F. A. M., RANGEL, L. A. D.; MARANHÃO, F. J. C. (2009). Multicriteria analysis of natural gas destination in Brazil: An application of the TODIM method. Mathematical and Computer Modelling, 50(1-2), 92-100.

GOMES, L. F. A. M. RANGEL, L. A. D. (2009). An application of the TODIM method to the multicriteria rental evaluation of residential properties. European Journal of Operational Research, 193(1), 204-211.

GOMES, K. G. A. (2009). Um método multicritério para a localização de unidades celulares de intendência da FAB. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da PUC. Rio de Janeiro.

MME (2018). Nota Técnica nº 3 de 2018. Ministério de Minas e Energia. Brasília, 2018.NOBRE, F. F.;

RANGEL, L. A. D.; GOMES, L. F. A.; RANGEL, S. V. D. (2013). Avaliação de alternativas pelo método TODIM considerando diferentes valores do fator de atenuação de perdas. *Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*. Natal.

ZINDANI, D. et al. (2017). A material selection approach using the TODIM (Tomada de Decisao Interativa Multicriterio) method and its analysis. *International Journal of Materials Research*, v. 108, n. 5, p. 345-354.