

Análise das Perdas de Energia no Sistema Elétrico de Distribuição Brasileiro

Leonardo J. Piotrowski, Diogo Franchi, Leonardo H. Medeiros, Antônio M. Kaminski, Gustavo M. De Lazari, Alzenira R. Abaide

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM
E-mails: leonardoljp@gmail.com, diogofranchi@gmail.com, leohm.29@gmail.com, antoniomkaminski@gmail.com, gustavodelazari@gmail.com, alzenira@ufsm.br

Resumo--As perdas de energia elétrica são um dos problemas que afetam negativamente os sistemas de distribuição de energia. As perdas técnicas – *PT* e as perdas não técnicas – *PNT* representam um enorme desperdício da potência ativa proveniente da geração de energia e acarretam em prejuízos tanto para as distribuidoras de energia como para os seus consumidores. Ao passo que as *PT* são inerentes à operação do sistema, as *PNT* estão associadas aos furtos ou fraudes na rede elétrica, problema que as distribuidoras enfrentam e procuram combater. Este artigo tem como objetivo apresentar uma análise geral das perdas elétricas das concessionárias do Rio Grande do Sul – *RS*, principalmente com destaque nas *PNT*. Esta análise é fundamentada na comparação com base nos valores de perdas elétricas a nível nacional através de um levantamento de dados.

Palavras-Chave – Perdas de energia elétrica, perdas não técnicas, perdas técnicas, sistema de distribuição.

I. INTRODUÇÃO

As perdas no sistema elétrico de potência – *SEP* estão localizadas em três setores principais: geração, transmissão e distribuição. Essas perdas podem ser divididas em duas categorias, perdas técnicas – *PT* e perdas não técnicas – *PNT* [1], representando, na sua totalidade, uma grande quantia de energia sendo desperdiçada ou utilizada de forma ilegal. Assim, a redução das perdas no *SEP* é uma das principais metas que a comunidade científica, bem como as concessionárias de distribuição de energia, têm procurado alcançar ao longo dos últimos anos. Dessa forma, este artigo aborda uma análise das perdas de energia elétrica na rede de distribuição.

As *PT* são inevitáveis ao transporte de energia devido ao Efeito Joule que ocasiona a transformação de energia elétrica em energia térmica. Por outro lado, as *PNT* correspondem a adulteração nos medidores de energia, conexão ilegal à rede, erros de medição e falhas no processo de faturamento [2]. De modo geral, as perdas estão atreladas aos fatores sociais e econômicos do país. Estes, por sua vez, podem oscilar significativamente afetando o consumo e serem induzidos por situações de extrema necessidade financeira. Situações adversas como, por exemplo, as pandemias que assolam o mundo inteiro diminuem o poder aquisitivo da população e os investimentos no setor elétrico.

As perdas de energia impactam no planejamento e operação da rede, principalmente dos investimentos que precisam ser realizados para suprir uma demanda por energia que não é devidamente utilizada ou faturada. Nesse sentido, este artigo aborda uma análise das *PT* e *PNT* no sistema de distribuição brasileiro – *SDB* com um destaque aos dados históricos da região Sul brasileira. Os cálculos das *PT* e *PNT* estão apresentados neste trabalho segundo as diretrizes da Agência Nacional de Energia Elétrica – *ANEEL* [3]

para possibilitar uma melhor compreensão da análise dos dados das perdas entre as distribuidoras da região Sul do Brasil.

Este artigo está organizado da seguinte forma. A Seção II apresenta uma análise geral das perdas no sistema de distribuição de energia elétrica do Brasil. Na Seção III e na Seção IV são descritos os cálculos das *PT* e *PNT*, respectivamente. Uma análise comparativa entre as distribuidoras de energia elétrica do Sul do Brasil é realizada na Seção V. Por fim, a Seção VI traz as conclusões obtidas a partir deste estudo.

II. PERDAS NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO BRASILEIRO

As perdas de energia elétrica no *SDB* podem ser obtidas pela diferença entre a energia elétrica adquirida pelas distribuidoras e a faturada em seus consumidores finais. Por outro lado, as perdas totais na distribuição são a soma das *PT* com as *PNT*. Em 2019, as perdas totais representaram mais do que o consumo de energia das regiões Norte e Centro-Oeste em 2018, ou seja, cerca de 14% do mercado consumidor [4]. Em suma, as *PT* do sistema de distribuição brasileiro representaram um total de 39,2 TWh (7,33%) e as *PNT* 35,9 TWh (6,44%) no ano de 2019.

A cada 4 ou 5 anos ocorre a Revisão Tarifária Periódica, em que a *ANEEL* define os percentuais regulatórios das perdas de distribuição das concessionárias. Utiliza-se o Módulo 7 dos Procedimentos de Distribuição – *PRODIST* [5] para estimar o percentual de *PT* relativas à energia injetada na rede. Os custos relativos às *PT* são calculados pela *ANEEL* e considerados na tarifa de energia elétrica de cada concessionária. No entanto, as *PNT* são resultantes da diferença entre as perdas totais e as *PT*. Apesar disso, existem limites regulatórios que são calculados pelo Submódulo 2.6 dos Procedimentos de Regulação Tarifária – *PRORET* [6], levando-se em consideração critérios de eficiência e as características socioeconômicas das áreas de concessão.

As perdas de energia elétrica no Brasil permaneceram constantes entre 2008 e 2019, tendo um valor mínimo de 13,4% e máximo de 14,2% para as perdas totais [4]. Entretanto, a variação das perdas entre as regiões geográficas do território brasileiro são discrepantes. A Fig. 1 apresenta os valores das perdas de energia em 2019 para as regiões Norte, Nordeste, Centro Oeste, Sudeste e Sul. A região Norte possui os maiores valores de perdas totais em relação às demais regiões, cerca de 33,4%, sendo 10,2% de *PT* e 23,2% de *PNT*. As perdas regulamentadas pela *ANEEL* foram 17,3% para a região Norte, porém essa região e as demais não conseguiram atingir essa meta em 2019. Esses valores regulatórios das *PNT* geralmente são inferiores aos praticados pelas concessionárias porque a *ANEEL* segue critérios de eficiência, limitando assim o repasse das *PNT* reais. A região Sul do Brasil foi a que obteve as menores perdas totais de energia, cerca de 9,1% das perdas totais.

As concessionárias atuam em áreas muito heterogêneas e por isso a ANEEL criou um *ranking* de complexidade socioeconômica para comparar seus desempenhos de *PNT*. Esse procedimento faz com que as concessionárias sejam incentivadas a reduzir as perdas para auferir ganhos adicionais de receita ou reduzir os prejuízos do não repasse integral das perdas. Dessa forma, a empresa precisa desenvolver ações e estratégias para o combate das perdas na sua região de atendimento aos consumidores.

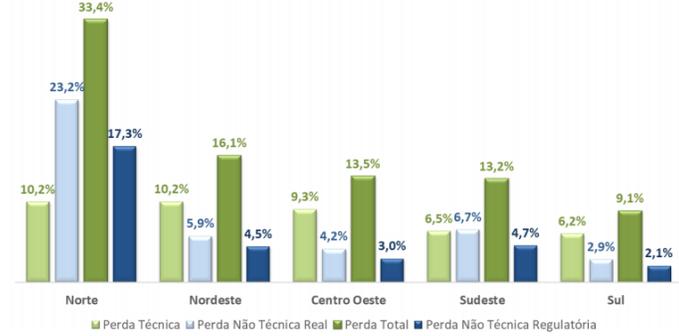


Fig. 1. Perdas de energia por região geográfica do Brasil em 2019 [4].

A evolução das *PT* e *PNT* sobre a energia injetada pode ser observada na Fig. 2 para o período de 2008 a 2019 no Brasil. Conforme citado anteriormente, as perdas possuem uma baixa amplitude de variação a nível nacional quando comparada com a variação das perdas regionais.

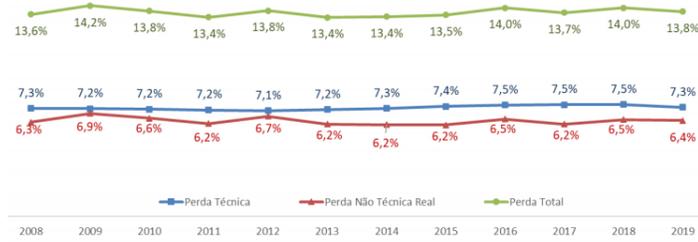


Fig. 2. Evolução das perdas de energia no Brasil [4].

O custo das *PT*, sem considerar tributos, foi de R\$ 7,9 bilhões e das *PNT* de R\$ 7,4 bilhões, ambos no ano de 2019 [4]. Entretanto, os cálculos da ANEEL consideraram apenas R\$ 5,3 bilhões de perdas regulatórias. É importante ressaltar que o consumidor regular paga parcialmente pelos furtos e fraudes de energia, pois a ANEEL reconhece valores regulatórios eficientes, ou seja, a distribuidora incorpora o consumo irregular de energia no mercado e os custos são rateados com os demais consumidores.

III. PERDAS TÉCNICAS NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO

A maior parcela das *PT* nos sistemas de distribuição são principalmente, relativas aos processos de transporte e transformação de energia elétrica por condutores (primários e secundários) e transformadores, respectivamente. A perda de energia pelo Efeito Joule é diretamente proporcional a resistência elétrica do cabo e ao quadrado da corrente elétrica, sendo o maior contribuinte para o montante final das *PT* [7]. Elas são calculadas para cada instante de um sistema e são medidas temporais (kWh, MWh, GWh...).

As *PT* podem ser encontradas nos ramais de ligação, medidores, equipamentos de proteção e de manobra, e reguladores de tensão também. Entretanto, por serem suficientemente pequenas

se comparadas ao montante, geralmente são desprezadas [8]. Para uma modelagem mais adequada e precisa, os cálculos de *PT* ocorrem de forma segmentada, uma vez que cada sistema possui suas especificidades. Entre essas particularidades pode-se citar o comprimento e bitola dos condutores e a potência dos transformadores. As *PT* podem ser divididas em ativa (1) e reativa (2), segundo [8].

$$\Delta W_{TT} = \sum_t^{T/\Delta t} (\Delta P_{RPt} + \Delta P_{TDt} + \Delta P_{RSt}) \times \Delta t \quad (1)$$

$$\Delta W_{TQT} = \sum_t^{T/\Delta t} (\Delta Q_{RPt} + \Delta Q_{TDt} + \Delta Q_{RSt}) \times \Delta t \quad (2)$$

onde ΔW_{TT} e ΔW_{TQT} são as *PT* de energia elétrica ativa e reativa na rede de distribuição para um período de tempo T (kWh, kVArh); ΔP_{RPt} e ΔQ_{RPt} são as perdas de potência ativa e reativa na rede primária no instante t (kW, kVAr); ΔP_{TDt} e ΔQ_{TDt} são as perdas de potência ativa e reativa nos transformadores de distribuição no instante t (kW, kVAr); ΔP_{RSt} e ΔQ_{RSt} são as perdas de potência ativa e reativa na rede secundária no instante t (kW, kVAr) e Δt é o intervalo de tempo (h).

IV. PERDAS NÃO TÉCNICAS NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO

As *PNT*, também conhecidas como perdas comerciais, são ocasionadas normalmente por problemas relacionados à falta de faturamento da energia elétrica distribuída. Entre as causas mais típicas estão a inexistência dos medidores, a falha ou falta de aferição dos medidores, a fraude no fornecimento ou no sistema de medição de energia, o furto de energia e o erro no faturamento das unidades consumidoras. Essas causas estão relacionadas muitas vezes às questões de ordem social, onde o crescimento geográfico desordenado e irregular de residências e estabelecimentos favorecem o surgimento de irregularidades.

As *PNT* são contabilizadas pela diferença entre as perdas globais e as *PT*, conforme a equação (3) retirada de [8]. Dessa forma, as perdas que não são enquadradas como *PT* são consideradas como *PNT* [7]. A medição delas é realizada mensalmente apenas para a energia ativa visto que o consumo de energia reativa não é medido para a maioria dos consumidores [8].

$$\Delta W_{Cm} = \Delta W_{Gm} - \Delta W_{Tm} \quad (3)$$

onde ΔW_{Cm} é a perda comercial de energia elétrica na rede de distribuição para um período mensal (kWh); ΔW_{Gm} é a perda global de energia elétrica mensal da rede de distribuição (kWh) e ΔW_{Tm} é a *PT* de energia elétrica mensal da rede de distribuição (kWh).

V. ANÁLISE DAS PERDAS NÃO TÉCNICAS

Esta seção apresenta os dados fornecidos pela ANEEL referentes às *PNT* no cenário nacional e regional. Este último será comparado com as *PNT* referentes a todas as concessionárias do RS, com destaque para os dados individuais das duas maiores concessionárias da região.

Os níveis de *PNT* dependem da gestão das concessionárias, das características socioeconômicas e de aspectos comportamentais existentes em cada área de concessão [4]. As *PNT* podem ser diferenciadas em regulatórias e reais, onde as perdas regulatórias

são reconhecidas na tarifa de energia enquanto as perdas reais ocorrem efetivamente no sistema de distribuição [4]. A diferença apurada, entre o valor real e regulatório pela concessionária, pode ocasionar prejuízo financeiro quando mal definida.

A. Perdas Não Técnicas no Brasil

A Fig. 3 apresenta a evolução das *PNT* no Brasil para o período de 2008 a 2019. O gráfico mostra os percentuais em relação ao total da energia fornecida, onde as perdas reais estão representadas em vermelho e as perdas regulatórias em azul. Pode-se perceber que para a totalidade do período, as *PNT* reais superam as perdas regulatórias. De forma geral, para o mercado brasileiro, as concessionárias vêm tendo prejuízos com as *PNT* não repassadas à tarifa de energia, o que reforça a importância de investimentos em medidas para a redução destes níveis.



Fig. 3. *PNT* no Brasil [9].

A Fig. 4 ilustra as *PNT* regulatórias para todos os estados brasileiros, enquanto a Fig. 5 representa as perdas reais. Ambas as figuras se referem ao ano de 2019.

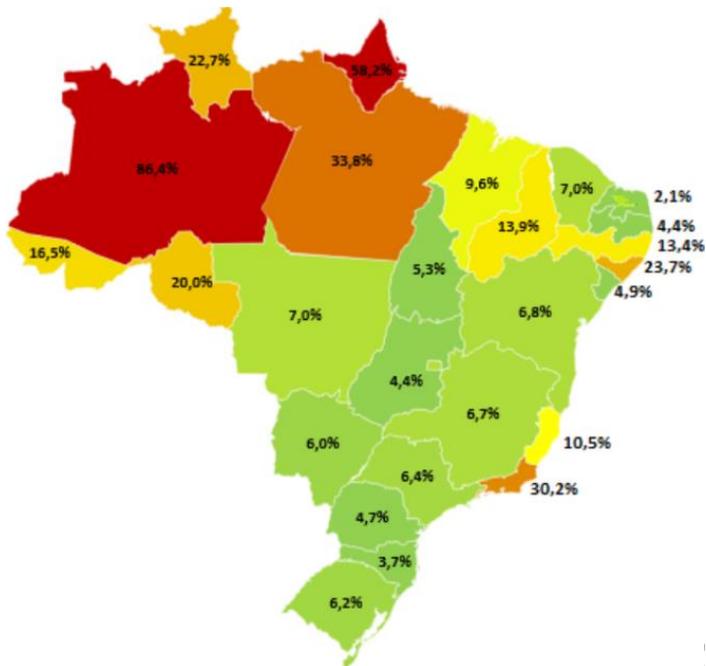


Fig. 4. *PNT* regulatórias para todos estados brasileiros [4].

Pode-se observar que os casos mais críticos se referem aos estados do Amazonas e Amapá, ambos da região Norte, que apresentam os maiores índices de *PNT*. As características da região colaboram para este indicativo, por se tratar de uma região com muitas localidades remotas de difícil acesso e fiscalização. Observa-se que as próprias perdas que são repassadas à tarifa,

determinadas pela ANEEL para esta região, têm um valor elevado por conta da sua complexidade.

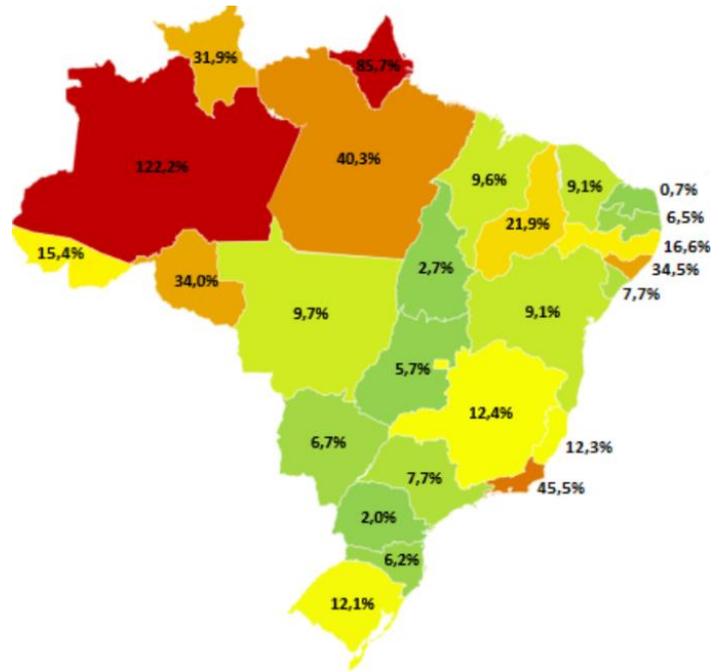


Fig. 5. *PNT* reais para todos estados brasileiros [4].

O estado do Amazonas apresentou um valor de 122,2% de *PNT* reais para o ano de 2019. Isto resulta em cerca de 35% de prejuízo à concessionária em relação às *PNT* regulatórias. O estado do Rio Grande do Norte apresenta os menores índices de *PNT*, com 0,7% de perdas reais, valor abaixo das perdas regulatórias, configurando-se como o melhor caso no cenário segundo a Fig. 5 apresenta em relação a todos os demais estados brasileiros.

A Fig. 6 mostra as *PNT* reais e regulatórias das concessionárias de grande porte do mercado brasileiro de distribuição para o ano de 2019. As concessionárias Amazonas Energia e CEA do Amapá são responsáveis pelo fornecimento de energia para a totalidade do território de seus estados de concessão e apresentam grandes prejuízos por conta da diferença entre as *PNT* regulatórias e reais.

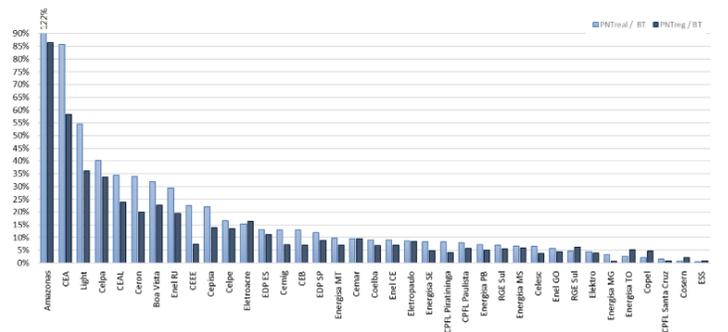


Fig. 6. *PNT* para concessionárias de grande porte [4].

Na Fig. 7 pode ser visualizado o impacto das *PNT* na tarifa de energia. As *PNT* representaram um custo de cerca de R\$ 7,4 bilhões em 2019, dentro disso as perdas regulatórias, repassadas ao consumidor brasileiro, tiveram um custo de aproximadamente R\$ 5,3 bilhões. Representando em média 3% do valor da tarifa, variando de acordo com a distribuidora [4].

Tem-se novamente, segundo a Fig. 7, a Amazonas Energia e a CEA do Amapá com os maiores índices, respectivamente, 22,7% e 13,3% da tarifa de energia constituídas pelas *PNT* regulatórias calculadas pela ANEEL. Este valor é repassado aos consumidores, ressaltando novamente a importância da redução destes índices e seu impacto negativo tanto para as concessionárias quanto para o consumidor final.

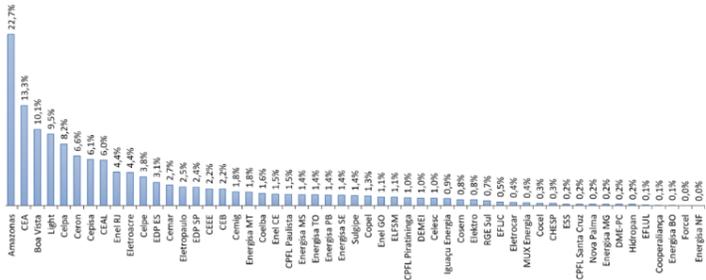


Fig. 7. Representatividade das *PNT* regulatórias na tarifa [4].

B. Perdas Não Técnicas no Rio Grande do Sul

Esta seção apresenta as *PNT* para o RS com foco na comparação das perdas reais e regulatórias das duas maiores concessionárias do estado. Pode-se visualizar na Fig. 8, para o período de 2008 a 2019, a porcentagem das *PNT* em relação ao fornecido de energia para o estado do RS.

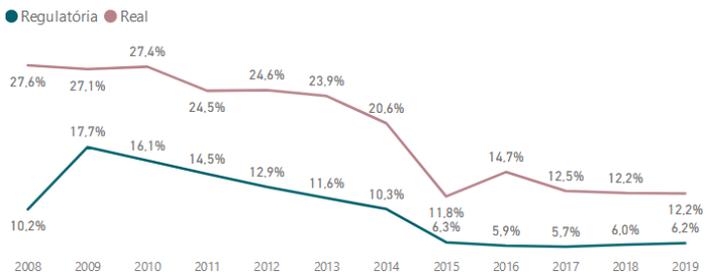


Fig. 8. *PNT* no estado do RS [9].

Em 2008 obteve-se a maior disparidade entre os valores de perdas reais e regulatórias, devendo-se principalmente ao alto índice apresentado pela Companhia Estadual de Energia Elétrica – *CEEE* conforme pode ser comprovado na Fig. 9. Nos anos seguintes a diferença foi amenizada em comparação ao primeiro ano, chegando em seu menor valor em 2015. Entretanto, durante todo esse período, as concessionárias do RS, de uma maneira geral, tiveram prejuízos econômicos por conta dos valores de perdas não repassados na tarifa.

Na Fig. 9, pode-se observar o perfil das *PNT* na distribuição para a concessionária *CEEE*, que a partir de 2009 apresentou dificuldades em reduzir o nível das *PNT* reais, mesmo com uma constante redução anual das *PNT* regulatórias. Assim, o resultado levou a prejuízos maiores ano após ano.

Conforme visto na Fig. 7, a *CEEE* repassa as *PNT* regulatórias aos seus clientes, cerca de 2,2% da tarifa conforme dados de 2019. Para reduzir as perdas reais, e consequentemente os prejuízos da concessionária, algumas medidas foram tomadas. O programa de combate às perdas comerciais da *CEEE* [10] lista algumas ações, como por exemplo, a intensificação da fiscalização, aquisição e instalação de novos medidores na rede e investimentos em tecnologia. Essa distribuidora de energia possui um programa para

a regularização das ligações clandestinas, com ênfase nas áreas de complexidade social o que facilita o acesso dos consumidores à rede [10].

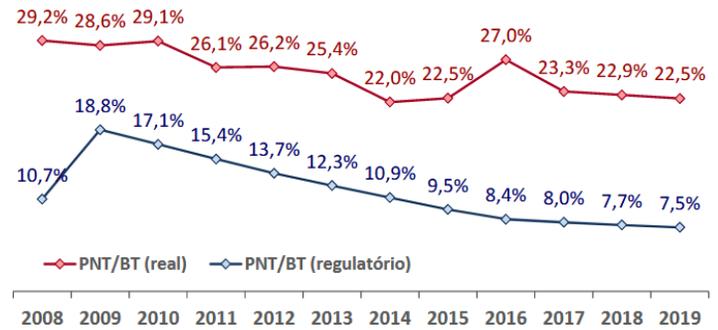


Fig. 9. *PNT* para a concessionária *CEEE* distribuição [4].

A Fig. 10 ilustra a evolução das *PNT* anuais para a distribuidora Rio Grande Energia – *RGE Sul* durante o período de 2008 a 2019. Ressalta-se que as menores diferenças ocorreram nos anos de 2009 e 2014, com 0,1% e 0,4% de *PNT* reais acima das perdas regulatórias. Entretanto, em todos os anos do período observado as perdas reais permanecem acima dos valores regulatórios, causando prejuízos à distribuidora, mesmo com valores muito abaixo dos apresentados em relação ao caso da *CEEE*. Aproximadamente, 0,7% da tarifa repassada ao consumidor da *RGE* é representada pelas *PNT*, conforme mostra a Fig. 7.

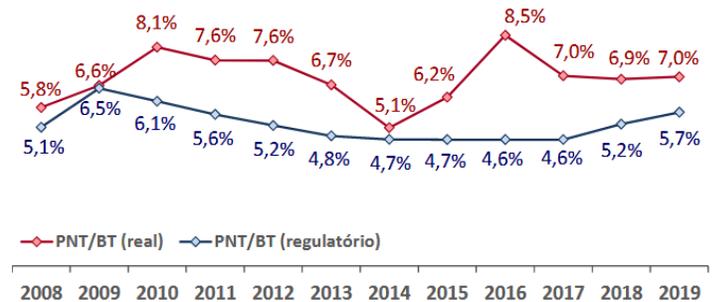


Fig. 10. *PNT* para a concessionária *RGE Sul* [4].

A Companhia Paulista de Força e Luz – *CPFL*, ao qual a *RGE* pertence tem intensificado as ações de inspeção e cortes em áreas irregulares [11]. Também foi realizado o emprego de técnicas de inteligência artificial em laboratórios para identificação das perdas através da grande quantidade de dados da rede e melhorias no despacho de energia [11].

O estudo de perdas de energia elétrica envolve uma interdisciplinaridade muito grande e isso fica evidente ao analisar-se a discrepância entre os estados, seja pela área de atuação da distribuidora, densidade demográfica ou área geográfica das residências. Indicadores como o Índice de Desenvolvimento Socioeconômico – *IDESE* e o Índice de Desenvolvimento Humano – *IDH*, que mensuram educação, longevidade e renda, também afetam os índices de *PNT* em decorrência da desigualdade social e urbanização mal planejada [12].

Para reduzir significativamente os valores das *PNT* é necessário um plano que busque localizá-las e solucioná-las. Entre as ações praticadas estão a identificação e o desenvolvimento de relações com os líderes de comunidade e a regularização dos clientes clandestinos. Além disso, é importante implementar políticas comerciais e campanhas para o uso consciente da eletricidade. Por

fim, o aumento da quantidade de inspeções e a modernização dos equipamentos para este fim também contribuem para a diminuição das *PNT* [13].

C. IDESE versus Perdas de Energia

As perdas de energia estão relacionadas a diversos fatores, entre eles está o socioeconômico. O *IDese* é um indicador social responsável por mensurar o grau de desenvolvimento dos municípios do *RS*. Os valores acima de 0,8 são considerados índices altos, enquanto os médios ficam entre 0,5 e 0,799 e os índices baixos são os valores menores que 0,499. O *IDESE* considera um total de doze indicadores separados em Educação, Renda e Saúde [14]. A Fig. 11 apresenta o *IDESE* do *RS* por municípios em 2016. Em geral, pode-se notar que o *RS* encontra-se em um patamar médio de desenvolvimento e com a maioria das regiões do Norte do estado com índice médio para alto, enquanto na região Sul predominam índices médios para baixo.

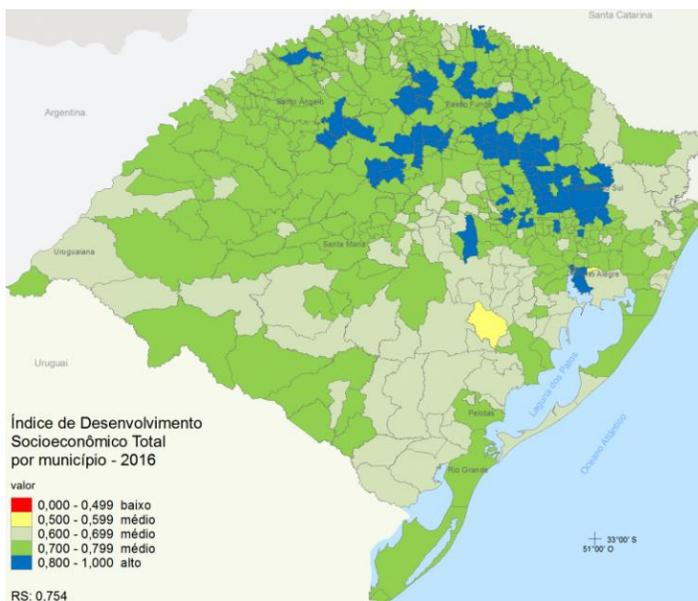


Fig. 11. *IDESE* total de 2016 para o *RS* [14].

Tendo o *IDESE* dos municípios do *RS* pode-se fazer uma análise comparativa referente às áreas de atuação das duas concessionárias de energia analisadas neste trabalho: a *RGE SUL* e a *CEEE* distribuição – *CEEE-D*, no que se refere às perdas de energia. A Fig. 12 apresenta as áreas de atuação dessas duas concessionárias em destaque. Percebe-se que são as duas maiores concessionárias do *RS*, sendo que a *RGE* predomina na região Norte e Centro-Oeste (cor lilás fraca), enquanto a *CEEE* predomina na região Sul e litoral (cor lilás forte).

Uma comparação entre as Fig. 11 e 12 mostra que a área de atuação da *CEEE* está com os menores valores de *IDESE* do *RS* em relação à área de atuação da *RGE*. Isso pode explicar em parte o porquê da *RGE* possuir menor quantidade de *PNT* de energia do que a *CEEE*. Além disso, existem diversos motivos que levam aos altos índices de perdas de energia, como os investimentos realizados na infraestrutura da rede pelas concessionárias, bem como a sua governança interna e estratégias adotadas por órgãos públicos e privados na melhoria da qualidade de vida das pessoas.

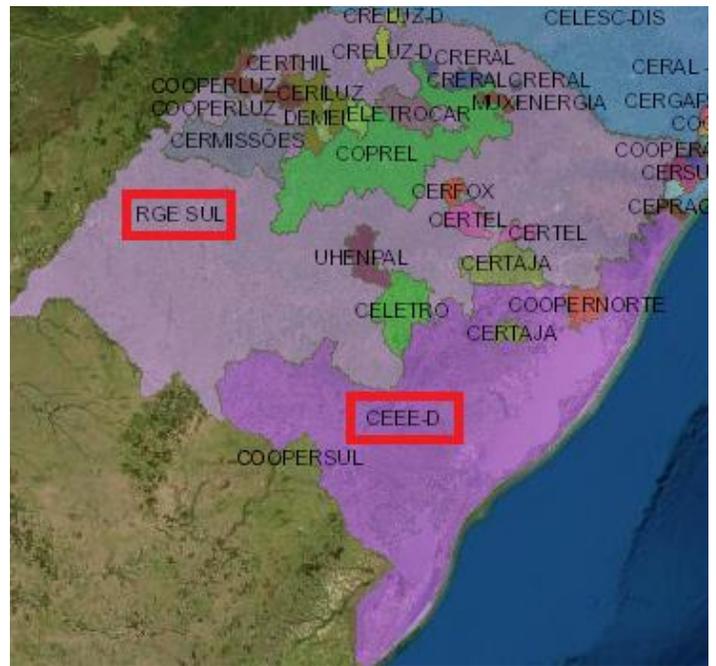


Fig. 12. Áreas de atuação das distribuidoras do *RS* [15].

VI. CONCLUSÕES

Neste artigo, analisou-se através de um levantamento de dados da *ANEEL* as *PNT* de energia elétrica para estado do *RS*. Para realizar a análise foram escolhidas as duas maiores distribuidoras do estado: *CEEE-D* e *RGE SUL*. Este estudo se originou de uma comparação entre o estado do *RS* com os demais estados brasileiros.

As *PNT* têm um impacto negativo e significativo para a distribuidora de energia e para o consumidor, apresentando valores bastante heterogêneos entre os estados brasileiros. Se por um lado, tem-se vários estados do Brasil em 2019 com valores abaixo de 10% de perdas, por outro lado tem-se estados com valores acima dos 40%, como é o caso do Rio de Janeiro, Amapá e Amazonas.

O *RS* apresentou um valor de *PNT* reais no ano de 2019 considerado razoável quando comparado com os valores históricos do estado (em torno de 27% de 2008 a 2010). Entretanto, quando comparado a nível nacional, ainda percebe-se números aquém do esperado em decorrência, principalmente da participação dos elevados números de *PNT* da *CEEE*.

A redução das *PNT* se faz necessária tanto em estados brasileiros que possuem números elevados, quanto no estado do *RS* que, mesmo apresentando diminuição em seus níveis, necessita melhorar, visto que chegou em uma estagnação de valores nos últimos anos. Para isso, são necessárias políticas públicas que proporcionem uma melhor infraestrutura, escolaridade e habitação para a população. A diminuição da pobreza e da desigualdade social, juntamente com a diminuição da violência também são fatores que contribuem para a redução das *PNT*. Além disso, os avanços tecnológicos como a instalação de medidores inteligentes, a criação de microrredes e a geração distribuída podem ser alternativas para contribuir na diminuição das perdas totais do sistema de distribuição.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e a Universidade Federal de Santa Maria. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES/PROEX) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- [1] N. J. de Castro, M. C. de Miranda, M. G. Vieira, “O Desafio Regulatório das Perdas não Técnicas das Distribuidoras de Energia Elétrica,” Canal Energy, 2019.
- [2] A. Chauhan, S. Rajvanshi, “Non-Technical Losses in power system: A review,” Proceedings of 2013 International Conference on Power, Energy and Control, ICPEC 2013.
- [3] ANEEL. Perdas de Energia. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=801&idPerfil=4>>. Acesso em: 12 nov. 2020.
- [4] ANEEL, Relatório de Perdas. Perdas de Energia Elétrica na Distribuição. Brasília, DF. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/documents/654800/18766993/Relat%C3%B3rio+Perdas+de+Energia+2019.pdf/6cb0bf36-4074-bbc3-d15d-ed370f44b34b>>. Acesso em: 12 nov. 2020.
- [5] ANEEL. PRODIST Módulo 7 – Cálculo de Perdas na Distribuição, Agência Nacional de Energia Elétrica. Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST, Rev. 4, 2020.
- [6] ANEEL. PRORET, Módulo 2 – Revisão Tarifária Periódica das Concessionárias de Distribuição: “Submódulo 2.6 Perdas de Energia”. Brasília, DF. [s.d.] [s.a]. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Subm%c3%b3dulo%202.6_V3.pdf>.
- [7] C. Penin. “Combate, prevenção e otimização das perdas comerciais de energia elétrica,” 214 p. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- [8] D. Bernardon, et. al. “Perdas Técnicas e Comerciais de Energia Elétrica em Sistemas de Distribuição”. Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, 2012.
- [9] ANEEL. Perda não técnica. Agência Nacional de Energia Elétrica 2019, 2019. Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNDIY2YwNjgtYTZmMC00MjUxLTgzYjAtOWMxYmIwYjUxN2U4IiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYjYtNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOjR9>>.
- [10] CEEE-D. Relatório Anual de Sustentabilidade, 2018. Disponível em: <https://www.ceece.com.br/sustentabilidade-e-educacao/arquivosgri/Relatorio_Anual_de_Sustentabilidade_CEEED_2018.pdf>. Acesso em 25 nov. 2020.
- [11] CPFL. Relatório Anual 2018, 2018. Disponível em: <<https://www.cpfl.com.br/institucional/relatorio-anual/Documents/ra-2018.pdf>>. Acesso em 25 nov. 2020.
- [12] A. A. Chauhan, “Non-Technical Losses in Power System and Monitoring of Electricity Theft over Low-Tension Poles,” Proc. - 2015 2nd IEEE Int. Conf. Adv. Comput. Commun. Eng. ICACCE 2015, pp. 280–284, 2015.
- [13] M. E. de Oliveira, “Avaliação de metodologias de cálculo de perdas técnicas em sistemas de distribuição de energia elétrica,” Universidade Estadual Paulista - UNESP, Ilha Solteira, 2009.
- [14] Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul. (2016). Índice de Desenvolvimento Socioeconômico - IDESE. Disponível em: <<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/indice-de-desenvolvimento-socioeconomico-novo-idese>>. Acesso em 26 nov. 2020.
- [15] ANEEL. Áreas de Atuação das Distribuidoras. Agência Nacional de Energia Elétrica, 2020. Disponível em: <<https://sigel.aneel.gov.br/portal/home/webmap/viewer.html?webmap=49bf6df3ecc9426fa3e32ef25d954d00>>. Acesso em 26 nov. 2020.