

PERDAS NÃO TÉCNICAS DE ENERGIA

Uma Análise Socioeconômica

Guilherme Bittencourt Rodrigues Nichelli ¹

orcid.org/0009-0008-7675-3259

Gustavo de Moraes Azeredo ²

orcid.org/0009-0004-5466-7860

Johnny Carvalho Siqueira Neves ³

orcid.org/0009-0002-7163-3238

Paulo Roberto Duailibe Monteiro ⁴

orcid.org/0000-0002-7376-9115

RESUMO

Ao longo das linhas de transmissão e distribuição da energia elétrica, gerada em locais remotos, ocorrem perdas que podem ser inerentes ao próprio sistema, assim classificadas como perdas técnicas, ou decorrentes de variáveis exógenas, que, por esse motivo, são consideradas não técnicas – PNT. Essas últimas, que são o objeto do presente estudo, são causadas por fraudes de modo geral, sem afastar problemas de gestão das distribuidoras de energia. Os prejuízos causados pelas PNT são objeto de inúmeras discussões entre os players do setor elétrico, chegando ao Congresso Nacional. Tendo essa preocupação em conta, o presente artigo traz uma análise com viés socioeconômico comparando o problema entre os diversos estados brasileiros e visando a identificar uma correlação com os seus indicadores analisados. A metodologia adotada é de pesquisa exploratória documental, fazendo uma análise investigativa do problema, sob o viés socioeconômico, considerando informações estatísticas disponíveis em órgãos oficiais. Abordam-se os aspectos regulatórios e tarifários, que são influenciados pelo necessário rateio de parte dos prejuízos causados pelas PNT. Em seguida, são apresentados registros estatísticos das PNT ao longo dos estados, variáveis demográficas (população e densidade demográfica) e socioeconômicas (Índice de Gini, a Taxa de Inadimplência, a Taxa de Desemprego, a Taxa de Analfabetismo e Índice de Escolaridade). As análises e discussões sobre as comparações dos dados estudados pretendem mostrar as correlações entre as PNT e as variáveis socioeconômicas. E, ainda, como as distribuidoras atuam na mitigação do problema. Ao final, a conclusão mostra se as variáveis socioeconômicas são objetivamente uma causa fundamental para as PNT ou se há outros fatores que impactam o problema.

Palavras-chave

Perdas não técnicas; Energia elétrica; Distribuição de energia; Índices socioeconômicos.

1 Engenheiro Eletricista/Mestrando em Montagem Industrial, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, guilhermenichelli@gmail.com.

2 Engenheiro Mecânico/Mestrando em Montagem Industrial, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, gm_azeredo@id.uff.br.

3 Engenheiro de Produção/Mestrando em Montagem Industrial, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, johnnycarvalhosn@gmail.com.

4 Engenheiro Eletricista, DSc. Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, pauloduailibe@id.uff.br.



NON-TECHNICAL ENERGY LOSSES

A Socioeconomic Analysis

ABSTRACT

Along the lines of transmission and distribution of electric energy, generated in remote locations, losses occur that may be inherent to the system itself, thus classified as technical losses, or arising from exogenous variables, which, for this reason, are considered Non-Technical Losses – NTL. The latter, which are the object of this study, are caused by fraud in general, without ruling out management problems for energy distributors. The damage caused by the NTL is the subject of numerous discussions among players in the electricity sector, reaching the National Congress. Taking this concern into account, this article presents an analysis with a socioeconomic bias, comparing the problem between the different Brazilian states and seeking to identify one correlation with the analyzed indicators. The methodology adopted is exploratory documentary research, making an investigative analysis of the problem, under the socioeconomic bias, considering statistical information available in official bodies. Regulatory and tariff aspects are addressed, which are influenced by the necessary rate of part of damaged caused by the NTL. Then, statistical records of the NTL are presented throughout the states, such as demographic variables (population and demographic density) and socioeconomic variables (Gini Index, Default Rate, Unemployment Rate, Illiteracy Rate and Schooling Index). The analyzes and discussions about the comparisons of the studied data intend to show the correlations between the NTL and the socioeconomic variables. And then, how the distributors operate in mitigating the problem. At the end, the conclusion if the socioeconomic variables are objectively shown a fundamental cause for the NTL or if there are other factors that impact the problem.

Keywords

Non-technical losses; Electricity; Energy distribution; Socioeconomic indices.

Submetido em: 07/08/2023 – Aprovado em: 20/09/2023 – Publicado em: 28/09/2023

1 INTRODUÇÃO

Toda a energia elétrica que chega aos pontos de consumo passa necessariamente pelas etapas de geração, transmissão e distribuição.

No Brasil, se inicialmente a geração e o consumo de energia elétrica eram locais, com sistemas descentralizados localizados próximos às grandes cidades, a partir da década de 1960, com o surgimento das grandes usinas hidroelétricas, o antigo modelo cedeu espaço para um grande sistema interligado nacional (CATAIA, 2019). Atualmente, a geração de energia elétrica no Brasil se dá por um “sistema hidro-termo-eólico de grande porte, com predominância de usinas hidrelétricas e com múltiplos proprietários (ONS^b, 2023).

Naturalmente, essas usinas hidroelétricas são instaladas em locais remotos, necessitando de um complexo sistema de transmissão até a entrega da energia elétrica nos pontos de consumo. Isso se dá pelo Sistema Interligado Nacional, que pode ser definido como o conjunto de instalações responsáveis pelo suprimento de energia elétrica a todas as regiões do país, interligadas eletricamente (ONS^a, 2023).

Assim, o processo energético é dividido em três etapas principais, a geração, a transmissão e a distribuição. Ao longo desse caminho, a energia transportada pelas linhas de transmissão e distribuição sofre perdas, que são classificadas em técnicas e comerciais, expressas em megawatt-hora (MWh) (ANEEL, 2021). As perdas técnicas são inerentes ao processo como um todo, sendo relacionadas à transformação de energia elétrica em energia térmica nos condutores (Efeito Joule), perdas nos núcleos dos transformadores, perdas dielétricas etc (ANEEL, 2021).

Por outro lado, as perdas comerciais, comumente ditas Perdas Não Técnicas (PNT) decorrem principalmente de ligações clandestinas, desvios diretos da rede, adulterações em medidores, erros de medição e erros de faturamento (ANEEL, 2021).

As PNT não são diretamente quantificáveis, sendo determinadas pela diferença entre o total de energia entregue aos consumidores e as perdas técnicas. (ANEEL, 2021)

O problema é comumente correlacionado às características socioeconômicas (CASTRO, *et al*, 2022) e a aspectos comportamentais existentes em cada área de concessão (SANTOS, LOPES, FILHO, & POMPEU, 2016). Por isso, seria considerado variável exógena à produção, transmissão e distribuição de energia.

Mas tal externalidade não afasta a possibilidade de os níveis de PNT serem decorrência, também, da gestão do problema pelas concessionárias (MERENFELD, HUBACK, HIDD, VARDIERO & SILVA LIMA, 2020).

Nesse contexto, os prejuízos provocados pelas PNT têm sido motivo de preocupação de distribuidores, Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e todos os *players* do mercado de energia, tendo em vista suas consequências, seja no aspecto da qualidade da energia elétrica, seja pelos impactos nas tarifas. No que tange às tarifas de energia elétrica, as PNT são

responsáveis por sua elevação, tendo em vista o modelo tarifário de rateio dos custos de produção, adotado no Brasil.

Esse aspecto tem mobilizado, inclusive, o próprio Congresso Nacional que, como forma de evitar prejuízos à população em geral, tem, em tramitação, projeto de lei que visa a proibir a inclusão dos prejuízos causados por PNT nas tarifas de fornecimento de energia elétrica (BRASIL, 2019).

Considerando a relevância das PNT e seus impactos negativos no desempenho dos sistemas de distribuição de energia elétrica, este artigo faz uma análise com viés socioeconômico, por meio de uma comparação dos estados brasileiros, visando a identificar uma correlação com os seus indicadores analisados.

2 METODOLOGIA

No presente trabalho, é realizada uma análise investigativa das perdas não técnicas de energia, com viés socioeconômico e foco nos estados brasileiros.

As amostras disponíveis para a pesquisa são os dados e informações de órgãos estatísticos oficiais, tais como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, dentre outros. São, também, consideradas as informações disponibilizadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

As variáveis socioeconômicas de cada estado da federação, são base para identificar possíveis correlações com os níveis de PNT.

Além disso, textos científicos abordando o tema foram selecionados para a análise da questão e seu enfrentamento. Ao final, uma avaliação das soluções de mitigação das PNT, são realizadas com base nos problemas comuns.

Assim, o estudo pretende proporcionar maior familiaridade com o problema por meio da análise de materiais ainda sem um tratamento analítico adequado. Portanto, tendo em vista o objetivo almejado e o procedimento adotado, o presente trabalho é classificado como pesquisa exploratória documental (GIL, 2008).

3 ASPECTOS REGULATÓRIOS E TARIFÁRIOS

Desde a Lei das Concessões, sancionada em 1995, o ambiente de contratação de energia regulada (ACR) segue um modelo de regulação do tipo *Price Cap*, que incentiva uma melhor gestão dos ativos da concessionária. De forma simplificada, o custo da energia elétrica é dividido em Tarifa de Energia (TE), onde a energia é cobrada como insumo e Tarifa do Uso de Sistema de Distribuição (TUSD), onde são cobrados os valores referentes à infraestrutura de distribuição. A composição da TUSD é definida pela soma de três componentes de custo: transporte, perdas e encargos setoriais, conforme Quadro 1 (ANEEL, 2023^b).

Quadro 1: Composição TUSD

Composição da TUSD												
Transporte						Perdas						
Fio A			Fio B									
Rede Básica	Fronteira	CUSD	Conexão da Distribuição	Conexão da Transmissão	Remuneração	Quota de Reintegração	Operação e Manutenção	Técnicas	Não Técnicas	Receitas irrecuperáveis	Perdas da Rede Básica e Regulatórias	Encargos Setoriais

Fonte: dos autores, Adaptado de ANEEL (2023^b)

Para minimizar os impactos financeiros causados pelas PNT, a ANEEL estabelece repasses tarifários sobre os prejuízos sofridos pelas concessionárias. Para quantificar estes repasses, são estabelecidos critérios de otimização de processos, em que são definidas empresas de referência, com aplicação de coeficientes escalonados sobre a performance da concessionária em questão em comparação com a empresa de referência (*benchmarking*).

Como as concessionárias atuam em regiões extremamente diversificadas, são, por isso, divididas em 2 grupos: o Grupo 1 atende o mercado de baixa tensão com consumo anual superior a 700 GWh; e o Grupo 2 abarca as demais empresas.

Para estes grupos são aplicados modelos econométricos que utilizam variáveis socioeconômicas extraídas de institutos de pesquisas acreditados. Estas variáveis definem um ranking de complexidade socioeconômica, que contribuem para um maior repasse às concessionárias. Este ranking pode ser encontrado em (ANEEL, 2023^a) e é a média dos 138 rankings estimados por (ANEEL, 2021^a). A partir deste cálculo, são estabelecidas as perdas regulatórias, onde o repasse tarifário é aplicado. Como a perda regulatória é realizada sobre a empresa de referência, sempre será inferior à perda real da concessionária, ou seja, o repasse tarifário sempre é inferior aos prejuízos decorrentes das PNT.

Desta forma, a ANEEL estabelece uma política que visa a reduzir as tensões financeiras provocadas pelas PNT, ao passo que busca o incentivo à otimização dos processos das concessionárias (ANEEL, 2021^b).

É nesse contexto que são definidos os conceitos de PNT regulatórias e PNT reais. Segundo a Aneel, valores regulatórios são aqueles reconhecidos na tarifa de energia, enquanto os valores reais são os que efetivamente ocorrem. A diferença de custos entre o valor

regulatório e o real é de responsabilidade da concessionária, ao passo que a Aneel suporta os valores dos prejuízos até o limite regulatório (ANEEL, 2021^b).

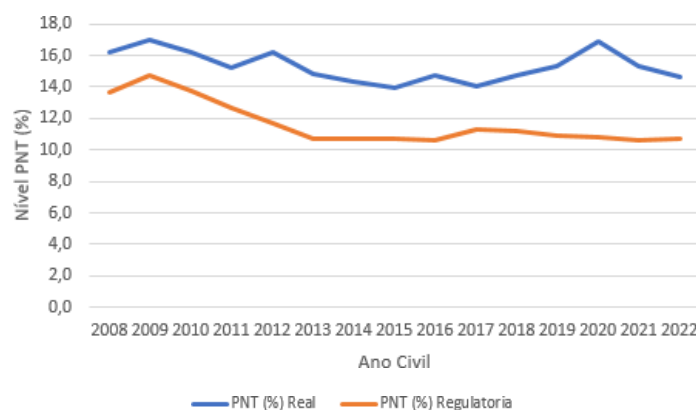
Desde 2003 ANEEL apresenta atualizações quadrienais nos seus Procedimentos de Regulação Tarifária (PRORET), no intuito de aproximar a tarifa de energia das condições reais do sistema de distribuição (ANEEL, 2023^a).

Atualmente o Brasil encontra-se no seu 5º Ciclo Tarifário, iniciado em dezembro de 2021. Para subsidiar estas atualizações em relação às PNT, a ANEEL realizou a consulta pública n. 29/2020 (ANEEL, 2020). Esta consulta gerou a resolução normativa RN 958/2021 (ANEEL), que aprovou a atualização dos módulos 2.2, 2.2A e 2.6 do PRORET que trata de Perdas de Energia e Receitas Irrecuperáveis, com efeitos para 03 de janeiro de 2022 (ANEEL, 2023^a).

4 REGISTROS ESTATÍSTICOS DE PERDAS DE ENERGIA

Segundo o Relatório de Perdas de Energia, que apresenta o comparativo da Perdas Não Técnica, Real e Regulatória, com histórico desde 2008 (ANEEL, 2023^d), é possível constatar que, em nível nacional, as PNT apresentam uma tendência de redução, como demonstra a Figura 1.

Figura 1: PNT sobre baixa tensão, em nível nacional.



Fonte: dos autores baseado nos dados da ANEEL (2023^b)

A Figura 1 apresenta os níveis de PNT Reais e Regulatórias, em âmbito nacional, desde 2008 até 2022.

Percebe-se que há uma tendência de redução do problema ao longo do período, com exceção de quatro picos: 2009, 2012, 2016 e 2020, que podem ser atribuídos a crises financeiras pontuais e à pandemia Covid-19. Nota-se, ainda, uma significativa elevação das PNT Reais a partir 2017 até 2020, o que também pode ser devido à crise econômica enfrentada nesse período.

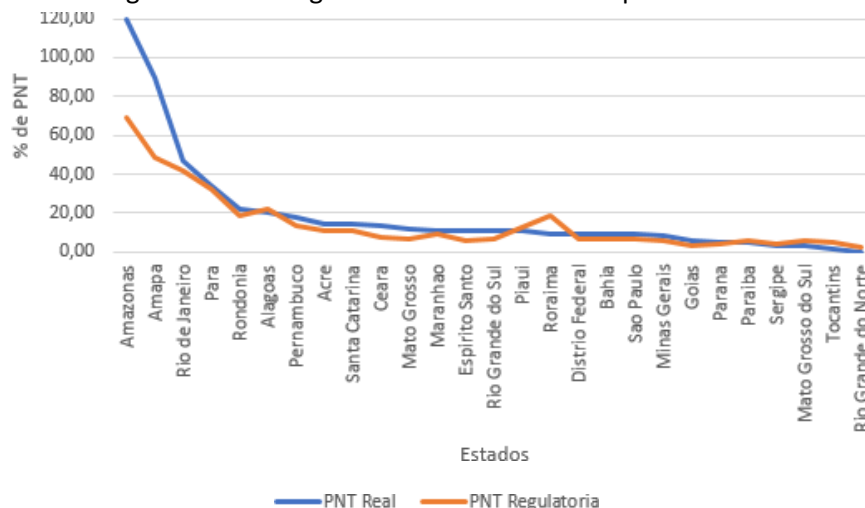
A tendência de baixa das PNT observada ao longo de todo o período (2008-2022) é relativamente pequena, o que demonstra que o problema persiste, mesmo diante dos grandes investimentos por parte das empresas. De acordo com Octávio Lopes, CEO da Light, em entrevista par ao jornal O Globo (COSTA, 2023), o investimento no combate a perdas não

técnicas é de 3 a 4 mil reais por cliente. Só a empresa Energisa, responsável pela concessão em várias regiões do país, reservou, para o triênio entre 2020 e 2023, um investimento que ultrapassa 800 milhões de reais (Custódio, 2023).

Além disso, há estados em que as PNT têm índices percentuais muito elevados.

A Figura 2 apresenta o ranking de PNT por estados, elaborado a partir do Relatório de Perdas de Energia disponibilizado pela ANEEL (ANEEL, 2023^d):

Figura 2: Ranking PNT Real e Regulatória em baixa tensão por estados no ano de 2022



Fonte: dos autores baseado nos dados da ANEEL (2023^b)

A Figura 2, apresenta o ranking de PNT, mostrando, no eixo das abcissas, os estados em ordem decrescente de PNT e, no eixo das ordenadas, os níveis percentuais dessas perdas.

Note-se que o percentual de PNT é dado pela razão entre (i) a diferença das perdas totais na distribuição (MWh) e a energia injetada (MWh), descontado o percentual de perda técnica regulatória e (ii) o dito mercado de baixa tensão (MWh), que é o montante da energia faturado em Baixa Tensão (ANEEL, 2023^c), conforme a expressão (1) (ANEEL, 2023^a):

$$P_{nt}(\%) = \frac{P_{total} - E_{inj} \times P_{tec}(\%)}{M_{bt}} \quad (1)$$

sendo:

- $P_{nt}(\%)$ - Percentual de PNT no mercado de baixa tensão;
- P_{total} - Total de perdas na distribuição (MWh);
- E_{inj} - Total de energia injetada na rede de distribuição (MWh);
- $P_{tec}(\%)$ - Percentual de perdas técnicas sobre energia injetada;
- M_{bt} - Mercado de baixa tensão (MWh).

Observa-se na Figura 2 que o estado do Amazonas lidera o ranking com um percentual de 119% de PNT. Isso significa que, nesse estado, o total de energia injetada, descontadas a

perdas técnicas, é maior que o seu próprio mercado de baixa tensão. Pode-se atribuir a gravidade do problema às suas características geográficas daquele estado, que dificultam o acesso e a fiscalização (PIOTROWSKI *et al.*, 2021).

O Rio de Janeiro, terceiro colocado no *ranking*, apesar de possuir elevados índices de IDH, PIB, PIB *per capita* (IBGE, 2023), possui "bolsões" de PNT que seriam regiões específicas e determinados municípios onde há um pico desses índices por motivos vários (Merenfeld; *et al.*, 2020) (Teixeira, 2019) (Energisa, 2021). Os principais fatores destacados pelas concessionárias são a violência e insegurança pública, por tratar-se de locais onde há forte presença de tráfico de drogas e milícias, que formam um poder paralelo que dificulta, ou mesmo impede, a atuação das concessionárias de distribuição. Essas regiões são classificadas como área de tratamento especial (ATE) ou áreas com severas restrições operacionais (ASRO) (Huback, 2018) (Penin, 2008).

A Enel Rio, por exemplo, atua em municípios como São Gonçalo, Duque de Caxias e Itaboraí, com índices de perdas não técnicas de 37%, 31% e 30%, respectivamente. Esses municípios estão listados como cidades com mais de 100.000 habitantes e média e montes intencionais acima da média nacional (Mello, 2021).

Já o estado que apresenta a menor taxa de PNT é o rio Grande do Norte, ao qual foi atribuído índice zero.

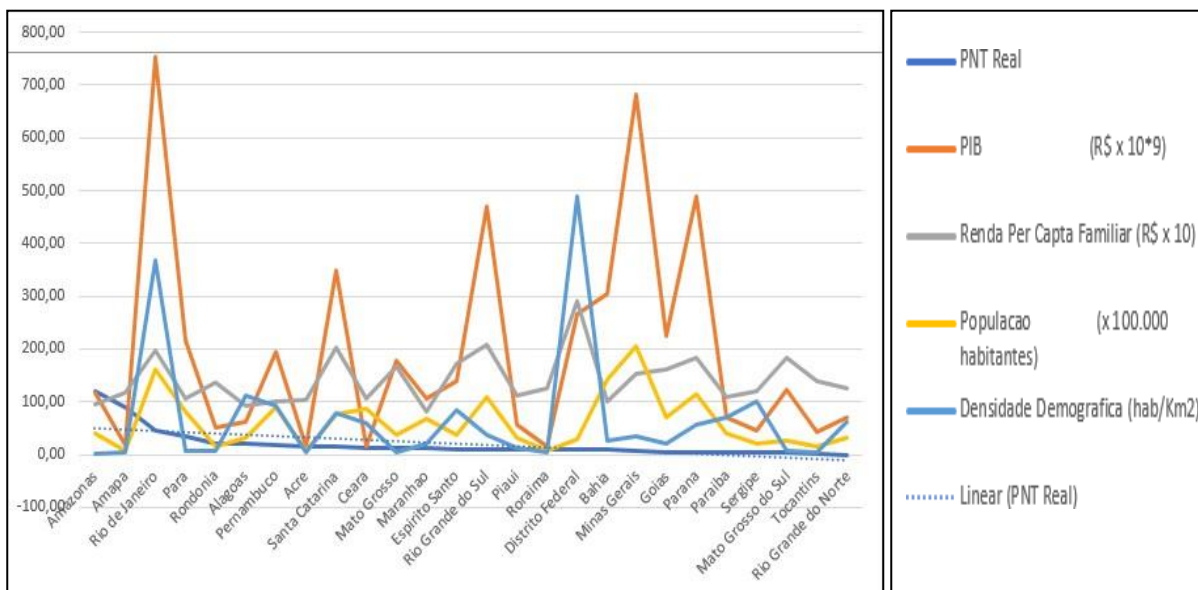
5 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS E SOCIOECONÔMICOS

É clássica a afirmação de que, quanto piores seriam as condições socioeconômicas, maiores são as perdas não técnicas; ou que as PNT seriam decorrência das condições socioeconômicas (CASTRO *et al.*, 2021). Dentro do escopo do presente trabalho, busca-se demonstrar se é verdadeira essa correlação.

A partir das informações disponíveis no sítio eletrônico do IBGE, é possível elaborar os rankings de PIB, Renda Per Capta, População, Densidade Demográfica, Índice de Gini, Taxa de Inadimplência, Taxa de Desocupação (Desemprego), Taxa de Analfabetismo e Nível de Escolaridade. A seguir, cada um desses itens será analisado

A Figura 3 mostra uma comparação das PNT (ANEEL, 2021^b) com variáveis demográficas, por estados do Brasil: Produto Interno Bruto – PIB (IBGE, 2023^d), Renda per capita (IBGE, 2023^a), População e Densidade Demográfica (IBGE, 2023^b). Observa-se que essas variáveis evoluem de forma errática em relação ao ranking de PNT, não havendo, para qualquer desses índices, uma linear que acompanhe a linha de tendência de PNT, reforçando a ideia que as perdas não técnicas não são diretamente proporcionais a nenhum desses indicadores, desmistificando o senso comum de que as perdas não técnicas são resultado direto da pobreza de alguns estados, inferência que pode disseminar preconceitos contra famílias menos favorecidas financeiramente.

Figura 3: PNT x Variáveis Demográficas



Fonte: dos autores

Já a Figura 4 compara as PNT com variáveis socioeconômicas: o Índice de Gini, a Taxa de Inadimplência, a Taxa de Desemprego, a Taxa de Analfabetismo e Índice de Escolaridade

O Índice de Gini é um instrumento que indica a desigualdade social apontando a diferença de rendimentos entre as camadas mais ricas e mais pobres da população, indicando o grau de concentração de renda em determinado grupo (WOLFFENBÜTTEL, 2004) e (DIEESE, 2010).

O Nível de Inadimplência por estados do Brasil é resultado de estudo elaborado por empresa privada especializada em saúde financeira da população (SERASA, 2023^a) e (SERASA, 2023^b).

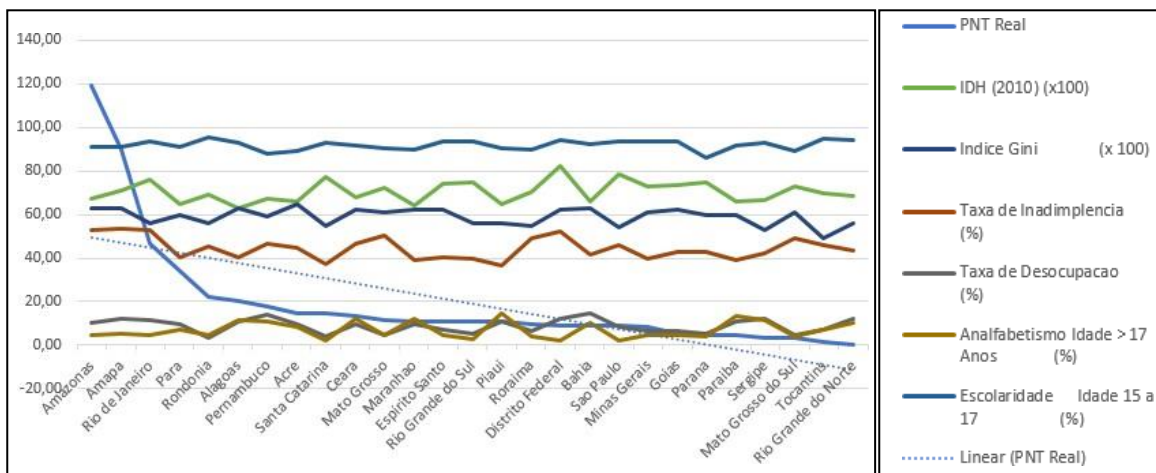
A Taxa de Desemprego, segundo a definição do IBGE, diz respeito ao percentual de pessoas na força de trabalho que estão desempregadas. E desempregadas, ainda segundo o instituto, são “pessoas com idade para trabalhar (acima de 14 anos) que não estão trabalhando, mas estão disponíveis e tentam encontrar trabalho” (IBGE, 2023^e) e (IBGE, 2023^c). Excetuam-se do conceito de desemprego os estudantes com dedicação exclusiva a essa atividade, a dona de casa e o empreendedor individual.

A Taxa de Analfabetismo se refere ao percentual de pessoas com 15 anos ou mais de idade que não sabem ler e escrever pelo menos um bilhete simples, no idioma que conhecem, na população total residente da mesma faixa etária, em determinado espaço geográfico, no ano considerado (IBGE, 2015^f).

E, nível de escolaridade, é um termo utilizado para se referir ao tempo de permanência dos alunos no período escolar.

A comparação de todas essas variáveis com os níveis de PNT em ordem decrescente por estados resulta no gráfico apresentado na Figura 4:

Figura 4: Comparativo PNT x Índice de Gini x Taxa de Inadimplência x Taxa de Desocupação x Taxa de Analfabetismo x Nível de Escolaridade



Fonte: do autor

O gráfico apresentado na Figura 4 mostra que, enquanto essas variáveis socioeconômicas pouco oscilam, as PNT sofrem significativas alterações a depender do estado.

Com base nos gráficos apresentados nas figuras 3 e 4, que são referentes a indicadores demográficos e socioeconômicos, não se pode afirmar peremptoriamente que as variações dos níveis de PNT por estados sejam influenciadas por tais indicadores.

Assim, para buscar uma resposta às causas das PNT, discute-se a possibilidade de aspectos subjetivos, como motivadores das PNT no que diz respeito ao comportamento do consumidor de energia.

Uma hipótese para explicar as PNT, sob o viés de ligações clandestinas, desvios diretos da rede e adulterações em medidores seria considerada cultural, com todas as classes sociais brasileiras utilizando-se de algum tipo de ação fraudulenta, diferindo-se apenas quanto ao nível de sofisticação, segundo sua capacidade de custeá-las (Santos *et al*, 2016).

Mas apenas esse viés não soluciona o problema das PNT, que também têm o aspecto dos erros de medição e de faturamento, além da própria gestão dada pelas concessionárias à questão.

A seguir serão analisadas as medidas de mitigação do problema, adotadas pelas concessionárias de distribuição de energia.

6 MEDIDAS DE MITIGAÇÃO

Como visto, as perdas não técnicas se referem a eventos que resultam em perdas financeiras para uma empresa, mas que não estão diretamente relacionadas a falhas técnicas ou operacionais. Essas perdas podem ocorrer devido a fraudes, erros humanos, desvios éticos, entre outros fatores. A mitigação dessas perdas é essencial para garantir a saúde financeira e o apoio de uma organização.

Alguns métodos comumente recomendados envolvem, do ponto de vista organizacional, a implementação de controles internos das próprias concessionárias, programas de compliance, auditorias internas, *due diligence* e fortalecimento da cultura ética (PENIN, 2008), (RUFIN, 2017) e (HUBACK, 2018).

Por outro lado, do ponto de vista externo às concessionárias, medidas específicas adotadas no Brasil e em outros países, e seus respectivos resultados, podem-se citar:

Caixas de Medição Blindadas (CMB), que, além de proteger os medidores, possibilitam a telemedição e corte/religação a distância. Essa é principal medida adotada pela ENERGISA (CUSTODIO, 2019).

Aplicação do sistema Energylink para as equipes, possibilitando consultas em tempo real às bases de dados e sistemas, dando mais produtividade ao processo.

Treinamentos de reciclagem e aprimoramento em detecção de fraudes, especialmente no modelo “desvio embutido”, com aquisição de novas ferramentas como sondas boroscópicas e passa-fios (LIGHT, 2022).

Instalação de balanços energéticos na saída dos transformadores para acompanhar a perda na zona de transformação, a substituição de medidores eletromecânicos por eletrônicos para reduzir erros de leitura, são mais algumas ações tomadas pela empresa (LIGHT, 2022).

Inspeções e normalizações de grandes clientes com suspeitas de irregularidades, em conjunto com a Delegacia de Serviços Delegados (DDSD), registrando ocorrências, em casos de irregularidades confirmadas com peritos, e encaminhando os responsáveis à delegacia (LIGHT, 2022).

Regularização de medições em comunidades, principalmente nas Áreas de Tratamento Especial (ATEs), com a participação órgãos de relações com clientes, buscando acesso e parcerias com líderes comunitários, para desenvolver programas sociais de conscientização de auxílio na capacidade de pagamento, com descontos, tarifa social e a criação de empregos, visando desenvolver maior diálogo com associação de moradores e toda a comunidade (LIGHT, 2022).

Benefício ofertado pelo Governo às famílias de baixa renda, concedendo um desconto sobre a tarifa inteira de energia elétrica. Sua implantação ocorreu a partir Lei nº 10.438/2002 (CASTRO, MIRANDA & GUERRA, 2019).

6.1 Experiência Internacional

O trabalho de Rufin (2017) descreve que na Colômbia foram instalados de transformadores de distribuição que possuem macromedição eletromecânica e o software da empresa brasileira CHOICE para identificar clientes fraudulentos.

A iniciativa teve como ação mais importante a aplicação do sistema pré-pago de energia para clientes de baixa renda. O método possibilitou a autogestão do consumo e

simplificou o pagamento da compra de energia, uma vez que boa parte deste segmento não tem renda fixa. Os resultados foram bons para a empresa, com o cadastro de 222.901 clientes até janeiro de 2017 e uma avaliação positiva da maior parte dos consumidores (HUBACK, 2018).

Programa “*Paga a tu medida*”, também da Colômbia, caracterizado como uma alternativa de facilitar a quitação da fatura, dividindo em até cinco vezes sem juros ao mês, sem definição de prazo (HUBACK, 2018).

Aprimoramento da iluminação pública nas comunidades, sucedido pela substituição da rede por cabos trançados e caixas de conexão com cadeados, dificultando o roubo de energia (PENIN, 2008).

Substituição dos medidores das residências por novos que continham mostradores exteriorizados na fachada, facilitando a leitura por parte dos colaboradores da empresa. Se houvesse reincidência, ocorria a troca por medidores Mantis, que são do modelo inteligente, com ligação direta com o centro de controle, para simplificar a identificação de irregularidades (PENIN, 2008).

Criação de um programa de ofertas de outros produtos e serviços aos consumidores que estão em dia suas faturas de energia. O programa oferece créditos com pequenas taxas de juros aos clientes de baixa renda. O valor pode ser utilizado para aquisição de eletrodomésticos, móveis, materiais de construção, material escolar, entre outros benefícios (HUBACK, 2018).

7 CONCLUSÕES

O presente estudo teve por objetivo fazer uma análise com viés socioeconômico estabelecendo uma comparação dos estados brasileiros visando identificar correlação com os seus indicadores.

Da análise do gráfico contido na Figura 3 (PNT x Variáveis Demográficas), não se pode afirmar que haja uma correlação entre as variáveis demográficas ali indicadas: Produto Interno Bruto – PIB, *Renda Per Capta*, População e Densidade Demográfica .

No gráfico da Figura 3, é fácil perceber que os níveis de PNT diminuem do estado mais problemático (Amazonas) para o menos problemático (Rio Grande do Norte), sem que haja a mesma tendência nas variáveis demográficas consideradas.

O mesmo resultado se obtém na análise da Figura 4 (Comparativo PNT x Índice de Gini x Taxa de Inadimplência x Taxa de Desocupação x Taxa de Analfabetismo x Nível de Escolaridade). Os índices estudados, que medem a desigualdade social, se mantêm relativamente os mesmos, independentemente do nível de PNT dos estados.

Ou seja, as PNT não se mostram diretamente proporcionais a nenhum dos indicadores analisados, desmistificando o senso comum de que as PNT seriam resultado direto da pobreza de alguns estados, inferência que poderia disseminar preconceitos contra classes menos favorecidas da sociedade.

Isso permite estabelecer conclusões, tanto com relação à postura do consumidor quanto à postura das concessionárias.

Quanto à postura do consumidor, dado que as PNT se mostram independentes dos índices socioeconômicos, infere-se que a situação econômica do indivíduo não é condição *sine qua non* na decisão de furtar energia ou de cometer qualquer fraude. Por isso, possível a cogitação de que as PNT também decorrem, em boa parcela, de um hábito de certas populações, independentemente da condição socioeconômica.

A outro giro, quanto à postura das distribuidoras, diversas medidas e providências são tomadas tanto no Brasil quanto em países estrangeiros, como é o caso da Colômbia, aqui analisado.

Enfim, o problema das perdas não técnicas está longe de ser solucionado. Suas causas são diversas e a busca por soluções do problema exige intensas pesquisas.

Como ensina importante doutrina sobre o tema (CASTRO *et al*, 2022), a questão transcende distribuição de energia, alcançando, por exemplo, serviços públicos de água e esgoto e provedores de TV e internet., tratando-se não somente de um problema socioeconômico, mas também comportamental.

8 REFERÊNCIAS

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Consulta 029/2020**. Período de Contribuição: 14/04/2020 a 10/08/2020. Disponível em: <https://bit.ly/3NZji6w>. Acesso em: 04 jul.2023

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA^(a). **NOTA TÉCNICA N°99/2021-SRM/SGT/ANEEL**. Disponível em: https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren20231058_Proret_Submod_8_1_V2_2.pdf. Acesso em: 04 jul. 2023

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA^(a). **Procedimentos de Regulação Tarifária – PRORET**. Módulo 2: Revisão Tarifária Periódica das Concessionárias de Distribuição. Submódulo 2.6 Perdas De Energia E Irrecuperáveis. Versão 2.0 C. 01 mar. 2023. Disponível em: https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren20221003_Proret_Submod_2_6_V2_0C.pdf. Acesso em 04 jul. 2023.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA^(b). **Procedimentos de Regulação Tarifária – PRORET**. Módulo 7: Estrutura Tarifária das Concessionárias de Distribuição. Submódulo 7.1 PROCEDIMENTOS GERAIS. Versão 2.8. 10 fev. 2023. Disponível em: https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren20231060_2_1.pdf. Acesso em 04 jul. 2023.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA^(c). **Procedimentos de Regulação Tarifária – PRORET**. Módulo 8: Permissionárias de Distribuição. Submódulo 8.1 REVISÃO TARIFÁRIA PERIÓDICA . Versão 2.2. 01 mar. 2023. Disponível em: https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren20231058_Proret_Submod_8_1_V2_2.pdf Acesso em 04 jul.2023.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA^(b). **Relatório de Perdas de Energia Elétrica na Distribuição**. Edição 01/2021. Disponível em: <https://bit.ly/3rK5VQt>. Acesso em 29 abr. 2023.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA^(d). **Relatório de Perdas de energia**. 2023. Disponível em: <https://portalrelatorios.aneel.gov.br/luznatarifa/perdasenergias#!> Acesso em 06 jul. 2023.

BARROS, C. F. P. Apropriação de tecnologias digitais e usos de celulares nas camadas populares. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOCIOLOGIA, 14., 2009, Rio de Janeiro. **Anais [...]**, Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Sociologia, 2009. 1 CD-ROM.

BRASIL. **Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995**. Disponível em: <https://bit.ly/44DlcA1>. Acesso em: 04 jul. 2023

BRASIL. **Projeto de Lei n. 5325, de 2019**. Altera a Lei n. 9.427, de 26 de dezembro de 1996, para vedar a inclusão das perdas não técnicas de energia elétrica nas tarifas de fornecimento de energia elétrica praticadas pelas concessionárias e permissionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica. Brasília, DF: Congresso Nacional [2019]. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/139103>. Acesso em: 25 jun. 2023.

CASTRO, *et al.* **As Perdas Não Técnicas no Setor de Distribuição Brasileiro: uma Abordagem Regulatória**. 2022. Disponível em: https://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/50_livro_pnt.pdf . Acesso em: 05 abr. 2023

CASTRO, N.; MIRANDA, M.; GUERRA, M. **Perdas não técnicas: origens e possíveis soluções – o Caso Light**. Agência Canal Energia. Rio de Janeiro: 2019. Disponível em: <https://gesel.ie.ufrj.br/wp-content/uploads/2022/07/livrolight.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2023.

CATAIA, Márcio. Macrossistema elétrico brasileiro: integração nacional e centralização do poder. **La electricidad y la transformación de la vida urbana y social**, Évora, p. 581-602, 6-11 de maio de 2019.

COSTA, G. C. V. da. **Ligth reduz em um terço seu investimento para preservar caixa impactado por furtos de energia**. O Globo. Economia. Negócios. Rio de Janeiro: 29 mar. 2023. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/negocios/noticia/2023/03/light-reduz-em-um-terco-seu-investimento-para-preservar-caixa-impactado-por-perdas-com-furto-de-energia.ghtml> . Acesso em: 20 Jul. 2023.

CUSTÓDIO, Thais. **Energisa investirá R\$ 830 milhões no combate à perdas não técnicas**. Energia Hoje. Editora Brasil Energia. Empresas. 09 jul. 2019. Disponível em: <https://energiahoje.editorabrasilenergia.com.br/energisa-investira-r-830-milhoes-no-combate-a-perdas-nao-tecnicas/> . Acesso em: 21 jul. 2023.

DIEESE. **Índice de Gini: Observatório Nacional da Economia Solidária e do Cooperativismo**, Unidades da Federação. 2010. Disponível em: <https://ecosol.dieese.org.br/ws2/tabela/economia-solidaria/indice-de-gini>. Acesso em 15 jul. 2023.

ENERGISA. **Relatório anual 2021**. Disponível em: <https://ri.energisa.com.br/sustentabilidade/relatorios-anuais-anos-anteriores/> . Acesso em: 21 jul. 2023.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HUBACK, V. B. Da S. **Medidas Ao Combate A Perdas Elétricas Não Técnicas Em Áreas Com Severas Restrições À Operação De Sistemas De Distribuição De Energia Elétrica**. 2018. Tese (mestrado Em Planejamento Energético) - Programa De Pós-Graduação Em Planejamento Energético, Coppe, Da Universidade Federal Do Rio De Janeiro, Rio De Janeiro, 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA^(a). **Agência IBGE Notícias**. Atualizado em 24 fev. 2023. Disponível em: <https://bit.ly/3O4c1Tb> . Acesso em: 15 jul.2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA^(b). **Censo 2022: panorama**. 2023. Disponível em: <https://bit.ly/44WEXTS>. Acesso em 15 jul.2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA^(c). **Desemprego**. 2023. Disponível em: <https://bit.ly/3DuOndw>. Acesso em 17 jul.2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA^(d). **Produto Interno Bruto – PIB**. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em 15 jul. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA^(e). **Taxas De Desocupação E Subutilização Das Forças De Trabalho**. 2023. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6396#resultado>. Acesso em: 15 jul. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA^(f). **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD)**. 2015. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=759>. Acesso em: 16 jul.2023.

KOTLER, Philip. **Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle**. 5. ed. Atlas, São Paulo, 1998.

LIGHT. **Release de Resultados 2022**. Rio de Janeiro. Light. 28 mar. 2022

MELLO, Igor. **24 das 30 maiores cidades do RJ têm média de mortes acima da nacional**. Uol. Segurança Pública. Rio de Janeiro: 16 set. 2021. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2021/07/16/24-das-30-grandes-cidades-do-rj-tem-media-de-mortes-acima-da-nacional.htm> . Acesso em: 25 jul. 2023.

MERENFELD, L., HUBACK, V., HIDD, G., VARDIERO, P., & SILVA LIMA, A. P. da C. e. Non-Technical Losses in Light's Concession Area. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, v. 7, n. 9, 2020. Disponível em: <http://journal-repository.theshillonga.com/index.php/ijaers/article/view/2502>. Acesso em 24 jul. 2023.

ONS – OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO^(a). **Glossário**.2023 Disponível em: <https://www.ons.org.br/paginas/conhecimento/glossario>. Acesso em: 26 jun. 2023

ONS – OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO^(b). **O sistema interligado nacional**.2023. Disponível em: <https://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-que-e-o-sin> Acesso em: 25 jun. 2023

PENIN, C. A. de S. **Combate, Prevenção e Otimização das Perdas Comerciais de Energia Elétrica**. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

PIOTROWSKI, L. et al. Análise das Perdas de Energia no Sistema Elétrico de Distribuição Brasileiro. *In SEMINAR ON POWER ELECTRONICS AND CONTROL (SEPOC 2021), 13TH, 2021*. Santa Maria, 15-18 mai. 2021, p. 1-6. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/21753>. Acesso em: 23 jul. 2023.

RUFÍN, C. **Experiências internacionais para controle de perdas não-técnicas em áreas com severas restrições operacionais (ARSOs)**. Grupo de Estudos do Setor Elétrico, Instituto de Economia, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, out, 2017. Disponível em: https://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/08_rufin.pdf. Acesso em: 18 jul. 2023.

SANTOS, P. da S. ; LOPES, J. C. de J. ; FILHO, D. de O. L. ; POMPEU, A. M. Análise dos fatores que induzem o consumidor de energia elétrica a utilizar-se de ligações clandestinas e fraudulentas. *Multitemas, Campo Grande, MS, v. 21, n. 50, p. 83-111, jul./dez. 2016, Mato Grosso do Sul, 2016.*

SERASA EXPERIAN. **Mapa da Inadimplência e Negociação de Dívidas no Brasil: maio de 2023**. Disponível em <https://bit.ly/44lb7my>. Acesso em 09 jul. 2023.

SERASA EXPERIAN. **Sala de Imprensa Serasa**. Disponível em: <https://www.serasa.com.br/imprensa/>. Acesso em: 17 jul. 2023.

TEIXEIRA, P. A. **Perdas de energia: guerra sem fim?** Canal Energia. Rio de Janeiro: 27 de set. 2019. Disponível em: <https://www.canalenergia.com.br/especiais/53113496/perdas-de-energia-guerra-sem-fim>. Acesso em: 20 jul. 2023.

WOLFFENBÜTTEL. A. O que é? - Índice de Gini. **Revista Desafios do Desenvolvimento**, Brasília, 2004. Ano 1. Edição 4 - 1/11/2004. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&id=2048:catid=28. Acesso em: 06 jul. 2023.