

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM *WEB INTELLIGENCE* E *DATA ANALYTICS*

Gabriel de Oliveira Barbosa  
Mariana Carrupt Kneip  
Ronaldo Ferreira Lima

MAPEAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DE FRAUDE E FURTO DE ENERGIA  
ELÉTRICA NO RIO DE JANEIRO COM UTILIZAÇÃO DE *BIG DATA* E  
GEORREFERENCIAMENTO

Rio de Janeiro  
2021

Gabriel de Oliveira Barbosa  
Mariana Carrupt Kneip  
Ronaldo Ferreira Lima

MAPEAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DE FRAUDE E FURTO DE ENERGIA  
ELÉTRICA NO RIO DE JANEIRO COM UTILIZAÇÃO DE *BIG DATA* E  
GEORREFERENCIAMENTO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Pós-Graduação do Programa de Engenharia de Produção da COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em *Big Data* Estratégico (*Web Intelligence* e *Data Analytics*), sob a orientação dos Professores Marconi Pereira e André Bello.

Rio de Janeiro  
2021

MAPEAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DE FRAUDE E FURTO DE ENERGIA  
ELÉTRICA NO RIO DE JANEIRO COM UTILIZAÇÃO DE *BIG DATA* E  
GEORREFERENCIAMENTO

Gabriel de Oliveira Barbosa  
Mariana Carrupt Kneip  
Ronaldo Ferreira Lima

PROJETO FINAL SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ESPECIALISTA EM *BIG DATA* ESTRATÉGICO (*WEB INTELLIGENCE & DATA ANALYTICS*).

Aprovado por:

---

Prof. Marcos do Couto Bezerra Cavalcanti, D.Sc.

---

Prof. Marconi Pereira, M.Sc.

---

Prof. André Bello, Esp.

Rio de Janeiro  
Outubro de 2021

Barbosa, Gabriel de Oliveira  
Kneip, Mariana Carrupt  
Lima, Ronaldo Ferreira

Mapeamento e Identificação de Fraude e Furto de Energia Elétrica no Rio de Janeiro com Utilização de *Big Data* e Georreferenciamento / Gabriel de Oliveira Barbosa; Mariana Carrupt Kneip; e Ronaldo Ferreira Lima. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2021.

XII, 41 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Marconi Pereira  
André Bello

Especialização (Projeto Final) – UFRJ/COPPE/Programa de Engenharia de Produção, 2021.

Referências Bibliográficas: p. 36-40.

1. Perdas não Técnicas. 2. Processamento de Imagens. 3. Mineração de dados. 4. *Big Data*. I. Pereira, Marconi *et al.* II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção. III. Título.

Dedicamos este trabalho aos nossos queridos professores, familiares, colegas de curso e a todos aqueles que nos ajudaram e nos apoiaram nesta jornada de conhecimento e de crescimento.

Em Deus nós confiamos. Os outros, tragam dados.  
*William Edwards Deming*

Resumo do Projeto Final apresentado à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de especialista em Big Data Estratégico (*Web Intelligence & Data Analytics*).

MAPEAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DE FRAUDE E FURTO DE ENERGIA  
ELÉTRICA NO RIO DE JANEIRO COM UTILIZAÇÃO DE *BIG DATA* E  
GEORREFERENCIAMENTO

Gabriel de Oliveira Barbosa  
Mariana Carrupt Kneip  
Ronaldo Ferreira Lima

Outubro/2021

Orientadores: Marconi Pereira  
André Bello

Programa: Engenharia de Produção

No Brasil, atualmente, todas as distribuidoras de energia sofrem com as perdas não técnicas provenientes das práticas de furto e/ou fraude de energia elétrica, gerando, assim, um prejuízo bilionário que afeta diretamente a saúde financeira do setor elétrico. Porém, esse impacto não é restrito apenas às empresas: seu reflexo é sentido em toda sociedade de forma direta ou indireta pelas atitudes ilícitas dos fraudadores. Quando a energia é roubada, o governo deixa de arrecadar impostos que seriam revertidos em benefício da população. Por sua vez, a população paga uma tarifa de energia elétrica mais cara devido à incidência de roubo em determinadas áreas, como por exemplo, áreas dominadas pelo tráfico ou milícias, nas quais as empresas não conseguem realizar ações de combate às perdas. O objetivo desse trabalho é compreender todas as características relacionadas a essa prática ilegítima, especialmente no Rio de Janeiro. Assim, foi realizada uma pesquisa qualitativa com foco na compreensão sobre os principais desafios nesse tema, ações em andamento e lições aprendidas a partir dessas entrevistas com atores envolvidos no setor elétrico. Com base nas respostas, esse trabalho propõe ações para localizar os possíveis fraudadores de forma eficiente e diminuindo, assim, o índice de perdas nas empresas. Sendo assim, apresenta-se uma proposta de solução com capacidade de apoiar a tomada de decisão dos melhores alvos para vistoria.

Abstract of Final Project presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of specialist on Strategic Big Data (Web Intelligence & Data Analytics).

USE OF BIG DATA ANALYTICS AND GEOREFERENCING IN THE DETECTION  
AND IDENTIFICATION OF ELECTRICITY FRAUD AND THEFT IN RIO DE  
JANEIRO

Gabriel de Oliveira Barbosa  
Mariana Carrupt Kneip  
Ronaldo Ferreira Lima

October/2021

Advisors: Marconi Pereira  
André Bello  
Department: Industrial Engineering

Presently, every energy supplier in Brazil is forced to deal with the issue of non-technical losses stemming from energy theft and/or fraud, incurring billions of *reais* in losses and consequently impacting the financial health of the energy sector. This phenomenon's repercussions, however, extend far beyond the energy companies: the embezzlers' illegal activities affect society as a whole both directly and indirectly. Energy theft prevents the government from collecting taxes that could have been used to benefit the population. Additionally, the population's power bills grow more expensive due to rampant theft in specific regions, such as those overrun by the drug trade or armed militia, where energy companies struggle to carry out operations to prevent further losses. This paper aims to cover the different characteristics and facets which define this illegal practice, especially in Rio de Janeiro. Qualitative research was carried out, focusing primarily on understanding the key challenges pertaining to the topic, ongoing efforts and lessons learned from these interviews with players from the energy sector. Based on the answers provided, this paper proposes a series of actions aimed at identifying possible energy theft more efficiently, thus reducing the energy companies' losses. This study outlines a proposal which could potentially help in identifying ideal inspection targets.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Perdas sobre a Energia Injetada (2019)
- Figura 2 – Perdas não técnicas em 2019
- Figura 3 – Perdas não técnicas reais sobre baixa tensão faturado - Mapa Brasil (2019)
- Figura 4 – Perdas técnicas, não técnicas reais e regulatórias sobre energia injetada por região (2019)
- Figura 5 – Fatores que influenciam no comportamento do comprador/consumidor
- Figura 6.1 – Perdas não técnicas Light (áreas possíveis X áreas de risco)
- Figura 6.2 – Perdas Totais Light (Abertura áreas possíveis X áreas de risco)

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Elementos de Interpretação por Características

Quadro 2 – Algumas características entre Landsat-8 e Sentinel-2

## SIGLAS

CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas

LGPD – Lei Geral de Proteção de Dados

PNT – Perda Não Técnica

IDS – Índice de Desenvolvimento Social

IDH – Índice Desenvolvimento Humano

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPCA – Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo

PIB – Produto Interno Bruto

SINESP – Sistema Nacional de Informações de Segurança Pública, Prisional e sobre Drogas

VANT – Veículo aéreo Não Tripulado

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

PT – Perdas Técnicas

PPL – Pessoas, Planeta e Lucro

ASRO – Áreas com severas restrições operacionais

DDSD – Delegacia de Defesa de Serviços Delegados

RNA – Redes Neurais Artificiais

SVM – *Support Vector Machine*

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 REVISÃO TEÓRICA</b> .....	3
<b>3 PROBLEMA</b> .....	4
3.1 Contexto Rio de Janeiro .....	10
<b>4 PESQUISA DE CAMPO</b> .....	17
4.1 Encaminhamentos Metodológicos .....	18
4.2 Principais Achados .....	19
4.3 Diagnóstico e Proposta de Abordagem ao Problema .....	23
<b>5 OBTENÇÃO DE DADOS</b> .....	24
5.1 Base de Dados das Distribuidoras .....	24
5.2 Dados Públicos .....	27
5.3 Coleta de Imagens .....	28
<b>6 TRATAMENTO NOS DADOS</b> .....	31
6.1 Coleta de Dados .....	31
6.2 Armazenamento .....	31
6.3 Limpeza .....	32
<b>7 MINERAÇÃO DE DADOS</b> .....	32
<b>8 APRENDIZADO DE MÁQUINAS</b> .....	33
<b>9 CONCLUSÃO</b> .....	34
9.1 Considerações Finais .....	34
9.2 Trabalhos Futuros .....	35
<b>10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	36
<b>ANEXO I – QUESTIONÁRIO EM PROFUNDIDADE (ROTEIRO)</b> .....	41

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país continental, de perspectivas projetadas tão grandes quanto suas dimensões; descobre-se, porém, tão imenso quanto esse potencial latente, o desafio de fazer as coisas funcionarem de maneira adequada: cotidianamente, surgem adversidades – das mais simples às mais complexas – que atingem negativamente a sociedade de variadas formas, como crises econômicas e políticas, desigualdade social, violência urbana, questões na área educacional e ambiental, e até problemas de fundo ético e moral, por exemplo. O setor elétrico é uma das áreas que, atualmente, apresenta preocupantes complicações a serem superadas, tais como a crescente prática do roubo e do furto de energia elétrica, popularmente conhecidos como “gatos”.

Este trabalho de conclusão de curso pretende apresentar uma proposta de solução para atuar no mapeamento da perda de energia elétrica na sociedade brasileira com fins de diminuir os custos tarifários ao consumidor final, interferir positivamente na sustentabilidade e na saúde financeira das empresas distribuidoras, impactar positivamente na arrecadação de impostos por parte do governo e transformar a inversão de valores sobre a cultura do “gato” de energia. Para tal, inicialmente, faz-se necessário problematizar sobre a cultura da fraude e do furto de energia elétrica na sociedade brasileira, principalmente no contexto do Rio de Janeiro, localidade que apresenta particularidades que tornam a questão ainda mais complexa de ser resolvida.

Considera-se o trabalho pertinente, pois as práticas de roubo de energia são uma realidade crescente na sociedade brasileira, causando danos econômico-financeiros, impactos ambientais, além da oneração injusta de outros clientes regularizados. Esta é uma cultura que precisa ser refreada e alterada para que toda a sociedade possa colher benefícios. Nesse sentido, o desenvolvimento das práticas de *big data* com o uso de georreferenciamento, de dados públicos e de dados históricos das bases cadastrais das organizações envolvidas se encontra em um estágio de maturidade que permite atuar de forma assertiva neste problema, tornando-se fatores muito promissores no desenvolvimento de uma solução.

Para a elaboração do trabalho, além da pesquisa de base bibliográfica, utilizou-se como método a coleta de dados primários – via produção de pesquisa qualitativa –, de dados secundários; e a realização de análises comparativas de tecnologias.

Após este primeiro capítulo introdutório, fez-se necessário apresentar, no segundo capítulo, o assunto geral das perdas a partir de uma revisão teórica que sustentasse a discussão que se segue.

No terceiro capítulo, fala-se sobre o problema da fraude e do furto de energia elétrica em território nacional como um grande objeto de pesquisa. Lança-se foco sobre a situação específica do Rio de Janeiro, onde a questão das perdas de energia elétrica é muito agressiva, e se explora quais fatores e características fomentam esse cenário.

Adentra-se, então, no quarto capítulo, em um aprofundamento da metodologia utilizada: uma pesquisa qualitativa que ajudou no melhor entendimento do cenário analisado, sustentando um diagnóstico coerente que fornecesse embasamento para a proposição de uma solução para o problema.

Nos capítulos cinco, seis e sete, discorre-se sobre o universo dos dados, abordando-se, respectivamente, os processos de obtenção destes; os métodos mais adequados para seu correto tratamento; e a construção de conhecimento com a utilização do processo de Mineração de Dados (*data mining*).

O oitavo capítulo faz alusão à utilização de georreferenciamento, de recursos de imagem e de *machine learning*, requisitos indispensáveis para o apontamento da proposta de solução pretendida.

Como achado geral do trabalho, no capítulo nono, entende-se que tal ideia de solução proposta tem potencial de beneficiamento real da sociedade como um todo, fomentando a saúde financeira não só das concessionárias, mas também do governo e dos clientes, além de contribuir para um ambiente sustentável de consumo consciente.

## 2 REVISÃO TEÓRICA

Antes de propriamente endereçar o problema em foco neste trabalho, faz-se necessário apresentar alguns conceitos basilares para um melhor entendimento sobre o que será discutido adiante.

É preciso compreender, em primeiro lugar, que os processos de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica sofrem perdas, as quais podem ser naturais do processo ou não. Assim, de acordo com o relatório de Perdas de Energia Elétrica na Distribuição da ANEEL, a Agência Nacional de Energia Elétrica, podemos ter duas classificações para estas (ANEEL, 2020, p.2): as perdas técnicas (PTs) e as perdas não técnicas (PNTs): a) as primeiras são aquelas inevitáveis, sujeitas às leis da Física. Segundo a ANEEL (2018):

Montante de energia elétrica, expresso em megawatt-hora (MWh), dissipada no sistema de distribuição, decorrente das Leis Físicas relativas aos processos de transporte, transformação de tensão e medição. Corresponde à soma de três parcelas: joule, corona e magnética. (ANEEL, 2018, p.39)

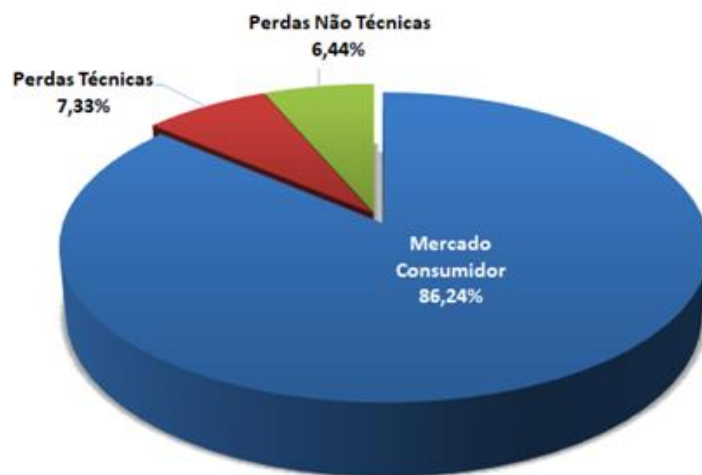
Ou seja, são aquelas inerentes ao próprio processo de transformação e repasse da eletricidade; b) já as PNTs são decorrentes de atos ilícitos, falhas e erros de medição, de leitura ou de faturamento.

Apurada pela diferença entre as perdas na distribuição e as perdas técnicas, considerando, portanto, todas as demais perdas associadas à distribuição de energia elétrica, tais como furtos de energia, erros de medição, etc. (ANEEL, 2018, p.39)

Quanto a referidos atos ilícitos, estes são de duas ordens, segundo o relatório da ANEEL: “furtos (ligação clandestina, desvio direto da rede)”; e “fraudes (adultrações no medidor ou desvios)” (ANEEL, 2020, p.2). O enfoque deste trabalho recai justamente neste ponto das PNTs - as fraudes e os furtos, práticas popularmente chamadas de “gatos” no Brasil, as quais se tornam um problema cada vez maior, ano após ano.

A ANEEL (2020) indica que, de toda a energia consumida no mercado em 2019, 35,9TWh foram desperdiçados por perdas não técnicas, enquanto 39,2 TWh foram de perdas técnicas. Para que se tenha ideia da magnitude deste gasto, observe-se que “as perdas totais representaram aproximadamente 14% do mercado

consumidor em 2019. Essas perdas representam mais do que o consumo de energia elétrica das regiões Norte e Centro-Oeste em 2018.” (ANEEL, 2020, p.2).



**Figura 1** - Perdas sobre a Energia Injetada (2019)  
Fonte: ANEEL, 2020, p.2.

### 3 PROBLEMA

As perdas não técnicas representam um impacto negativo não só em termos econômico-financeiros, mas também sob aspectos sociais e ambientais, atingindo, assim, o chamado tripé da sustentabilidade empresarial (*Triple Bottom Line*). Coutinho (2020) destaca que este conceito, também conhecido como "PPL" (pessoas, planeta e lucro), foi forjado em 1994 pelo sociólogo e consultor britânico John Elkington, e “considera que uma empresa para ser sustentável precisa ser socialmente justa, ambientalmente responsável e financeiramente viável” (COUTINHO, 2020). As PNTs corroem esta simbiose.

Em primeiro lugar, é evidente que os prejuízos causados às concessionárias, principalmente pelos roubos e furtos de energia elétrica são extremamente danosos à saúde financeira das empresas: a ANEEL (2020, p.20) relata, por exemplo, que a Light, no Rio de Janeiro, teve um prejuízo de aproximadamente 557 milhões de



Reais além do que era esperado<sup>1</sup> em decorrência das PNTs, em 2019; a distribuidora Amazonas, da região norte do país, teve perdas em torno de 282 milhões de Reais; já na Cemig, em Minas Gerais, este número foi de quase 230 milhões de Reais, por exemplo.

Abaixo, um panorama das perdas no Brasil, em 2019:

Distribuidora	2019 (MWh)			2019 (R\$)				Processos Vigentes			
	Energia Injetada	Perda Não Técnica Real	Perda Não Técnica Regulatória	Preço médio (R\$/MWh)	Perda Não Técnica Real	Perda Não Técnica Regulatória	Diferença Real e Regulatória	Parcela B (R\$)	Perdas Não Técnica / Parcela B	Receita Requerida - RR (R\$)	Perdas Não Técnica / Receita Requerida
Amazonas	10.997.363	4.007.277	2.834.505	240,85	965.153	682.690	282.462	666.309	102,8%	3.012.085	22,7%
Enel RJ	14.919.524	2.010.519	1.338.423	206,46	415.094	276.332	138.762	1.944.732	13,4%	5.843.722	4,4%
EDP SP	16.798.760	684.679	503.534	206,10	141.109	103.776	37.333	987.115	10,6%	4.305.809	2,4%
Boa Vista	1.262.664	225.624	160.723	303,98	68.585	48.856	19.728	153.475	34,7%	526.616	10,1%
CEA	1.948.139	654.963	445.171	159,92	104.740	71.190	33.549	211.751	35,7%	568.752	13,3%
CEAL	5.029.280	774.290	532.854	179,06	138.641	95.411	43.231	641.852	16,7%	1.778.469	6,0%
CEB	7.683.544	509.852	276.991	202,87	103.435	56.194	47.241	515.728	10,9%	2.531.263	2,2%
CEEE	9.677.033	1.086.878	361.102	200,12	217.502	72.262	145.240	779.974	9,6%	3.337.671	2,2%
Celesc	27.513.854	697.374	398.386	208,12	145.134	82.910	62.224	1.637.483	4,8%	7.925.968	1,0%
Enel GO	16.370.002	474.989	369.017	199,78	94.892	73.721	21.171	1.644.179	3,9%	5.689.116	1,1%
Celipa	12.321.494	2.269.330	1.901.506	190,70	432.769	362.623	70.145	1.789.116	20,7%	4.518.555	8,2%
Celpe	17.234.499	1.313.911	1.063.198	211,98	278.525	225.379	53.147	1.816.951	12,1%	5.746.744	3,8%
Energisa TO	2.795.270	46.883	91.200	197,20	9.245	17.984	- 8.739	542.801	3,1%	1.202.256	1,4%
Cemar	7.846.280	474.017	476.598	179,91	85.281	85.745	- 464	1.473.021	6,0%	3.271.321	2,7%
Energisa MT	10.958.463	542.901	391.355	232,31	126.121	90.915	35.205	1.777.159	4,9%	4.937.528	1,8%
Cemig	51.954.975	2.494.499	1.365.734	203,33	507.213	277.698	229.515	4.934.292	5,8%	15.642.269	1,8%
Cepisa	5.007.578	607.266	386.073	178,14	108.181	68.777	39.404	522.336	19,4%	1.651.023	6,1%
Ceron	4.523.001	776.548	456.633	196,42	152.530	89.692	62.838	407.693	24,0%	1.486.574	6,6%
CHESP	144.617	5.440	1.093	161,53	879	177	702	24.514	0,7%	61.068	0,3%
Cocel	328.791	- 3.721	1.701	176,29	- 656	300	- 956	24.158	1,2%	100.477	0,3%
Coelba	25.062.120	1.110.609	830.060	189,07	209.979	156.937	53.043	3.585.444	4,1%	9.011.797	1,6%
Enel CE	14.185.562	667.439	513.299	211,17	140.946	108.396	32.550	1.751.959	4,4%	5.081.101	1,5%
Cooperalliança	218.375	- 2.919	357	156,85	- 458	56	- 514	22.726	0,2%	77.809	0,1%
Copel	32.886.144	305.801	683.408	194,71	59.542	133.065	- 73.523	2.568.435	5,0%	10.071.389	1,3%
Cosern	6.423.302	24.111	71.686	204,06	4.920	14.628	- 9.708	773.758	2,3%	2.287.639	0,8%
CPFL Paulista	36.328.834	1.181.858	856.694	216,79	256.211	185.720	70.491	2.752.461	6,2%	11.240.533	1,5%
CPFL Piratininga	15.434.294	455.237	229.674	201,58	91.768	46.298	45.470	920.738	4,6%	4.064.271	1,0%
DEMEI	148.241	9.043	3.387	162,27	1.467	550	918	16.796	3,7%	61.326	1,0%
DME-PC	566.159	1.421	1.669	163,85	233	274	- 41	48.750	0,6%	155.579	0,2%
Energisa BO	753.725	6.724	-	194,10	1.305	-	1.305	90.059	0,2%	262.058	0,1%
EFJUC	19.323	113	182	255,95	29	47	- 18	2.714	1,7%	8.854	0,5%
EFLUL	103.991	223	90	255,75	57	23	34	6.960	0,3%	29.210	0,1%
Elektro	19.154.018	357.560	321.860	190,32	68.051	61.257	6.795	1.584.267	3,0%	6.094.082	0,8%
Eletroacre	1.337.439	124.924	133.922	158,62	19.815	21.242	- 1.427	217.971	10,5%	518.358	4,4%
Eletrocar	207.728	5.776	1.939	176,69	1.021	343	678	26.858	1,3%	81.123	0,4%
Eletropaulo	47.804.843	2.097.333	2.058.197	188,89	396.162	388.769	7.392	3.749.571	10,3%	15.648.373	2,5%
ELFSM	640.097	7.631	15.985	200,79	1.532	3.210	- 1.677	80.223	3,7%	265.887	1,1%
Energisa MG	1.754.032	34.139	6.788	213,30	7.282	1.448	5.834	231.959	0,6%	716.211	0,2%
Energisa MS	6.576.343	233.256	208.967	217,63	50.763	45.477	5.286	1.035.080	3,9%	2.866.872	1,4%
Energisa NF	382.464	- 6.831	-	247,16	- 1.688	-	- 1.688	48.587	0,0%	180.860	0,0%
Energisa PB	5.339.408	211.013	147.439	182,72	38.556	26.940	11.616	753.127	3,5%	1.891.757	1,4%
EDP ES	11.572.304	656.698	555.183	200,67	131.776	111.406	20.371	978.929	10,8%	3.439.849	3,1%
Energisa SE	3.427.166	144.494	85.708	188,08	27.177	16.120	11.057	462.046	3,8%	1.273.233	1,4%
Forcel	43.240	- 2.063	-	155,30	- 320	-	- 320	5.849	0,0%	21.541	0,0%
Hidropan	89.828	1.959	343	258,45	506	89	418	13.619	0,6%	49.708	0,2%
Iguaçu Energia	304.642	5.444	4.290	197,70	1.076	848	228	21.533	4,5%	102.536	0,9%
Light	37.432.256	7.410.031	4.898.322	221,74	1.643.087	1.086.145	556.942	2.827.389	38,9%	11.565.506	9,5%
MUX Energia	79.351	- 703	668	160,19	- 113	107	- 220	5.342	1,9%	26.591	0,4%
RGE Sul	22.230.330	664.399	510.904	191,76	133.315	101.945	31.369	2.125.642	2,4%	7.466.991	0,7%
Sulgipe	478.105	7.153	10.015	227,69	1.629	2.280	- 652	66.483	3,7%	181.640	1,4%
Nova Palma	84.398	- 1.304	488	159,82	- 208	78	- 286	11.666	0,7%	36.311	0,2%
ESS	4.880.194	13.959	21.284	186,46	2.603	3.969	- 1.366	399.998	0,9%	1.640.104	0,2%
CPFL Santa Cruz	3.339.932	23.833	14.091	176,36	4.203	2.485	1.718	301.487	0,8%	1.143.309	0,2%
<b>TOTAL</b>	<b>541.622.990</b>	<b>35.969.853</b>	<b>25.924.676</b>	<b>209,13</b>	<b>7.386.597</b>	<b>5.302.785</b>	<b>2.083.812</b>	<b>50.973.463</b>	<b>10,3%</b>	<b>175.222.979</b>	<b>3,0%</b>

Figura 2 - Perdas não técnicas em 2019

Fonte: ANEEL, 2020, p.20.

<sup>1</sup> Diferença entre a PNT real e a PNT regulatória. “Valores regulatórios são aqueles que são 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”. (ANEEL, 2020, p.5)

Sofre, igualmente, a indústria nacional, tornando-se menos competitiva, uma vez que os custos com a energia elétrica são levados em consideração na formação de preços, no equilíbrio das contas e impactam diretamente na sobrevivência das empresas, que, normalmente, já arcam com altas cargas tributárias.

Em artigo, no *site* da Stima Energia<sup>2</sup> (2020), estão dispostos os seguintes dados do *white paper* do Instituto Acende Brasil, de 2019, acerca das tarifas da energia elétrica no Brasil, considerando o panorama mundial:

A conclusão do estudo, ao comparar dados elaborados pela *Global Petrol Prices*, foi de que a energia no Brasil é 37ª mais cara do mundo, em um ranking com 110 países, com um custo de US\$ 0,18 por kWh. Bélgica, Dinamarca, Alemanha e Bermudas possuem as tarifas mais altas, com mais de US\$ 0,30 por kWh. Birmânia, Egito, Irã e Catar têm um custo inferior a US\$ 0,05 por kWh. O Brasil fica à frente da Argentina, China, Índia e México (US\$ 0,08), Coreia do Sul (US\$ 0,11), Estados Unidos (US\$ 0,14) e da maioria dos países em desenvolvimento. Por outro lado, a maioria dos países europeus possuem tarifas mais caras que a nossa. (STIMA ENERGIA, 2020)

Com as altas perdas decorrentes das fraudes e furtos, esses números tendem a piorar e causar prejuízos ainda maiores.

Quanto ao âmbito social, embora não seja de conhecimento amplo da população, a infração alheia na rede de energia elétrica acaba por lesar a todos os demais consumidores, pois parte do prejuízo é repassado aos pagantes do serviço, implicando em aumento na conta de luz. “Com este aumento de tarifa, mais consumidores são induzidos à inadimplência e ao furto, criando-se, assim, um círculo vicioso, em que todos perdem, menos os que furtam” (CASTRO; DANTAS; VARDIERO, 2018).

As quatro maiores variações de repasses percentuais se deram nas seguintes distribuidoras, em 2019, segundo a ANEEL (2020, p.10): Amazonas (22,7%); CEA (13,3%); Boa Vista (10,1%); e Light (9,5%). A título de ilustração, imagine uma conta de luz no valor de cem Reais: na distribuidora Amazonas, R\$22,70 deste total seriam utilizados para ajudar a cobrir o rombo deixado pelas PNTs; na CEA, esse valor seria de R\$13,30; na Boa Vista, R\$10,10; e na Light, R\$ 9,50 cobririam o prejuízo, no exemplo dado. Isso significa que quanto mais perda, maior o repasse de

---

<sup>2</sup> STIMA ENERGIA. "A energia elétrica é cara no Brasil?". In: *Stima Energia*, 2020. Disponível em: <<https://stimaenergia.com.br/index.php/a-energia-eletrica-e-cara-no-brasil/>>. Acessado em: 25 de julho de 2021.

prejuízos ao cidadão e conseqüente aumento na conta de luz do consumidor; e, da mesma forma, caso houvesse diminuição do desperdício, maiores seriam os benefícios para toda a sociedade, que pagaria tarifas de luz mais baratas e poderia redirecionar o recurso, agora excedente, para outras prioridades, ajudando, até mesmo, a movimentar a economia local.

A redução das perdas pelas distribuidoras traz benefícios aos consumidores: redução dos valores regulatórios, aumento do rateio dos demais custos (redução da tarifa), diminuição do desperdício e melhoria na qualidade do fornecimento. (ANEEL, 2020, p.11)

Outro ganho seria a melhoria na arrecadação de impostos, os quais são revertidos em benefício da própria população: Quevedo (2021) relata, em matéria do G1<sup>3</sup>, que, no ano de 2020, somente o estado do Mato Grosso, por exemplo, “deixou de arrecadar cerca de R\$ 58 milhões em Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS)<sup>4</sup> por causa de furtos de energia elétrica”.

Com relação ao aspecto ambiental, é preciso reconhecer que toda ação humana de modificação do meio causa impactos negativos. “Impacto ambiental pode ser definido como um processo de mudanças sociais e ecológicas, provocado por perturbações no ambiente, relacionando-se com sociedade e natureza” (ALVES; MEDEIROS, 2016 *apud* DALAZEN; PAZETTI; FREITAS, 2019, p.1). Atualmente, é boa prática nas organizações ambientalmente responsáveis valer-se de ações compensatórias ou medidas mitigadoras dos impactos ambientais que suas atividades ocasionam.

Identifica-se as medidas mitigadoras, como atividades que tem o objetivo de reduzir a gravidade ou a relevância dos impactos ambientais, enquanto as medidas compensatórias, são atividades que se desenvolverão para compensar os impactos que não podem ser evitados e/ou não podem ser mitigados, e de mesmo modo ainda apresentam grande magnitude. (SÁNCHEZ, 2013 *apud* DALAZEN; PAZETTI; FREITAS, 2019, p.2)

---

<sup>3</sup> QUEVEDO, W. “‘Gatos’ de energia causaram prejuízo de R\$ 58 milhões em MT em 2020”. In: G1, fev. 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/mt/mato-grosso/noticia/2021/02/05/gatos-de-energia-causaram-prejuizo-de-r-58-milhoes-em-mt-em-2020.ghtml>>. Acessado em: 25 de julho de 2021.

<sup>4</sup> Imposto “empregado pelos estados e municípios em políticas públicas sociais para educação, saúde e segurança” (SÃO PAULO, 2016). Disponível em: <<https://www.saopaulo.sp.gov.br/ultimas-noticias/icms-saiba-o-que-e-feito-a-partir-dos-recursos-arrecadados/>>. Acessado em: 25 de julho de 2021.

Posto isto, para se ter ideia do tamanho do malefício ambiental que as perdas não técnicas geram, faça-se um exercício de comparação entre determinada perda *versus* ações compensatórias/mitigadoras, tomando-se por base que, segundo a ANEEL (2020, p.20), a Light apresentou, em 2019, uma perda técnica real de 7.410.031 MWh. De acordo com a calculadora de CO<sub>2</sub> da ONG Iniciativa Verde<sup>5</sup>, este total de produção elétrica seria suficiente para emitir uma quantidade anual de gás carbônico de 555.752, 70 tCO<sub>2</sub>e, o que só seria compensado com o plantio de 14.213.624,04 m<sup>2</sup> de floresta, ou 2.368.938 de árvores. Esta área indicada de floresta, em m<sup>2</sup>, seria o equivalente a aproximadamente 1.421 campos de futebol<sup>6</sup>.

Pensar em termos de sustentabilidade é especialmente importante no momento atual do país: o Brasil vivencia, em 2021, a pior crise hídrica registrada ao longo de 91 anos de monitoramento do sistema hidrográfico nacional<sup>7</sup>, e, segundo o Operador Nacional do Sistema Elétrico, nas primeiras semanas de setembro, “os reservatórios do sistema Sudeste/Centro-Oeste, que geram 70% da energia do país, operam com 19,59% da capacidade” (RIBEIRO, 2021). Este cenário aponta para a urgência do consumo consciente de energia, uma vez que, dentre seus impactos negativos, esta crise ocasiona aumento na conta de luz e traz risco iminente de apagões e de racionamento obrigatório de energia, conforme disposto por Vieceli (2021) em reportagem<sup>8</sup>.

Este fato aliado à grave situação das perdas de energia no território brasileiro pode trazer consequências desastrosas para toda a sociedade, em suas diversas esferas, em um futuro bastante próximo.

De acordo com a ANEEL (2020, p.6), “boa parte das perdas não técnicas ocorre no mercado de baixa tensão faturado”, e este é o panorama das PNTs reais, em 2019:

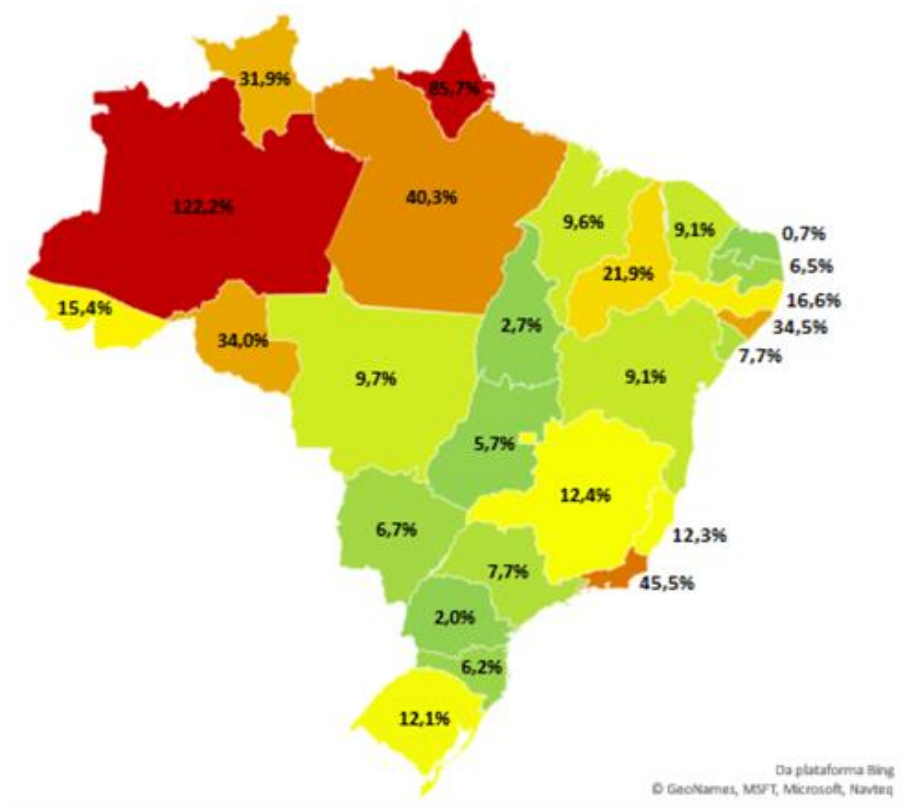
---

<sup>5</sup> INICIATIVA VERDE. **Calculadora de CO<sub>2</sub>**. Disponível em: <<https://www.iniciativaverde.org.br/calculadora>>. Acessado em: 20 de janeiro de 2021.

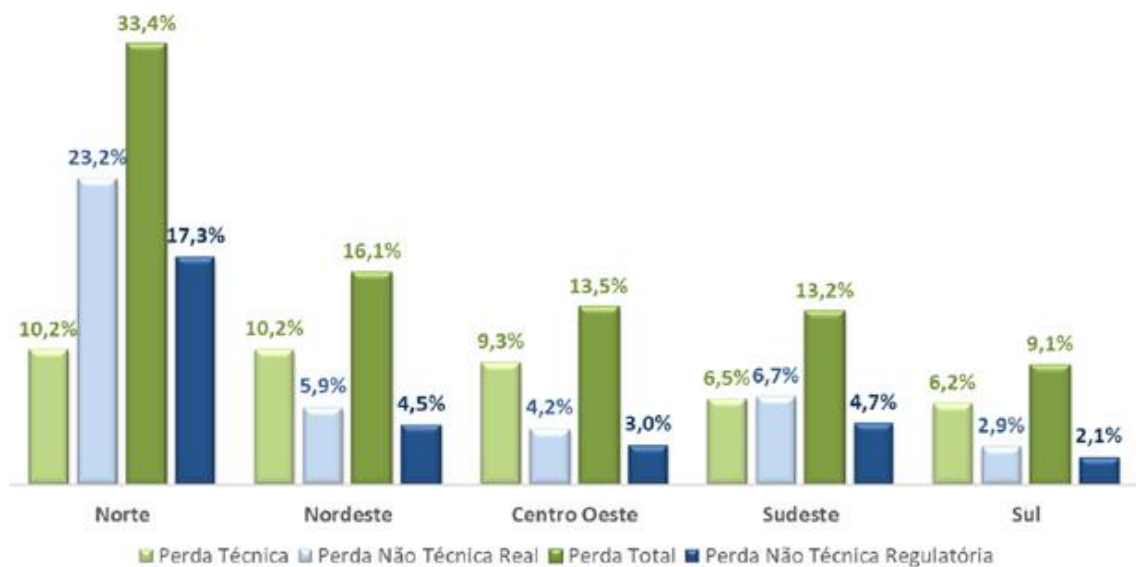
<sup>6</sup> Considerando-se que 14.213.624,04 m<sup>2</sup> podem ser convertidos em 1.421,362404 hectares, e que 1 hectare equivale a aproximadamente um campo de futebol.

<sup>7</sup> RIBEIRO, V. “**Brasil enfrenta a pior crise hídrica em 91 anos**”. In: *Portal EBC*, set. 2021. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-nacional/economia/audio/2021-09/brasil-enfrenta-pior-crise-hidrica-em-91-anos>>. Acessado em: 26 de setembro de 2021.

<sup>8</sup> VIECELI, L. “**Piora da crise hídrica impacta planos de empresas e ameaça economia até 2022**”. In: *Folha de S.Paulo*, set. 2021. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2021/09/piora-da-crise-hidrica-impacta-planos-de-empresas-e-ameaca-economia-ate-2022.shtml>>. Acessado em: 26 de setembro de 2021.



**Figura 3** - Perdas não técnicas reais sobre baixa tensão faturado - Mapa Brasil (2019)  
 Fonte: ANEEL, 2020, p.6.



**Figura 4** - Perdas técnicas, não técnicas reais e regulatórias sobre energia injetada por região (2019)  
 Fonte: ANEEL, 2020, p.3.

O que se percebe é um território extremamente heterogêneo, com disparidades que merecem atenção. Importante destacar que:

Como as concessionárias atuam em áreas de concessão com especificidades diversas, tais como características do mercado e variáveis socioeconômicas, a comparação entre elas somente seria possível caso essas diferenças fossem consideradas. Assim, partindo-se da premissa de que as variáveis socioeconômicas exercem grande influência sobre os níveis de perdas não técnicas, foi desenvolvido um *ranking* de complexidade socioeconômica, elaborado a partir de modelos econométricos, que permitiu a comparação do desempenho das perdas não técnicas das distribuidoras, conforme o porte e a posição (ANEEL, 2020, p.5-6)

Inicialmente, pode-se notar que a maior participação nas perdas técnicas reais se dá na região norte e na região sudeste do país.

Embora o pior cenário, em âmbito nacional, esteja no Amazonas, é importante lançar foco no sudeste, mais especificamente no Rio de Janeiro, que apresenta 45,5% de PNTs.

Essa distorção no Rio de Janeiro será o enfoque a partir deste ponto.

### **3.1 Contexto Rio de Janeiro**

O Rio de Janeiro apresenta variáveis bastante complexas, o que o torna um interessante recorte e objeto de pesquisa na análise da fraude e do furto de energia. Olha-se, de fato, para um problema classificado como “complexo” (em detrimento dos termos “difícil” ou “complicado”).

Em resumo, problemas complicados são finitos, previsíveis e pertencem a domínios de conhecimento definidos. Sabemos que habilidades são necessárias para resolvê-los, e a dedicação constante ao assunto garante vantagem competitiva na solução do problema. Já os problemas complexos são o resultado de tantas outras variáveis, muitas delas ainda desconhecidas, que fica difícil ter segurança da abordagem a ser feita e da resultante das ações. (COSTA, L. S. 2016, p.43)

Deve-se ter em mente que o problema em questão, enquanto complexo, não será “resolvido”, mas sim tornado “gerenciável” e, conseqüentemente, melhor controlado. Para tal, é preciso abordá-lo em sua multiplicidade.

Para compreender o fenômeno do “gato” no Rio de Janeiro, faz-se necessário analisar também aspectos psicossociais dos indivíduos da região. Assim, para

aprofundar tal entendimento, é preciso investigar traços comportamentais, para além de uma dimensão financeira: o roubo e o furto de energia estão presentes em todas as classes sociais.

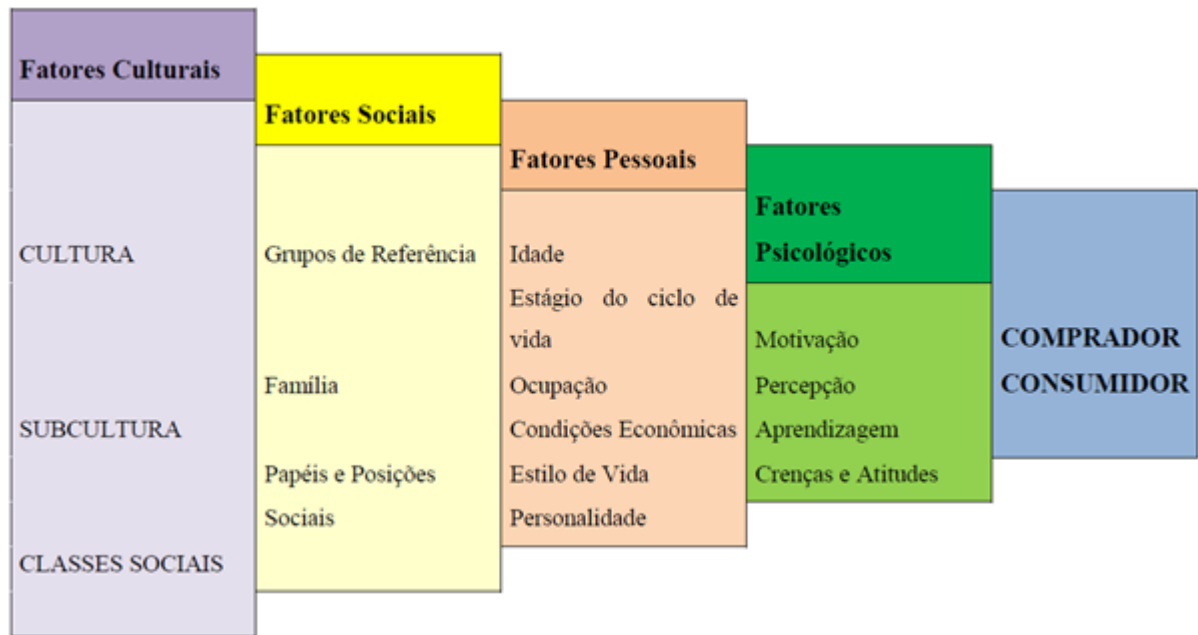
Yaccoub (2010, p.64) corrobora: “não há relação causal direta e exclusiva entre o ‘gato’ e pobreza”. Entretanto, ela explica que se nota uma diferenciação entre os “gatos” feitos pelas classes mais abastadas em relação aos feitos pelos mais pobres. Os primeiros realizam “gatos tecnológicos”, adulterando os aparelhos de medição, enquanto estes últimos fazem ligações clandestinas diretas na fiação (YACCOUB, 2010).

Os “gatos de rico”, que sustentam luxos a baixos custos, “utilizam aparelhos de ponta para não serem identificados facilmente. Exigem, tanto dos gateiros como dos fiscais da empresa, conhecimento técnico muito mais aprimorado” (YACCOUB, 2010, p.69).

Como forma de proceder à investigação, recorra-se à teoria do comportamento do consumidor. Kotler e Keller estabelecem que o comportamento do consumidor “é o estudo de como indivíduos, grupos e organizações selecionam, compram, usam e descartam bens, serviços, ideias ou experiências para satisfazer suas necessidades e desejos” (KOTLER; KELLER, 2012, p.164 *apud* SANTOS; LOPES, 2015, p.7).

Santos e Lopes (2015) destacam que:

Conforme Solomon (2002), Schiffman e Kanuk (2000), o comportamento do consumidor é influenciado por quatro grupos de fatores: culturais, sociais, pessoais e psicológicos. [...] Para esses autores, um aprofundamento desses quatro grupos de fatores ajuda melhor compreender as ações legais e ilegais dos clientes. (SANTOS; LOPES, 2015, p.7)



**Figura 5** - Fatores que influenciam no comportamento do comprador/consumidor  
 Fonte: SANTOS; LOPES, 2015, p.8.

Iniciando pelos fatores culturais, tem-se que cultura é conjunto das crenças, valores e costumes de determinada sociedade, como salientam Santos e Lopes (2015, p.8):

Schiffman e Kanuk (2000) definem cultura como o conjunto das crenças, valores e costumes aprendidos para direcionar o comportamento de consumo das partes de determinada sociedade. Para eles cultura é o determinante dos desejos e do comportamento de uma pessoa. (SANTOS; LOPES, 2015, p.8)

Este é um constructo tão complexo que se podem encontrar, inclusive, várias subdivisões dentro de uma mesma cultura: “cada cultura consiste em subculturas menores, as quais fornecem identificação mais específica e socialização para os seus membros” (KOTLER, 1998, p.162 *apud* SANTOS; LOPES, 2015, p.8).

No Brasil, culturalmente, existe o famoso “jeitinho”. Santos e Lopes destacam que, para Yaccoub (2010), “o jeitinho que o brasileiro realiza para fraudar a conta de energia elétrica está relacionado com a figura de malandro que o brasileiro é conhecido” (YACCOUB, 2010 *apud* SANTOS; LOPES, 2015, p.9).

No entendimento de Sarti (2003), pode-se dizer que o consumo ilícito de energia elétrica ocorre para que seus objetos de desejos que



conferem status, prazer, conforto, estetização, continuam em funcionamento. Por sua vez, o jeitinho brasileiro é utilizado para manter um padrão socioeconômico, na forma de aquisição de bens de consumo eletrônicos, no qual o brasileiro busca um padrão de vida acima do que consegue para manter o status, e as consequências de seu uso contínuo. (SANTOS; LOPES, 2015, p.10)

No Rio de Janeiro, em alguns casos, o comportamento parece ser potencializado pela figura do típico “malandro carioca”.

Enquanto na década de 1920 “o malandro era a figura marginalizada que encontrava meios ‘nem sempre politicamente corretos’ para sobreviver” (ESTADÃO, 2017), hoje, o conceito evoluiu e indivíduos de quaisquer classes sociais, incluindo as mais altas, podem deixar-se acometer pela mentalidade maliciosa de sempre “querer se dar bem”, a qualquer custo. Os novos malandros podem estar nas personas do grande empresário sonegador, do contraventor, do jogador famoso que não paga seus impostos, etc.

Existe uma cultura de levar vantagem e de corrupção que é forte até mesmo entre os mandatários do poder público, o que se intensifica, ainda, pela manutenção do costume da impunidade.

A propensão ao crime também está associada à percepção de legitimidade do Estado. Em países em que há elevada corrupção e instabilidade institucional, a criminalidade tende a prosperar mais. Smith (2004) apresenta um estudo sobre furto de energia ao redor do mundo e conclui que a governança institucional é um dos importantes fatores explicativos: “O furto em alguns sistemas está muito associado à governança e ao ambiente social, econômico e político. Corrupção e furto de energia se retroalimentam. Onde a cultura da corrupção prevalece, o furto de energia pode ser reduzido moderadamente utilizando-se métodos técnicos e de engenharia. Mas será como remar contra a maré, sendo difícil obter reduções substanciais enquanto a corrupção endêmica persistir.” Portanto, deve-se levar em conta o ambiente institucional em que a concessionária está inserida. (INSTITUTO ACENDE BRASIL, 2017, p.18-19)

Quando se fala em fatores sociais, estes têm ligação com a influência exercida pelos grupos de referência do indivíduo (família, amigos, papéis e posições sociais). Assim, por exemplo, se o indivíduo percebe que seu vizinho fez um “gato” de energia elétrica e não foi punido, a tendência é que ele reproduza o comportamento, para não ter a sensação de desvantagem e porque terá a

percepção, ainda, de que o “crime compensa”. E, desta maneira, o ilícito é replicado e o problema vai se tornando uma bola de neve.

Embora existam, também, os fatores estritamente pessoais e psicológicos, mais particulares de cada indivíduo, é importante destacar que a anteriormente citada interação social é um motor determinante para a realização da prática da fraude e do furto de energia elétrica.

A interação social se refere à influência de outros agentes com os quais um agente interage têm sobre as suas decisões. Estudos empíricos demonstram que regiões com condições estruturais semelhantes (i.e. esforço de *enforcement* equivalente, atuação do Estado homogênea e condições socioeconômicas compatíveis) a ocorrência de criminalidade (assim como outros de comportamentos) pode variar muito em função do comportamento de seus pares. Economistas denominam esse efeito de “interação social” (GLAESER, SACERDOTE e SCHEINKMAN, 1996 e MANSKI, 2000 *apud* INSTITUTO ACENDE BRASIL, 2017, p.20).

“O efeito da interação social é que a propensão do consumidor engajar em furto, fraude e inadimplemento tende a ser maior em áreas que já apresentam maior incidência dessas infrações” (INSTITUTO ACENDE BRASIL, 2017, p.20).

Interessante notar que a fraude e o furto de energia elétrica são atividades tão solidificadas - e quase que “normalizadas” - que se desenvolveu um esquema profissional escuso paralelamente: uma rede lucrativa de negócios ilegais, que abarca desde o profissional do “gato” (ou “eletrotraficante”) até assessoria jurídica especializada em defender e livrar os praticantes da transgressão.

Tais agentes exploram lacunas e falhas do sistema legal para livrar seus clientes de pagamentos por energia consumida, mas não faturada devido a ligações clandestinas ou manipulação dos medidores. Além disso, muitos desses prestadores de assistência jurídica promovem a litigância de má-fé, aconselhando consumidores a não somente contestar as cobranças da concessionária de distribuição, mas também a ingressar com ação com pedido de indenização por danos morais. A atuação desses advogados é especialmente pernicioso pois, ao retratar o consumidor infrator como vítima, passa uma percepção de legitimidade ao furto de energia. (INSTITUTO ACENDE BRASIL, 2017, p.20-21)

Ribeiro e Zuazo (2021) evidenciam, em matéria da edição de 14 de junho de 2021<sup>9</sup> do jornal O Globo, que milicianos mantêm uma divisão de negócios espúrios focada em “gatos” de energia elétrica, atendendo moradores de comunidades do Rio de Janeiro por um preço fixo. Segundo a matéria, em 2019, esse valor era de cem Reais para que moradores da comunidade de Rio das Pedras tivessem acesso ao serviço ilegal, de acordo com levantamento do Grupo de Atuação Especial de Combate ao Crime Organizado (Gaeco).

Importa que esse problema seja contemplado e resolvido, pois este não só é um mecanismo de retroalimentação da ilegalidade e de fomento da violência no Rio de Janeiro, como também é um verdadeiro dreno por onde escoam vultosas quantias de dinheiro e de recursos, além de ser uma afronta a qualquer tentativa de se manter uma política de sustentabilidade organizacional.

De acordo com o último balanço da Light divulgado a investidores, as perdas não técnicas [...] atingiram o patamar mais alto dos últimos cinco anos. De abril de 2020 a março deste ano, foram desviados 7.134 gigawatt-hora (GWh), o suficiente para abastecer todas as casas do Espírito Santo por quase três anos. O prejuízo é repassado aos demais usuários, o que faz do Rio um dos estados com energia mais cara do país. (RIBEIRO; ZUAZO, 2021)

Como percebido, o Rio de Janeiro é uma região extremamente agressiva quando se trata de perdas não técnicas. Suas variáveis são tão complexas que, para que se explorasse o recorte de forma mais eficaz, foi necessário, ainda, apurar o enfoque escolhido. Assim, para validar ou refutar hipóteses, viu-se a necessidade de estabelecer mais uma divisão: optou-se por concentrar os esforços nas chamadas “áreas possíveis de serem trabalhadas”, em contraposição às “áreas com severas restrições operacionais” (ASRO).

Ao passo que as ASRO são aquelas áreas de risco, violentas ou perigosas, nas quais os técnicos não conseguem entrar livremente para exercer seu trabalho, correndo até mesmo risco de morte, as ditas áreas possíveis são aquelas nas quais o ilícito ocorre e os profissionais da distribuidora podem agir.

Analisando a complexidade da área de concessão da Light, fica evidente que a violência promovida pela presença de grupos criminosos é o principal fator restritivo à operação no Rio de Janeiro.

---

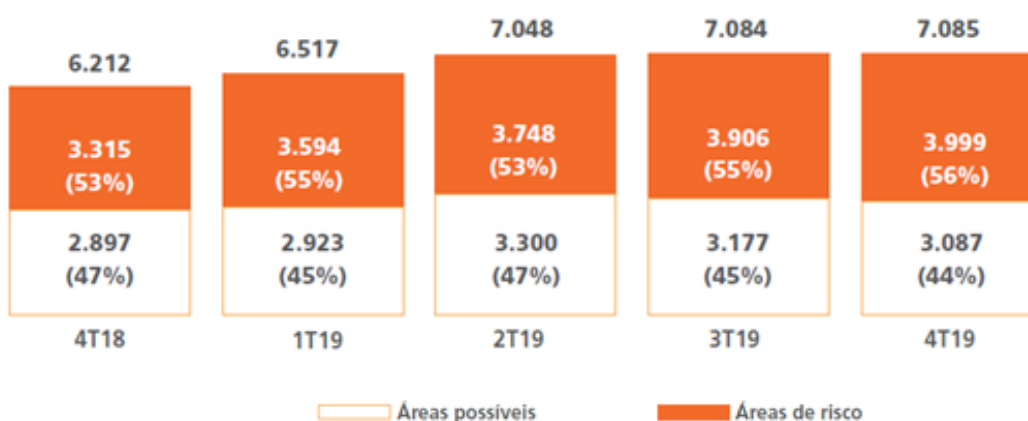
<sup>9</sup> RIBEIRO, G.; ZUAZO, P. “**Furto de Energia Bate Recorde em Ano de Pandemia**”. In: *O Globo*, jun. 2021. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/rio/furto-de-energia-no-rio-bate-recorde-em-ano-de-pandemia-1-25059980>>. Acessado em: 14 de junho de 2021.

É importante mencionar que a Light limita suas operações nas áreas com severas restrições à operação, para preservar a segurança da sua equipe. (HUBACK, 2018, p.90)

As perdas nas áreas possíveis de serem trabalhadas justificam a atenção, uma vez que são expressivas. No último trimestre de 2019, por exemplo, houve 44% de perdas nessa fatia, onde há particular interesse nos chamados “gatos gordos”, “que são fraudes de energia em imóveis de alto consumo” (LIGHT, 2019, p.61), cujos residentes teriam plenas condições de pagar integralmente suas contas, sem quaisquer empecilhos, mas preferem optar pela clandestinidade.

### PERDA NÃO TÉCNICA

12 meses (GWh)



**Figura 6.1** - Perdas não técnicas Light (áreas possíveis X áreas de risco)

Fonte: LIGHT, 2019, p.60

### ÁREAS POSSÍVEIS

Perda total/Carga fio (12 meses)



### ÁREAS DE RISCO

Perda total/Carga fio (12 meses)



**Figura 6.2** - Perdas Totais Light (Abertura áreas possíveis X áreas de risco)

Fonte: LIGHT, 2019, p.61 (adaptado).

Assim, para que o ambiente crítico fosse mais bem compreendido e a investigação fosse aprofundada, a partir dos critérios estabelecidos, deu-se início a uma etapa de pesquisa.

A pesquisa, de natureza qualitativa, visou melhor captar os motivos, razões e porquês do problema investigado, conferindo visão mais abrangente do cenário estudado. A seguir, discorre-se sobre o método utilizado e os resultados alcançados.

## 4 PESQUISA DE CAMPO

Em primeiro lugar, deve-se enfatizar que a etapa de pesquisa foi fundamental para traçar um diagnóstico acurado e para ampliar a compreensão de como o problema trabalhado poderia originar uma oportunidade estratégica de solução, principalmente no que tange aos tomadores de decisões das organizações do setor de energia elétrica.

Para isso, fez-se essencial não só compreender as necessidades, as dores e os anseios de profissionais atuantes nesse meio, como também atentar-se ao que

cada *stakeholder* poderia revelar como *insight* ou descoberta que agregasse ao tema.

Procedeu-se à pesquisa com quatro especialistas que possuem ampla vivência no setor de perdas das duas maiores empresas fornecedoras de eletricidade no Rio de Janeiro - Light e Enel. Estes entrevistados, que preferiram manter-se anônimos, transitaram por variados cargos na área de interesse deste trabalho ao longo de suas carreiras, cujos períodos variam de seis a 20 anos de experiência, cobrindo a cadeia de ponta a ponta e, portanto, oferecendo uma visão bastante abrangente e densa do problema.

O questionário empregado para propiciar a imersão no universo das perdas de energia elétrica no recorte estabelecido para o esforço compôs-se por 13 questões, e sua aplicação foi dada por meio de, em média, 30 a 40 minutos de conversa pelo aplicativo de reuniões virtuais *on-line Zoom*<sup>10</sup>.

Percebeu-se que houve bastante alinhamento das respostas fornecidas pelos entrevistados com alguns dos pontos já levantados neste trabalho, o que respalda os contornos da pesquisa. Mas houve, também, geração de matéria-prima riquíssima para novos desdobramentos e abertura de horizontes em termos de desenvolvimento de solução.

#### **4.1 Encaminhamentos Metodológicos**

O estudo realizado permitiu entender as principais causas do furto de energia, quais são os locais de maior incidência do ilícito, os principais motivos que levam as pessoas a cometer o furto de energia, quais segmentos de clientes mais cometem o ato, quais os principais desafios no combate às perdas de energia, qual a percepção da sociedade perante às ações de combate das concessionárias, principais instrumentos técnicos que dificultam o furto de energia, instrumentos que possuem baixa eficiência no combate ao furto de energia e principais ações que os participantes identificam que poderiam ser utilizadas no combate ao furto e fraude de energia elétrica.

O percurso teve início com a elaboração do roteiro de perguntas, constituído por 13 questões abertas, as quais foram utilizadas com os respondentes durante a entrevista semiestruturada. Para a elaboração das questões, pautamo-nos nas

---

<sup>10</sup> ZOOM. Disponível em: <<https://zoom.us/pt-pt/meetings.html>>. Acessado em: 25 de julho de 2021.

discussões oriundas de mesa-redonda prévia e em leituras acerca das causas do furto de energia. As perguntas versavam acerca dos seguintes temas: a) tempo de atuação no segmento de perdas; b) atividade exercida (e.g. Engenheiro, técnico, administrativo, entre outros); c) distribuidora (concessionária) de atuação, d) regiões (bairros) que apresentam as maiores agressividades; e) o que explicaria a diferença de comportamento entre os bairros com elevada e baixa agressividade; f) segmentos de clientes que apresentam maiores agressividades na área de concessão (e.g. rural, industrial, residências de alto padrão e entre outros); g) o principal desafio no combate às perdas (e.g. ausência de profissionais qualificados, tecnologias, desafios sociais, dentre outros); h) qual a percepção da sociedade perante ações da empresa (e.g. hostilizar os profissionais da empresa); i) a motivação de um determinado cliente cometer o furto ou fraude (e.g. fator cultural, indignação com a empresa); j) qual solução/ ferramenta (analíticas) que hoje é eficaz e qual não foi interessante; k) qual instrumento técnico é eficaz ao “blindar” a medição e outra que apresenta vulnerabilidade; l) o que o entrevistado mudaria para que seu resultado fosse melhor, mais eficiente, caso ele tivesse o poder de decisão; e m) se a atividade de combate às PNTs pode ser comparada a “enxugar gelo”.

A entrevista foi realizada a distância pelo sistema Zoom, conforme já mencionado, sendo utilizadas três conexões: uma para cada um dos autores deste texto e uma para o convidado entrevistado. As perguntas eram feitas somente por um dos pesquisadores, ficando os outros na condição de ouvinte e colaborador. Após a coleta de dados, a entrevista foi transcrita integralmente, sendo considerados apenas os textos originados dos áudios em português das perguntas (dos pesquisadores) e respostas dos entrevistados.

## **4.2 Principais Achados**

Após a organização e a análise das respostas colhidas por meio da pesquisa realizada, foi possível chegar às seguintes compreensões:

- É preciso intensificar a discussão das perdas de energia na sociedade, sensibilizando a população com ações de comunicação e de educação na mídia;
- Seria interessante aumentar e treinar equipes próprias das concessionárias (em vez de alocar terceirizados, cujos benefícios são inferiores);

- Aumentar a cobertura da fiscalização é importante;
- Implementar metodologias e estratégias segmentadas por região possibilitaria melhores ações e maior controle;
- Dar maior transparência às cobranças e melhorar a qualidade do serviço prestado é urgente;
- É preciso focar no cliente;
- Expandir o horizonte de cruzamento de dados (respeitando os limites legais possíveis) é essencial para oportunizar novas soluções.

Posto isto, foram elencados quatro pontos principais de atenção, como um diagnóstico prévio bruto, para que se começasse a pensar em termos de desenvolvimento de projeto: a) vulnerabilidade de rede; b) fator cultural/comportamento normalizador do furto e da fraude de energia; c) falta de punição; e d) incapacidade de fiscalização massiva.

#### a) Vulnerabilidade da rede de energia elétrica:

Um dos motivos identificados e citados foi que a vulnerabilidade da rede elétrica é um dos fatores que mais colaboram para a prática do furto de energia nos equipamentos de medição, assim como nas fiações que ficam expostas nos postes em vias públicas. Quando perguntado sobre qual instrumento técnico é eficaz ao “blindar” a medição e outro que apresenta vulnerabilidade, um dos entrevistados informou que “a rede blindada, no início, deu muito certo, mas falta acompanhamento (fiscalização). A rede aberta é a mais vulnerável”. Outro entrevistado acredita que “a rede é fator de importância, sendo a rede baixa mais vulnerável e a alta mais segura”.

#### b) Fator cultural/comportamento normalizador do furto e da fraude de energia

Em consonância com o que foi apresentado como fundamentação teórica nos capítulos anteriores, a questão cultural atrelada ao “jeitinho brasileiro” de fazer as coisas funcionarem foi bastante comentada e ressaltada pelos participantes da entrevista realizada. Conforme disposto anteriormente, Yaccoub (2010) afirma que integrantes das mais variadas classes tendem a praticar fraudes de energia e ligações clandestinas, estando a diferença a cargo do tipo de “gato” realizado: os dos ricos são mais sofisticados e difíceis de detectar; os dos menos favorecidos são



feitos por “ligação direta” à fiação dos postes de energia. Este fato foi corroborado em uníssono pelos participantes da pesquisa.

Além disso, vale ressaltar que, como reforço a este ponto, vê-se, cotidianamente, nos mais variados veículos de comunicação, diversas notícias sobre crimes de furtos de energia cometidos, como dito anteriormente, por todas as camadas sociais, desde as menos favorecidas até aquelas com situação financeira confortável.

A título de exemplificação, veja-se algumas ocorrências, na sequência.

No primeiro caso, de acordo com matéria do jornal O Dia<sup>11</sup>, de maio de 2021, a polícia civil, que trabalha em parceria com a Light na DDSD (Delegacia de Defesa de Serviços Delegados), promoveu uma ação em Queimados, na Baixada Fluminense, em um conjunto residencial dominado por uma milícia, um grupo armado que comandava, ilegalmente, a venda de serviços em geral para a população local. Este grupo cometia, dentre outros, o crime de furto de energia, objetivando benefícios próprios sobre este serviço. Embora algumas pessoas tenham sido presas nessa operação - acusadas de estarem participando do furto de energia dentro do condomínio -, vale destacar que esse tipo de repressão não tem se mostrado muito efetiva, uma vez que, assim que os agentes públicos encerram a operação naquele local, praticamente no dia seguinte os criminosos voltam a refazer o esquema de furto de energia, num ciclo que alguns entrevistados da pesquisa autoral deste trabalho relatam como “enxugar gelo”, de forma a fazer uma analogia com a ação da concessionária e da Polícia Civil.

De acordo com outra matéria, de 2017, do veículo O Globo<sup>12</sup>, um condomínio em Vargem Grande, Zona Oeste do Rio, foi, à época, alvo de uma operação da Light contra furto de energia. “A inspeção foi realizada a partir de uma denúncia e encontrou 10 casas com fraudes subterrâneas de energia elétrica e mais 4 casas em obra com a mesma irregularidade” (O Globo, 2017). Ainda segundo a matéria, a Light informou que nenhuma casa possuía relógio medidor para registro de energia consumida, gerando um prejuízo de cerca de R\$ 2 mil ao mês. Isto demonstra que o

---

<sup>11</sup> “**Polícia Civil realiza operação contra furto de energia elétrica na Baixada**”. In: *O Dia*, maio, 2021. Disponível em: <<https://odia.ig.com.br/rio-de-janeiro/2021/05/6145398-policia-civil-realiza-operacao-contrafurto-de-energia-eletrica-na-baixada.html>>. Acessado em: 01 de agosto de 2021.

<sup>12</sup> “**Light flagra furto de energia em casas de condomínio de luxo no Rio**”. In: *G1*, out. 2017. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/light-flagra-furto-de-energia-em-casas-de-condominio-em-vargem-grande.ghtml>>. Acessado em: 01 de agosto de 2021.

“gato” de energia elétrica pode ocorrer até mesmo entre os mais abastados, conforme enfatizado no decorrer deste trabalho.

c) Falta de punição no combate ao furto de energia:

Ainda com base nas respostas dos participantes das entrevistas, foi evidenciado que, ainda que haja o combate ao furto de energia de forma ativa, faltam iniciativas mais sólidas para que os responsáveis pelos crimes sejam punidos pela lei (de forma a ficarem reclusos ou pagarem financeiramente pelo ato cometido). Segundo os entrevistados, as pessoas que cometem o ato ilícito acabam tendo penas brandas que não compensam o transtorno financeiro causado, e, por fim, voltam a cometer tal ato. Embora o consumo ilícito de energia elétrica seja considerado um crime no Brasil (no Código Penal, a fraude se enquadra no artigo 171, estelionato, e o furto no artigo 155) com pena de reclusão de um a quatro anos prevista, além de multa, os afrouxamentos e subterfúgios que tornam essas medidas nem sempre tão eficazes reforçam a consequência citada por um dos participantes da entrevista: assim que o agente da concessionária desarma o “gato” de energia e vai embora do local, as chances do infrator voltar a cometer novamente o delito são altas, pois, ademais de não existir uma fiscalização intensiva, a punição não é concreta.

Em outra matéria<sup>13</sup>, de janeiro de 2021, o portal G1 destaca que, no Pará, um grupo de empresários cometeu crime de furto de energia em suas empresas do ramo de cerâmicas. A polícia civil, que nesses casos dá suporte à ação, prendeu em flagrante os empresários que já haviam sido notificados anteriormente pelo mesmo motivo da prisão registrada pela matéria. Ou seja, nota-se a reincidência do ato de furto também nas classes mais favorecidas, da mesma forma que ocorre com as classes menos favorecidas. Embora o foco do trabalho mire nas condições agressivas do Rio de Janeiro, é interessante trazer este exemplo de outro estado, pois, em diferentes intensidades, este é um crime que afeta todo o país.

d) incapacidade de fiscalização massiva/melhoria na taxa de assertividade e identificação de alvos para fiscalização:

---

<sup>13</sup> “**Empresários são presos por furto de energia no nordeste do Pará**”. In: G1, jan. 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pa/para/noticia/2021/01/29/empresarios-sao-presos-por-furto-de-energia-no-nordeste-do-para.ghtml>>. Acessado em: 01 de agosto de 2021.

Aqui reside o principal tópico abordado pelos entrevistados e centro do estudo, pois, de acordo com os participantes, a falta de assertividade em apontar onde estão os possíveis pontos de furtos de energia faz com que o processo de combate seja moroso e, assim, na maioria das vezes, a fiscalização não é feita de forma efetiva e massiva.

#### **4.3 Diagnóstico e Proposta de Abordagem ao Problema**

Tendo em vista os pontos abordados, com o intuito de apurar a definição do diagnóstico, passou-se a um estágio de aplicação de pensamento estratégico, pelo qual se definiu que a mais importante frente a ser atacada no desenvolvimento de uma solução é a que diz respeito à fiscalização.

Embora se tenha ciência de que todos os pontos destacados na etapa anterior sejam relevantes em suas respectivas medidas, a definição deste diagnóstico para a estruturação da solução se justifica por fomentar a inibição do ato em sua raiz, ajudando a podar o problema em suas etapas iniciais. Além disso, conforme será discorrido do capítulo cinco ao oito, as recentes ferramentas tecnológicas de georreferenciamento, processamento de *big data* e de imagem podem dar bases sólidas de sustentação para que sejam criados projetos mais eficazes e mais eficientes no que tange ao propósito da fiscalização.

Por fim, embora a proposta inicial mire o cenário de perdas agressivas do Rio de Janeiro, acredita-se que uma solução nessa linha tenha potencial de escalabilidade, podendo ser adaptada, uma vez que a fraude e o furto atingem todo o Brasil, em diferentes intensidades, como anteriormente demonstrado.

A partir deste ponto, explicitar-se-á, então, a solução elaborada pelos participantes desse trabalho de conclusão de curso, de forma a detalhar como funcionariam as etapas de realização deste projeto que visa melhorar a fiscalização e, conseqüentemente, reduzir o impacto do furto de energia em casas e grandes estabelecimentos.

Através do cruzamento da base de dados das concessionárias, com informações sobre o consumo (kWh) dos clientes (pessoa física e pessoa jurídica) e imagens georreferenciadas, conseguidas com o auxílio de drones e, em casos mais específicos, com a possibilidade do uso de satélites. Dessa forma, as imagens aéreas serão cruzadas com a base de consumo de energia, possibilitando informar se o consumo do cliente é condizente com o seu padrão de uso. Por exemplo, com a

observação de conjuntos residenciais, por meio das imagens aéreas, é possível identificar se o morador possui piscinas ou outros tipos de equipamentos que consumam altos níveis de energia elétrica, assim como, identificar o uso de painéis fotovoltaicos, o que seria um possível indicador de que esse morador possui um consumo de energia extremamente baixo, indicando, neste último caso, a não ocorrência do furto de energia.

Assim, se uma residência hipotética “A” possui uma piscina em seu terreno, conseqüentemente utilizando uma bomba para sua manutenção, que seria um dos equipamentos que elevaria o consumo de energia, e a mesma residência não possui painéis fotovoltaicos (o que ajudaria a reduzir o consumo), a residência “A” torna-se um possível alvo para fiscalização, caso seu consumo de energia esteja inconduzente com a média do quadrante, não se enquadrando nos critérios estabelecidos. Por outro lado, uma residência hipotética “B”, na qual se observa – por meio de imagens aéreas –, a existência de uma piscina, mas também há a utilização de painéis fotovoltaicos, o que reduz o consumo de energia no local, a residência “B” estaria condizente com um consumo abaixo do comum. Sendo assim, não seria necessária uma fiscalização na propriedade.

Dito isso, reforça-se que a solução proposta, tema deste trabalho, tem seu foco na fiscalização e concomitante combate ao furto de energia de forma mais assertiva e eficiente, reduzindo o impacto da prática do desvio de energia e, conseqüentemente, os custos que são repassados aos consumidores finais que contribuem de forma correta e acabam pagando altos valores de tarifa na conta de luz mensalmente.

A seguir, um olhar mais cuidadoso sobre a obtenção de dados para a empreitada.

## **5 OBTENÇÃO DE DADOS**

### **5.1 Base de Dados das Distribuidoras**

Ao solicitar o fornecimento de energia elétrica, a pessoa física ou jurídica, fornece informações estratégicas aos bancos de dados das empresas. Com isso, esses dados de forma estruturada terão um grande potencial na confecção de cenários para apoiar na resolução dos problemas sobre os furtos e/ou fraude de energia elétrica. Em outras palavras, são dados que possuem informações valiosas sobre o cadastro e, inclusive, o comportamento histórico de cada cliente ao longo do

relacionamento junto às distribuidoras. Sendo assim, dados com elevada capacidade de apoiar na tomada de decisões ao identificar tendências e padrões com base no conhecimento gerado (REZENDE *et al.*, 2003).

As variáveis necessárias para a materialização desse projeto consistem na extração desses dados junto às distribuidoras de energia elétrica dos seguintes atributos:

- a. Data de nascimento – a data de nascimento do cliente;
- b. Data de início do contrato – a data quando iniciou o fornecimento de energia elétrica no cliente;
- c. Data de encerramento do contrato – a data quando foi encerrado o fornecimento de energia elétrica no cliente;
- d. Status atual de fornecimento – informar se o cliente está com ou sem fornecimento de energia elétrica
- e. Tipo de ligação – monofásico, bifásico ou trifásico;
- f. Classe econômica – definição da atividade exercida na utilização da energia elétrica;
- g. Código CNAE – atividade econômica exercida no cliente. O CNAE é um código a ser informado na Ficha Cadastral de Pessoa Jurídica que alimentará o Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica/CNPJ

[...] aplicada a todos os agentes econômicos que estão engajados na produção de bens e serviços, podendo compreender estabelecimentos de empresas privadas ou públicas, estabelecimentos agrícolas, organismos públicos e privados, instituições sem fins lucrativos e agentes autônomos (pessoa física). (BRASIL, 2013)

- h. Endereço + Complemento – nome da rua, número e complemento que o cliente está localizado;
- i. Bairro – bairro no qual o cliente está localizado;
- j. Município – município em que o cliente está localizado;
- k. CEP – CEP em que o cliente está localizado
- l. Georreferenciamento - as coordenadas (latitude e longitude) do cliente;
- m. Registro de corte – todos os registros de suspensão no fornecimento de energia elétrica pelo motivo dívida ou solicitação do cliente.

- n. Registro de religa – todos os registros de religação no fornecimento de energia elétrica pelo motivo de negociação da dívida ou solicitação do cliente;
- o. Motivo do corte – a pedido do cliente ou por dívida;
- p. Motivo da religa – a pedido do cliente ou por negociação da dívida;
- q. Dívida – valor monetário (R\$) referente à dívida do cliente;
- r. Marca e modelo do medidor – instrumento de medição da energia elétrica instalado pela distribuidora no cliente;
- s. Data de instalação do medidor – a data quando o equipamento foi instalado no cliente;
- t. Data de retirada do medidor – a data quando o equipamento foi retirado no cliente;
- u. Motivo da retirada do medidor – a retirada do equipamento ocorre por defeito técnico, atualização tecnológica no parque (retirada dos equipamentos obsoletos) ou encerramento do contrato de fornecimento a pedido do cliente;
- v. Tipo de cliente – grupo A “[...] Alta Tensão (Subgrupos A1, A2 e A3), Média Tensão (Subgrupos A3a e A4), e de sistemas subterrâneos (Subgrupo AS).”(BRASIL, 2020) ou Grupo B “[...] Baixa Tensão, das Classes Residencial (Subgrupo B1), Rural (B2), Demais Classes (B3) e Iluminação Pública (B4).” (BRASIL, 2020);
- w. Histórico de Notas de Serviços – todas as intervenções que foram realizadas pela empresa no cliente com a finalidade de manutenção ou atendimento de emergência;
- x. Histórico de inspeções – todas as inspeções de fiscalização que foram realizadas pela empresa no cliente com seus respectivos resultados;
- y. Histórico de consumo ativo / energia ativa – consumo de energia elétrica (kWh) mês a mês do cliente;

Com isso, a parceria junto à distribuidora é algo estratégico para o desenvolvimento desse projeto: com esse relacionamento, pode-se extrair tais dados de forma segura e confiável. Além disso, assim, atende-se aos requisitos da LGPD (lei nº13.709).

## 5.2 Dados Públicos

No Brasil, o Governo Federal criou o site [dados.gov.br](http://dados.gov.br) com objetivo de concentrar em um único local diversos *datasets* disponíveis para sociedade. Esse repositório possibilita que o país esteja no caminho certo na construção de uma imagem de nação transparente. Com isso, qualquer indivíduo com o mínimo de conhecimento no tratamento de dados poderá explorar essas informações e, assim, gerar esclarecimentos sobre diversos temas, inclusive no combate às PNTs no Setor Elétrico.

Um dos principais geradores de informações no Brasil é o IBGE, que possui a característica de confeccionar dados estratégicos no âmbito econômico, como por exemplo, o nível de inflação do IPCA, PIB acumulado, taxa desemprego, dentre outros. A notável tarefa consiste no “retratar o Brasil com informações necessárias ao conhecimento de sua realidade e ao exercício da cidadania” (BITTENCOURT, 2005, p.10) e, além disso, a consolidação de pesquisas censitárias na população brasileira, conhecido como Censo, o qual é realizado a cada 10 anos. Em função da pandemia do Covid-19 e da falta de previsão orçamentária do governo federal, o levantamento nacional foi adiado novamente para 2022 (GONÇALVES, 2021). Com isso, os dados disponíveis são referentes ao censo 2010. Isso não descredibiliza as riquezas contidas nas informações, pois os dados são separados por município, apoiando numa conclusão mais confiável; é, porém, fundamental um senso crítico calibrado, devido à defasagem entre o cenário atual com o período de 11 anos atrás, quando foi realizada tal pesquisa.

No Censo/IBGE 2010 existem variáveis socioeconômicas que podem atribuir um grau de relação com evento de PNT. Dessa forma, é interessante estudar os principais fatores com objetivo de determinar as relações entre eles. Sendo assim, os notáveis elementos (BRASIL, 2010):

1. A quantidade de moradores por dormitório;
2. A renda média por habitante
3. Nível de escolaridade;
4. Taxa de analfabetismo;
5. Percentual de pessoas abaixo da linha da pobreza;
6. Percentual de domicílios urbanos com coleta de lixo;
7. Percentual de domicílios com água encanada;
8. Percentual de domicílios com tratamento de esgoto;

## 9. IDH.

Além do IBGE, existe outra plataforma voltada exclusivamente para os dados de segurança pública no Brasil, com abertura por estado e município, conhecido como Sinesp. Nesse ambiente, as variáveis que serão estudadas são:

1. Taxa de roubo de veículos;
2. Taxa de homicídio doloso;
3. Taxa de lesão corporal seguida de morte;
4. Taxa de roubo de carga;
5. Taxa de roubo seguido de morte.

No cenário Rio de Janeiro, o principal *open data* é o *site* Data.rio que reúne um acervo sobre mapas, estudos e informações estatísticas sobre a cidade do Rio de Janeiro. Dessa forma, possibilita-se uma visão no detalhe sobre as características dos bairros em diversos temas como:

1. Detalhamento da população em faixa etária;
2. Detalhamento da população por sexo;
3. Nível de alfabetização da população;
4. IDS;
5. A taxa de Mortalidade;
6. Setores econômicos ativos nos bairros;
7. Quantidade de postos de trabalho por atividade econômica;
8. Total de domicílios;
9. Tipo de domicílios;
10. Condição de ocupação;
11. Quantidade de favelas com sua respectiva população total.

### 5.3 Coleta de Imagens

O avanço de novas tecnologias está permitindo a utilização do sensoriamento remoto proveniente dos satélites em diversas linhas de pesquisa. Além disso, a obtenção dessas imagens a distância está se aproximando ao nível detalhamento e qualidade das fotografias aéreas, sendo aplicadas, assim, aos estudos envolvendo a agricultura, meteorologia, desmatamento, dentre outros. “Os satélites possuem um mecanismo de *scanner* similar para aquisição de imagens, normalmente formado por vários sensores com capacidade de produção de imagens de alta resolução” (SANTOS, 2018) . Com isso, existem diversas imagens disponíveis que variam de



acordo com a quantidade de pixels e proporcionam diversos estudos. Porém, é necessária a compreensão dos elementos de interpretação de imagem. Os elementos e suas respectivas descrições são apresentados no quadro 1.

**Quadro 1:** Elementos de Interpretação por Características

Elementos de interpretação	Características
Tonalidade	Utilizada para interpretar imagens em preto e branco, representadas por diferentes tonalidades, ou tons de cinza.
Cor	Elemento usado na interpretação de fotografias ou imagens coloridas. Destaca-se a maior facilidade em interpretar imagens coloridas, porque o olho humano distingue cem vezes mais cores do que tons de cinza.
Textura	Refere-se ao aspecto liso ou rugoso dos objetos em uma imagem. Contém informações quanto às variações de tons ou níveis de cinza/cor de uma imagem.
Tamanho	É uma função da escala da fotografia ou imagem, relativo aos objetos na imagem. É um elemento importante na identificação de objetos.
Forma	Elemento tão importante, que alguns objetos, feições ou superfícies são identificados apenas com base nesse elemento. De modo geral, formas irregulares são indicadoras de objetos naturais, enquanto formas regulares indicam objetos artificiais ou culturais, construídos pelo homem.
Sombra	Permite obter informações estimadas sobre a altura dos objetos em imagens bidimensionais. Por outro lado, a sombra de objetos representada em uma imagem pode ocultar a visualização dos objetos por ela encobertos.
Altura	Permite obter informações sobre a altura dos objetos em fotografias ou imagens em 3D.
Padrão	Ajuda na identificação de objetos, uma vez que ele se refere ao arranjo espacial ou à organização desses objetos em uma superfície.
Localização	A localização de um objeto ajuda na sua identificação. As áreas urbanas, por exemplo, podem ser identificadas por sua proximidade de rodovias, rios e litorais.

Fonte: FLORENZANO (2002).

Atualmente existem dois programas específicos que fornecem imagens de forma gratuita e com ótima qualidade: o Sentinel 2, produzido pela Agência Espacial Europeia (ESA); e o Landsat, pela Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA).

**Quadro 2:** Algumas características entre Landsat-8 e Sentinel-2:

<b>Características</b>	<b>Landsat-8</b>	<b>Sentinel-2</b>
Número de Bandas	8 (OLI) 2 (TIRS)	13 (MSI)
Resolução Radiométrica	16 bits	12 bits
Resolução Temporal	16 dias	5 dias
Banda do Azul (B)	B2 (0,45–0,51 $\mu\text{m}$ ) 30m	B2 (0,46–0,52 $\mu\text{m}$ ) 10m
Banda do Verde (G)	B3 (0,53–0,59 $\mu\text{m}$ ) 30m	B3 (0,54–0,58 $\mu\text{m}$ ) 10m
Banda do Vermelho (R)	B4 (0,64–0,67 $\mu\text{m}$ ) 30m	B4 (0,65–0,68 $\mu\text{m}$ ) 10m
Banda Infravermelho próximo (NIR)	B5 (0,85–0,88 $\mu\text{m}$ ) 30m	B8 (0,78–0,90 $\mu\text{m}$ ) 10m

Fonte: BEZERRA (2019)

Além dos satélites, o sensoriamento remoto através de VANTS, também conhecido como DRONES, está se tornando peça-chave na análise de agriculturas de precisão, gerando, assim, informações estratégicas para aperfeiçoamento na produção agrícola. (ANDRADE, 2016).

Os VANTS são equipados com câmeras acopladas de alta resolução que possibilitam a captura de imagem com elevado nível de detalhamento e, inclusive, automatização de suas tarefas. Dessa forma, dependendo do nível de complexidade no estudo, o VANT poderá apresentar uma melhor otimização computacional em comparação às imagens provenientes dos satélites (SANTOS *et al*, 2018).

Dessa forma, o objetivo desse estudo é identificar elementos nas imagens aéreas (satélites e/ou VANTS) que se pode ou não enxergar através dos modelos computacionais. Ao identificar essas características, são definidos os níveis de relações que impactam ou não no aumento das PNTs que será detalhado ao longo desse trabalho.

## 6 TRATAMENTO NOS DADOS

No capítulo anterior, foram abordados os principais dados necessários para a materialização desse projeto e essas informações estão alocadas em diversos repositórios. Com isso, é necessário o desenvolvimento de um processo de coleta, armazenamento e limpeza nos dados.

### 6.1 Coleta de Dados

O desafio inicial consiste na seleção de dados em diferentes locais que serão utilizados no processo de mineração de dados. Além disso, também é importante identificar todas as possíveis limitações tecnológicas e dificuldades nesse processo, no sentido de limitar os períodos de coleta e, com isso, não inviabilizar a solução. Em outras palavras, coletar apenas as informações que serão utilizadas na análise, com período histórico aceitável. Outro ponto chave é a segurança, a privacidade dos clientes envolvidos e a ética das análises.

### 6.2 Armazenamento

Os dados envolvidos são complexos, expressivos na capacidade de aumento e na variedade entre os dados estruturados, não estruturados e semiestruturados. Dessa forma, os dados envolvidos nesse projeto são *Big Data* e um banco de dados relacional não possibilita armazenar essa volumetria de informação. Sendo assim, faz-se necessário um ambiente com escalabilidade linear e de baixo custo em comparação aos bancos de dados relacionais. Além disso, é crucial contar com um processamento poderoso, devido às análises algorítmicas que serão processadas nesse ambiente. Logo, a melhor solução está na utilização do *Data Lake*, que é um repositório com a capacidade de armazenar uma grande volumetria de dados, sendo estruturados ou não. Além disso, os elementos são armazenados em sua forma original, podem diretamente buscar correlações devido ao alto nível de velocidade e à capacidade de desenvolver análises avançadas, algo em que o *Data warehouse* é limitado. Munshi *et al* (2018) apresentaram um sistema de coleta e armazenamento de dados em nuvem com a capacidade de coletar uma variedade de informações oriundas de medidores inteligentes, dados de imagens e vídeos, com isso, tornando possível o processo de mineração de dados.

### 6.3 Limpeza

Um algoritmo, ao processar um dado errôneo, produz um resultado que não expressará uma realidade e poderá comprometer todo o projeto. Por isso, é fundamental a compreensão dos dados coletados e a aplicação de métodos de higienização com objetivo de identificar incoerências ou valores fora do intervalo esperado (*outliers*) nos valores adquiridos. Sendo assim, a limpeza nos dados é algo imprescindível com objetivo de assegurar que as análises serão realizadas somente com dados válidos (DOMINGUES *et al*, 2020).

## 7 MINERAÇÃO DE DADOS

A Mineração de Dados (*data mining*) é um procedimento técnico com objetivo de obtenção de conhecimento através de um conjunto de dados. Com essa técnica, é possível identificar os padrões mais frequentes, as propriedades dos dados, agrupamento de objetos e suas respectivas classificações. Segundo Rezende *et al.* (2003), descobrir conhecimento em base de dados é um campo de pesquisa em ascensão, e cujo desenvolvimento tem sido dirigido ao benefício de necessidades práticas, sociais, econômicas, entre outras. Com base nessa justificativa, o conhecimento gerado através das bases de dados poderia ser utilizado na garantia de melhores tomadas de decisões.

O processo de Mineração de Dados consiste na aplicação de diversas teorias, métodos e algoritmos, sendo os principais a estatística, a inteligência artificial, o aprendizado de máquina, o reconhecimento de padrões e o sistema de informação; todos empregados em conjunto ou individualmente nas mais complexas bases de dados. Ressalte-se que o objetivo é identificar padrões e tendências para o suporte à tomada de decisão. (SILVA, 2005 *apud* MINUSSI, 2008, p.22).

Segundo Medeiros *et al.* (2013) a Mineração de Dados é um dos fundamentos usados para a obtenção de respostas, a partir de bases com grande volume de dados, que apoiem na decisão. A Mineração de Dados é um processo de descoberta de informações úteis para evoluir nas tomadas de decisões, ocorrendo devido a combinação dos métodos citados de análise de dados e sofisticados algoritmos com capacidade de processar grandes volumes de dados armazenados em expressivos repositórios de dados, no caso desse trabalho, *Data Lake*.

No cenário de combate às PNTs existem algumas pesquisas que visam a minimização desse problema com a utilização da mineração de dados. No estudo

desenvolvido por Cometti (2005), foi proposto o desenvolvimento algoritmos inteligentes, usando técnicas de mineração de dados e sistemas baseados em conhecimento. A proposta teve sucesso, dobrando o retorno dos indicadores de assertividade na identificação das PNTs.

Por sua vez, Guerrero *et al.* (2010) utilizaram algumas informações que não são normalmente tratadas nas distribuidoras de energia elétrica, mas foram testadas na mineração de dados ao processar informações em campos não estruturados como observações de notas de serviços realizados pela empresa, as quais podem evitar falsos positivos na análise. Dos 300 clientes analisados, foram detectados 142 falsos positivos, gerando um índice de assertividade que foi o dobro do que seria se não houvesse tratamento.

No trabalho de Nizar *et al.* (2008) são apresentadas várias técnicas de Mineração de Dados com a finalidade de prever perfis de carga com consumo atípico. Com isso, os métodos aplicados incluíram criação de *cluster*, seleção de atributos e classificação. O primeiro passo foi a separação dos dados por classe econômica e nível de tensão. Em seguida, foram aplicados algoritmos de aglomeração com a finalidade de agrupar elementos semelhantes em relação ao perfil de consumo de energia elétrica. Dessa forma, foram desenvolvidas regras de aprendizagem para mapear as características de um cliente que apresentou um desvio considerável em relação ao seu respectivo *clustering*. As respostas geradas ajudavam o modelo a eleger determinado desvio como suspeito ou não.

## **8 APRENDIZADO DE MÁQUINAS**

Segundo Ferreira (2008), as técnicas de aprendizado de máquina (*machine learning*) são algoritmos aplicados a problemas complexos, não sendo possível determinar todas as alternativas para solução. A diferença entre um algoritmo determinístico e um algoritmos de aprendizado de máquina é que, no primeiro recurso o programador sabe exatamente quais são as operações necessárias para obter a resposta desejada. Já no outro algoritmo, normalmente não se sabe antecipadamente qual será a saída, e, além disso, não é possível determinar quais operações serão realizadas com objetivo de resolver o problema.

As principais técnicas de aprendizado de máquinas são as Redes Neurais Artificiais (RNAs), árvore decisão, SVM (*Support Vector Machine*) e Algoritmos Genéticos. Com essas possibilidades, é fundamental testar cada um desses

recursos computacionais e compará-los com os resultados obtidos. Nesse caso, o objetivo é identificar os clientes com PNTs.

A ideia desse projeto consiste em que o modelo de aprendizagem supervisionada tenha a capacidade de realizar reconhecimento de objetos nas imagens de satélites e/ou VANTs que influenciam no comportamento de consumo. Em outras palavras, o modelo processará imagens aéreas com objetivo na identificação de placas solares de geração fotovoltaica ou de aquecedores solares que provocam a redução de consumo de energia elétrica demandado a distribuidora. Com essa redução de consumo, naturalmente esses clientes passariam a apresentar um comportamento suspeito devido ao perfil carga existente na região (comparação com os vizinhos). Porém, a redução de consumo é justificável e, sem o processamento de imagens, esses clientes seriam vistoriados pelas distribuidoras, com grande probabilidade de um falso positivo, gerando, desta forma, um prejuízo financeiro ao vistoriar um cliente que não apresenta nenhuma irregularidade.

Nesse sentido, a proposta tem como foco a melhoria no índice de assertividade ao eleger determinado cliente como suspeito, para que o recurso financeiro destinado às operações de combate às perdas por parte da distribuidora seja, de fato, efetivo, e, com isso, diminuir o indicador de PNT, ao atuar nos clientes que estão furtando e/ou fraudando energia elétrica.

Portanto, os clientes que forem mapeados como suspeitos pela Mineração de Dados serão submetidos às técnicas de aprendizagem de máquina ao se identificar alguns elementos que possam justificar o afundamento no consumo de energia elétrica, e, com isso, tornar o cliente não suspeito, evitando, assim, um falso positivo. Entretanto, nas situações em que não forem identificadas quaisquer característica nas imagens, esses clientes passam a ter um grande potencial de verdadeiro positivo. Em outras palavras, o modelo terá a capacidade de enviar para inspeção apenas os clientes que não apresentaram nenhuma justificativa para o desvio de consumo.

## **9 CONCLUSÃO**

### **9.1 Considerações Finais**

O objetivo deste projeto é apresentar uma proposta de modelo que seja capaz de identificar os clientes fraudadores de energia elétrica e, com isso, reportar à distribuidora em qual cliente a mesma deve direcionar esforços através de

vistorias. Sendo assim, assegura-se um elevado grau de assertividade. O projeto tem como viés estudar as correlações entre os dados abertos e não abertos oriundos das concessionárias de energia elétrica, além de analisar as imagens aéreas com intenção de assegurar os melhores alvos eleitos pelo modelo para inspeção.

Durante a revisão da literatura, ficou notória a presença de várias pesquisas acadêmicas versando sobre a utilização de inteligência computacional na identificação de fraudadores de energia elétrica. Com isso, a iniciativa desse trabalho é absorver o conhecimento difundido na academia, as experiências dos profissionais envolvidos na área de combates às perdas de cada distribuidora e a visão da sociedade. Com esses pilares, será construída uma solução robusta, contendo as lições aprendidas de cada iniciativa já realizada no combate às PNTs. Contudo, incorporar-se-á nessa solução o processamento de imagens para definir a tomada decisão nos melhores alvos para vistoria.

Por fim, vale destacar os benefícios que essa solução trará para a sociedade como todo: em um primeiro momento, será assegurada a saúde financeira das concessionárias de energia elétrica ao se diminuir os custos operacionais de visitas improdutivas em clientes com resultado de falso positivo, identificando os verdadeiros fraudadores e, com isso, recuperando a energia não faturada. Dessa forma, essa energia será faturada, gerando um aumento na arrecadação de impostos por parte do governo e revertendo-se em ações para a sociedade. Outro ponto importante é que, ao diminuir as PNTs, o reflexo será sentido por todos na redução da tarifa de energia elétrica que é definido pela Aneel. Além disso, no que tange à sustentabilidade, minimiza-se o desperdício de energia elétrica ao punir os fraudadores que não possuem essa visão de consumo consciente e sustentável.

## **9.2 Trabalhos Futuros**

O furto e/ou fraude de energia elétrica é um problema sério presente em todas as distribuidoras de energia elétrica no Brasil; um crime pelo qual toda a sociedade paga. Nesse contexto, o objetivo dos autores é continuar essa linha de pesquisa para materializar essa solução, com o objetivo de ser utilizado por qualquer distribuidora e proporcionar ganhos satisfatórios para toda a sociedade brasileira.

## 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, R. O. **Drones sobre o campo. Avanços tecnológicos ampliam as possibilidades do uso de aeronaves não tripuladas na agricultura.** São Paulo, SP, 2016. Disponível em: < [http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2016/01/074-077\\_Drones\\_239.pdf](http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2016/01/074-077_Drones_239.pdf) >. Acesso em: 20 mai. 2021.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Perdas de Energia Elétrica na Distribuição.** Ed. 01/2020. Brasília: 2020. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/documents/654800/18766993/Relat%C3%B3rio+Perdas+de+Energia+2019.pdf/6cb0bf36-4074-bbc3-d15d-ed370f44b34b>>. Acessado em: 03 de fevereiro de 2021.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST.** Brasília: 2018. Disponível em: <[https://www.aneel.gov.br/documents/656827/14866914/M%C3%B3dulo1\\_Revis%C3%A3o10/f6c63d9a-62e9-af35-591e-5fb020b84c13](https://www.aneel.gov.br/documents/656827/14866914/M%C3%B3dulo1_Revis%C3%A3o10/f6c63d9a-62e9-af35-591e-5fb020b84c13)>. Acessado em: 23 de julho de 2021.

BEZERRA, U. A.; OLIVEIRA, L. M. M.; CANDEIAS, A. L. B.; SILVA, B. B.; LEITE, A. C. L. D. S.; SILVA, L. T. M. D. S. **Comparativo do Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI) entre os Sensores OLI-Satélite Landsat-8 e MSI-Satélite Sentinel-2 em Região Semiárida.** In: Anuário do Instituto de Geociências, v. 41, n. 3, p. 167-177, 2019

BITTENCOURT, N. **Uso de Bancos de Dados Oficiais.** In: Trabalho apresentado na Primeira Escola de Inverno da FGV-EAESP. São Paulo, 2005.

BRASIL. **Receita Federal Ministério da Economia.** 2013. Disponível em < <https://receita.economia.gov.br/orientacao/tributaria/cadastros/cadastro-nacional-de-pessoas-juridicas-cnpj/classificacao-nacional-de-atividades-economicas-2013-cnae/apresentacao> > Acessado em: 10 Jun. 2021.

BRASIL. **Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL.** 2020. Disponível em <[https://www.aneel.gov.br/tarifas-consumidores/-/asset\\_publisher/zNaRBjCLDgbE/content/modalidade/654800?inheritRedirect=false](https://www.aneel.gov.br/tarifas-consumidores/-/asset_publisher/zNaRBjCLDgbE/content/modalidade/654800?inheritRedirect=false)> Acessado em: 25 Jun. 2021.

BRASIL. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.** 2010. Disponível em < <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html> > Acessado em: 28 abr. 2021.



CASTRO, N. ; DANTAS, G.; VARDIERO, P. **O Agravamento do Furto de Energia Elétrica e a Necessidade de Aprimorar o Marco Regulatório do Setor Elétrico**. In: *Agência Canal Energia*, Rio de Janeiro. Maio, 2018. Disponível em: <[http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/14\\_Artigo%20Canal%20Energia%20-%20Furto%20de%20energia.pdf](http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/14_Artigo%20Canal%20Energia%20-%20Furto%20de%20energia.pdf)>. Acessado em: 18 de janeiro de 2021.

COMETTI, E. S.; VAREJAO, F. M. **Melhoramento da Identificação das Perdas Comerciais Através da Análise Computacional Inteligente do Perfil de Consumo e dos dados Cadastrais de Consumidores**. In: Relatório Final do Projeto de P&D, ciclos 2003/2004, Escelsa/Aneel, 2005.

COSTA, L. S. **Big Data Estratégico: Um Framework para Gestão Sistêmica do Ecossistema Big Data**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2016. Disponível em: <<https://www.crie.ufrj.br/assets/Centro-de-estudos/lucianasodrecosta-bigdataestrategico.pdf>>. Acessado em: 27 de setembro de 2021.

COUTINHO, T. **A importância do tripé da sustentabilidade empresarial**. In: *Voitto*, abr. 2020. Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/tripe-da-sustentabilidade>>. Acessado em: 16 de julho de 2021.

DALAZEN, M. L. ; PAZETTI, C. F.; FREITAS, V. A. L. **Ações Mitigadoras e Compensatórias dos Impactos Ambientais nas Fases de Implantação e Operação de Parque Ambiental: um Estudo De Caso**. In: 2º CONGRESSO SUL-AMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE, 2019, Foz do Iguaçu/Paraná. *Anais - Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade*, Foz do Iguaçu/PR: Ibeas, 2019. p.1-7. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2019/XV-085.pdf>>. Acessado em: 17 de julho de 2021.

DOMINGUES, A. C. S. A.; SILVA, F. A.; SANTOS, J. A.; SOUZA, R. P. P. M.; COIMBRA, G. T. P.; LOUREIRO, A. A. F. **Dados geoespaciais: Conceitos e técnicas para coleta, armazenamento, tratamento e visualização**. In: Sociedade Brasileira de Computação, 2020.

**“Empresários são presos por furto de energia no nordeste do Pará”**. In: *G1*, jan. 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pa/para/noticia/2021/01/29/empresarios-sao-presos-por-furto-de-energia-no-nordeste-do-para.ghtml>>. Acessado em: 01 de agosto de 2021.

ESTADÃO. **Você sabia que a história do Malandro Carioca, um dos principais personagens do Carnaval começou com Machado de Assis?**. In: *Estadão*, fev. 2017. Disponível em: <<https://economia.estadao.com.br/noticias/releases-ae,voce->

sabia-que-a-historia-do-malandro-carioca-um-dos-principais-personagens-do-carnaval-comecou-com-machado-de-assis,70001677210>. Acessado em: 30 de julho de 2021.

FERREIRA, H. M. **Uso de ferramentas de aprendizado de máquina para prospecção de perdas comerciais em distribuição de energia elétrica**. 2008. 89.f. Dissertação de mestrado. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

GONÇALVES, E. **Cinco prejuízos que o adiamento do Censo pode causar ao Brasil**. 2021. Disponível em < <https://veja.abril.com.br/blog/maquiavel/cinco-prejuizos-que-o-adiamento-do-censo-pode-causar-ao-brasil/>> Acessado em: 08 Jul. 2021.

GUERRERO, J. I.; LEON, C.; BISCARRI, F.; MONDENERO, I.; BISCARRI, J.; MILLAN, R., **Increasing the Efficiency in Non-Technical Losses Detection in Utility Companies**, In: 15th IEEE Mediterranean Electrotechnical Conference - MELECON 2010, p. 136-141, 2010.

HUBACK, V. B. S. **Medidas ao Combate a Perdas Elétricas Não Técnicas em Áreas com Severas Restrições à Operação de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica**. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético). Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2018. Disponível em: <[http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/12\\_huback1.pdf](http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/12_huback1.pdf)>. Acessado em: 18 de junho de 2021.

INICIATIVA VERDE. **Calculadora de CO2**. Disponível em: <<https://www.iniciativaverde.org.br/calculadora>>. Acessado em: 20 de janeiro de 2021.

INSTITUTO ACENDE BRASIL. **Perdas Comerciais e Inadimplência no Setor Elétrico**. White Paper 18, São Paulo: 2017, 40 p. Disponível em: <[https://acendebrasil.com.br/wp-content/uploads/2020/04/2017\\_WhitePaperAcendeBrasil\\_18\\_PerdasInadimplencias.pdf](https://acendebrasil.com.br/wp-content/uploads/2020/04/2017_WhitePaperAcendeBrasil_18_PerdasInadimplencias.pdf)>. Acessado em: 05 de fevereiro de 2021.

LIGHT. **Relatório Anual 2019**. Rio de Janeiro: 2019. Disponível em: <<https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/50b51302-4c48-4351-b296-bfcbe65fd70a/ed018fb9-5f9b-522f-2dda-b114b996fe00?origin=2>>. Acessado em: 19 de janeiro de 2021.

“**Light flagra furto de energia em casas de condomínio de luxo no Rio**”. In: *G1*, out. 2017. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/light-flagra-furto-de-energia-em-casas-de-condominio-em-vargem-grande.ghtml>>. Acessado em: 01 de agosto de 2021.

MEDEIROS, A. L.; REIS, R. P.; MONTEVECHI, J. A. B., **PERDAS COMERCIAIS DE ENERGIA: SELEÇÃO E VALIDAÇÃO DE VARIÁVEIS USANDO DATA MINING**. In: *P&D em Engenharia de Produção*, v. 11, n.1, p. 43-57,2013.

MINUSSI, M. M. **Metodologia de mineração de dados para detecção de desvio de comportamento do uso de energia em concessionária de energia elétrica**. 2008. 124.f. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

MUNSHI, A. A.; MOHAMED, Y. A. I. **Data lake lambda architecture for smart grids big data analytics**. In: *IEEE Access*, v. 6, p. 40463-40471, 2018.

NIZAR, A. H.; DONG, Z. Y.; ZHANG, P., **Detection rules for non technical losses analysis in power utilities**. In: 2008 IEEE Power and Energy Society General Meeting-Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century. IEEE, 2008. p. 1-8, 2008.

“**Polícia Civil realiza operação contra furto de energia elétrica na Baixada**”. In: *O Dia*, maio, 2021. Disponível em: <<https://odia.ig.com.br/rio-de-janeiro/2021/05/6145398-policia-civil-realiza-operacao-contra-furto-de-energia-eletrica-na-baixada.html>>. Acessado em: 01 de agosto de 2021.

QUEVEDO, W. **'Gatos' de energia causaram prejuízo de R\$ 58 milhões em MT em 2020**. In: *G1*, fev. 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/mt/mato-grosso/noticia/2021/02/05/gatos-de-energia-causaram-prejuizo-de-r-58-milhoes-em-mt-em-2020.ghtml>>. Acessado em: 25 de julho de 2021.

REZENDE, S. O.; PUGLIESE, J. B.; MELANDA, E. A.; PAULA, M. F. Mineração de dados. In: REZENDE, S. O. (ed.) **Sistemas inteligentes – fundamentos e aplicações**. Barueri: Editora Manole, 2003. Cap.12. p.307-335.

RIBEIRO, G.; ZUAZO, P. **Furto de Energia Bate Recorde em Ano de Pandemia**. In: *O Globo*, jun. 2021. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/rio/furto-de-energia-no-rio-bate-recorde-em-ano-de-pandemia-1-25059980>>. Acessado em: 14 de junho de 2021.

RIBEIRO, V. **Brasil enfrenta a pior crise hídrica em 91 anos**. In: *Portal EBC*, set. 2021. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia->

nacional/economia/audio/2021-09/brasil-enfrenta-pior-cri-se-hidrica-em-91-anos>. Acessado em: 26 de setembro de 2021.

SANTOS, O. L.; PADOLFI, A. S.; RAMALDES, G. P. **Análise de índice de vegetação através de imagens obtidas por VANT**. In: Revista Científica FAESA, v. 14, n. 1, p. 145-165, 2018.

SANTOS, P. S.; LOPES, J. C. J. **Análise dos Fatores que Induzem o Consumidor de Energia Elétrica a Utilizar-se de Ligações Clandestinas e Fraudulentas**. In: XVII ENGEMA - ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 2015, São Paulo. *Anais*, São Paulo: 2015, p.1-16. Disponível em: <<http://engemausp.submissao.com.br/17/anais/arquivos/404.pdf>>. Acessado em: 20 de janeiro de 2021.

SANTOS, P. V. **Metodologia para Análise de Imagens de Baixa Resolução, para Definição de MUB (Mapa Urbano Básico) para Apoio às Concessionárias de Distribuição**. Dissertação (Mestrado) — Instituto de Informática, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil, 2018.

SÃO PAULO. **ICMS: saiba o que é feito a partir dos recursos arrecadados**. In: *Portal saopaulo.sp.gov.br*, set. 2016. Disponível em: <<https://www.saopaulo.sp.gov.br/ultimas-noticias/icms-saiba-o-que-e-feito-a-partir-dos-recursos-arrecadados/>>. Acessado em: 25 de julho de 2021.

STIMA ENERGIA. **A energia elétrica é cara no Brasil?**. In: *Stima Energia*, 2020. Disponível em: <<https://stimaenergia.com.br/index.php/a-energia-eletrica-e-cara-no-brasil/>>. Acessado em: 25 de julho de 2021.

VIECELI, L. **Piora da crise hídrica impacta planos de empresas e ameaça economia até 2022**. In: *Folha de S.Paulo*, set. 2021. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2021/09/piora-da-cri-se-hidrica-impacta-planos-de-empresas-e-ameaca-economia-ate-2022.shtml>>. Acessado em: 26 de setembro de 2021.

YACCOUB, H. M. **Atirei o pau no “gato”: uma análise sobre consumo e furto de energia elétrica (dos “novos consumidores”) em um bairro popular de São Gonçalo - RJ**. Dissertação (Mestrado em Antropologia) - Instituto de Ciências Humanas e Filosofia, Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2010. Disponível em: <<http://ppgantropologia.sites.uff.br/wp-content/uploads/sites/16/2016/07/HILAINE-DE-MELO-YACCOUB.pdf>>. Acessado em: 19 de janeiro de 2021.

ZOOM. Disponível em: <<https://zoom.us/pt-pt/meetings.html>>. Acessado em: 25 de julho de 2021.

## **ANEXO I – QUESTIONÁRIO EM PROFUNDIDADE (ROTEIRO)**

- a) Qual o seu tempo de atuação no segmento de perdas?
- b) Qual atividade exercida? (e.g. Engenheiro, técnico, administrativo etc.)
- c) Em qual distribuidora você atua/já atuou?
- d) Quais as regiões (bairro) que apresentam as maiores agressividades?
- e) O que explicaria a diferença de comportamento entre os bairros com elevada e baixa agressividade?
- f) Quais segmentos de clientes apresentam as maiores agressividades na área de concessão (e.g. rural, industrial, residências de alto padrão, dentre outros)?
- g) Qual é o principal desafio no combate às perdas (e.g. ausência de profissionais qualificados, tecnologias, desafios sociais, dentre outros)?
- h) Qual é a percepção da sociedade perante as ações da empresa (e.g. hostilizar os profissionais da empresa)?
- i) Na sua opinião, qual a motivação de um determinado cliente para cometer o furto ou fraude? (e.g. fator cultural, indignação com a empresa, etc.)
- j) A atividade de combate às PNT pode ser encarada como “enxugar gelo”?
- k) Qual solução/ferramenta (analíticas) que hoje é eficaz e qual não foi interessante?
- l) Qual instrumento técnico é eficaz ao “blindar” a medição e qual outro apresenta vulnerabilidade?
- m) Pra finalizar, pensando na sua atividade no combate às perdas, se você tivesse poder de decisão, poder pra fazer o que você quisesse, o que você mudaria para que o seu resultado fosse melhor, mais eficiente?