



USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADO NA AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE REGULATÓRIA DOS ATIVOS DAS DISTRIBUIDORAS DE ENERGIA

Tema: Regulação, Comercialização e Economia

Autores: Nilton Cesar Aparecido Marciano

Co-Autores: Anderson Jose Marinho; Isabella de Paiva Gomes; Carlos Gaspar

Empresa: Companhia Paulista de Força e Luz

Resumo

No processo de gestão de ativos de uma distribuidora, equívocos no cadastro de materiais e serviços utilizados nas obras poderão gerar diferenças na contabilização das quantidades e dos valores dos ativos. A consequência disso, é a possibilidade de nem todo investimento realizado ser reconhecido pela ANEEL, o que no curto prazo afeta o resultado financeiro, e no longo prazo impacta negativamente o valor dos ativos. O uso da inteligência artificial (IA) na conformidade regulatória dos ativos de distribuição tem se mostrado uma abordagem eficaz e promissora para lidar com os desafios complexos desse setor. A conformidade regulatória é um aspecto crítico para empresas que operam em setores altamente regulados, como o setor de energia.

A aplicação da IA na conformidade regulatória tem vantagens significativas. Uma delas é a capacidade de processar grandes volumes de dados de forma rápida e precisa. Com algoritmos avançados, a IA pode analisar e extrair informações relevantes de várias bases de dados, identificando automaticamente possíveis inconformidades, economizando tempo e recursos, em comparação com a revisão manual, que pode ser demorada e propensa a erros.

Além disso, a IA pode auxiliar na detecção de padrões e anomalias que podem indicar inconsistências ou inconformidades regulatórias. Os modelos de IA podem ser treinados para reconhecer comportamentos incomuns ou transações incongruentes, sinalizando-as para uma revisão mais aprofundada pelos profissionais responsáveis pela conformidade. Isso contribui para um sistema mais eficiente de detecção de riscos e prevenção de conformidade regulatória.

Outro benefício da IA na conformidade regulatória é a capacidade de automatizar certas tarefas e processos. Isso inclui a geração de relatórios, monitoramento contínuo das alocações nos projetos e a aplicação consistente de regras e políticas. Além disso, a IA pode ajudar na adaptação a mudanças regulatórias, atualizando automaticamente os sistemas e processos conforme os novos regulamentos e requisitos entram em vigor.

No entanto, é importante ressaltar que a IA não substitui completamente o papel dos profissionais de conformidade. Ela atua como uma ferramenta complementar, fornecendo insights valiosos e agilizando processos, mas a tomada de decisão final ainda é responsabilidade dos especialistas humanos.

Em resumo, a aplicação da IA na conformidade regulatória de ativos de distribuição oferece vantagens significativas, como o processamento rápido e preciso de grandes volumes de dados, a detecção de padrões e de anomalias, e a automação de processos. Além de garantir que os investimentos das empresas estejam em conformidade com os princípios e as diretrizes regulatórias.

1. Introdução

Atualmente, uma gestão de ativos ineficiente pode acarretar diversos impactos regulatórios e financeiros para as distribuidoras de energia. O setor de distribuição de energia está sujeito a um conjunto complexo de regulamentações e normas estabelecidas pelas autoridades competentes. As distribuidoras são responsáveis por cumprir essas regras e garantir a conformidade com os requisitos regulatórios. No entanto, uma gestão de ativos deficiente pode levar a problemas de conformidade, como inconsistências nas alocações dos gastos, divergências de cadastros físicos e contábeis, falta de documentação adequada, relatórios imprecisos ou com insuficiência de informações. Tudo isso pode resultar em inconformidades com riscos de penalidades e não reconhecimento dos investimentos realizados.

Diante desse contexto, é fundamental que as distribuidoras de energia adotem práticas de gestão de ativos eficientes. Uma gestão robusta, baseada em processos bem definidos, sistemas adequados e uma abordagem proativa, pode ajudar a mitigar os riscos financeiros e regulatórios. Além disso, o uso de tecnologias avançadas, como a inteligência artificial e o aprendizado de máquina, pode trazer benefícios adicionais, como a detecção precoce de problemas e a tomada de decisões embasadas em informações mais precisas. A grande questão é como identificar os equívocos e suas causas raízes em um processo custoso e demorado que envolve um volume expressivo de dados que precisam ser analisados, com uma grande diversidade e variedade de materiais e serviços que podem ser a origem do problema, e ao esforço necessário para o desenvolvimento e manutenção de regras que garantem a qualidade da base de ativos nos diversos sistemas que suportam os processos.

Diante do exposto e buscando o aprimoramento dos processos de gestão de ativos, foi desenvolvido um sistema, visando a utilização da inteligência artificial como ferramenta para detecção de anomalias nas obras de uma empresa de Distribuição baseado em aprendizado de máquina (Figura 1 e 2), de forma a mitigar riscos de não conformidades e garantir 100% de reconhecimento dos investimentos realizados nas obras de distribuição.



Figura 1: Proposta de uso de inteligência artificial para avaliar a conformidade dos ativos de redes de distribuição

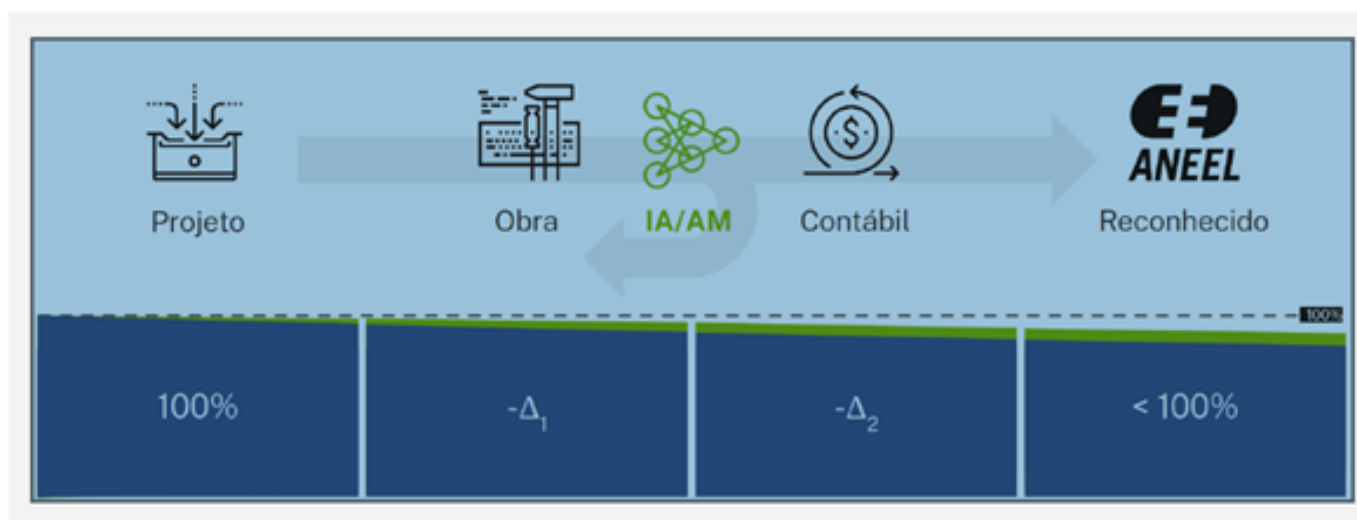


Figura 2: Proposta de uso de inteligência artificial para avaliar a conformidade dos dados das bases de ativos antes da contabilização.

O sistema desenvolvido demonstrou que é possível abordar o problema por meio da utilização da Inteligência Artificial (IA). Para isso, foi construído um modelo de detecção de anomalias baseado em aprendizado de máquina, onde processamos mais de 42 milhões de registros de materiais e serviços e transferimos tanto o conhecimento explícito (padrões técnicos) quanto o conhecimento tácito para uma máquina que, com auxílio das ferramentas de aprendizado de máquina (Figura 3), foi capaz de aprender como os materiais e serviços são utilizados nas obras de ampliação, expansão, melhoria e manutenção da Distribuidora, considerando tanto o aspecto quantitativo quanto o qualitativo das alocações nos projetos

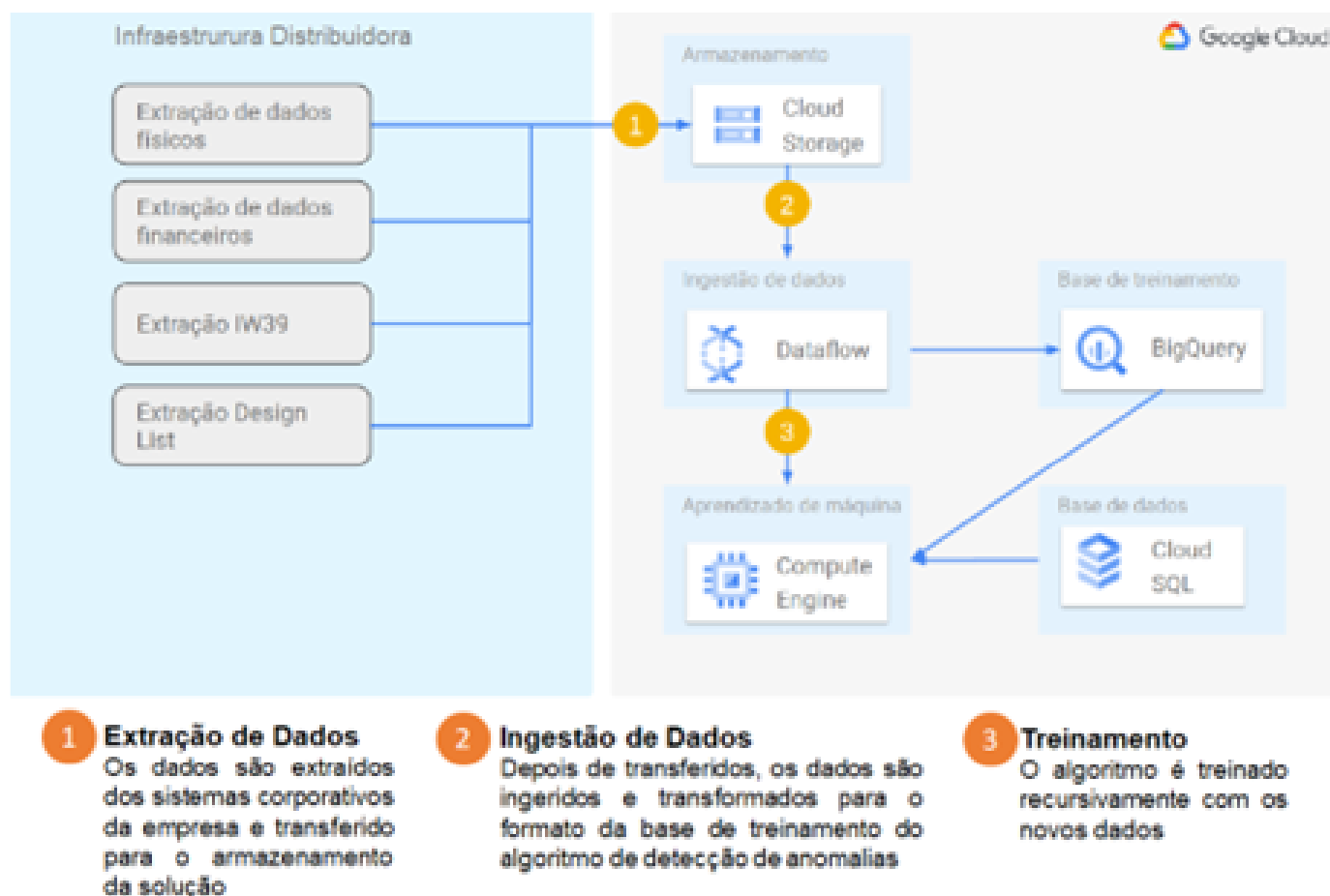


Figura 3: Módulo de Aprendizagem

Após o período de aprendizado, a máquina é capaz de analisar todos os materiais e serviços empregados em uma obra em questão de segundos, com grande acuracidade na qualidade preditiva das anomalias, classificando usos potencialmente incorretos de materiais e serviços com alta precisão e baixo percentual de indicações de falsos positivos e falsos negativos. Com o software construído, é possível analisar todos os projetos em suas diversas fases: Projeto, Execução e Fiscalização, possibilitando identificar em qual fase ocorreu o equívoco, possibilitando a antecipação de ações de correção antes mesmo do encerramento da obra, mitigando e reduzindo rapidamente o impacto das inconformidades para a distribuidora.

O uso de inteligência artificial endereça os problemas existentes e traz algumas vantagens:

1. Não é necessário mapear todos os padrões técnicos e todos os processos de gestão de ativos. A máquina pode aprender padrões de uso de materiais e serviços a partir das obras já executadas.
2. Podemos avaliar todas as obras executadas, e não somente uma amostra.
3. Os projetos podem ser validados em qualquer fase, desde a concepção do projeto, a execução até a sua fiscalização e medição final.
4. É possível avaliar o uso de todos os materiais, tanto os equipamentos principais quanto os componentes menores, bem como serviços realizados nas obras.
5. O detector de anomalias pode ser facilmente integrado aos sistemas corporativos, sem grandes alterações funcionais nos sistemas existentes, e sendo incorporado a processos já existentes.
6. A validação pode ser feita de forma online, para projetos com milhões de registros de materiais e serviços.

2. Desenvolvimento

O desenvolvimento do sistema ocorreu em 2024 após a realização de uma POC - Prova de Conceito executada entre 2021 e 2022 para validação do conceito.

Nesta etapa, foram analisados 17,6 milhões de registros de dados de materiais e serviços. Realizadas análises comparativas entre os materiais e serviços que foram incorporados como investimentos e os que foram utilizados em tempo de projeto, apontando divergências quantitativas e qualitativas como, por exemplo, diferentes unidades de medida. Essas análises permitem identificar equívocos sistemáticos que podem ser resolvidos com melhorias de processos e de sistemas.

O desenvolvimento da ferramenta sistêmica ocorreu entre janeiro e outubro de 2024 em fases distintas, sendo estas:

i. Fase 1 – Modelagem de Regras Determinísticas

Nesta fase, foram desenvolvidos modelos de monitoramento baseado em regras determinísticas, que realizam o tratamento das informações e comparação da quantidade de materiais entre físico e projeto; possibilitando estabelecer a conformidade por projeto, por ponto de trabalho, e de associações de materiais, além disso, foram disponibilizados dashboards operacionais e gerenciais que possibilitam o acompanhamento online da situação das obras

ii. Fase 2 - Marcação de anomalias

De posse de uma base mais aderente, iniciou-se a classificação do uso de materiais e serviços como normais e anômalos na base de dados histórica de projetos para a criação da base de treinamento da inteligência artificial. Para evitar vieses, a marcação foi feita com o uso de ferramentas estatísticas e do conhecimento empírico sobre os padrões de construção. A intenção foi verificar se a máquina seria capaz de encontrar anomalias conhecidas pelos profissionais sem uma marcação viciada em casos mais comuns.

iii. Fase 3 - Treinamento da IA

Desenvolvimento de cerca de 20 modelos de aprendizado de máquina, utilizando diferentes visões da base de dados de projetos (agregação por projeto, por ponto/vão, Tipo de projetos, Equipamento Principal, entre outras). Validação da qualidade preditiva de cada modelo para seleção do melhor modelo a ser usado; ajuste de parâmetros do modelo escolhido, com validação cruzada e testes finais de qualidade.

iv. Fase 4 – Desenvolvimento do Produto

O desenvolvimento do sistema do produto, além de realizar o monitoramento tradicional da regulação, onde avalia-se os excessos de materiais e serviços, possibilitou a aplicação de conceito de conformidade justa, que avalia a aderência da alocação dos materiais e serviços ao que foi efetivamente utilizado nas obras, de acordo com os padrões técnicos de engenharia estabelecidos na Distribuidora. Sua utilização permite ainda, ampliar seu potencial para avaliação dos custos de maneira a otimizar a realização dos investimentos, além de prover para os profissionais envolvidos informações e relatórios visando auxiliar a gestão do processo, figura 4 - 6.

Situação	Status da Obra	Empresa	Ordem	Descrição	Tipo	TAM	Regional	Depósito	Valor Total Real (R\$)
<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>		<div></div>	<div></div>	Se <div></div>	Se <div></div>	
<div>Liberada</div>	<div>Concluída</div>	D009	1009335303	STC Portão Y130 Med. BT Desa.R	AODD	19	A21	Y130	929,16
<div>Bloqueada</div>	<div>Concluída</div>	D009	1009335302	STC Portão Y130 Med. BT Imob.R	AODI	19	A21	Y130	10.419,54
<div>Liberada</div>	<div>Concluída</div>	D009	1009335301	STC Portão Y130 Med. BT Desa.U	AODD	19	A21	Y130	2.403,19
<div>Bloqueada</div>	<div>Concluída</div>	D009	1009335300	STC Portão Y130 Med. BT Imob.U	AODI	19	A21	Y130	30.883,21

Figura 4: Relatório com a identificação do status das obras.

Home

AjudaOlá, ENCONSELI

Redes 10/2024 - Fase 1 - v1 - Ordem

Status da ordem:

Bloqueada

Concluída

Bloqueios:

2

Logs de pré-unificação e pré-baixa (RED22)

Ordem não possui UAR's Válidas (Valor de EQUI e/ou Qtde inválidos)

UAR Sem Realização (Quantidade Inválida (00050194 - Ponto: P2) - MAT POSTE AA CONCR CIRC 11 M 200 DAN

18

Comparativo da ZPLM0194 com a ZPLM0190 (RED8)

O UAR 50-000-032-843 - POSTE-CONC ARM-CIRC CON-11-200-NSEC-AT tem diferença de quantidade de 1 . O lançamento existe tanto no razão de obra quanto no design.

Alertas:

4

Comparativo da ZPLM0194 com a ZPLM0190 (RED8)

O serviço 3000428 - REINST.UM METRO FIOS OU CABOS COMUM-4.1 tem diferença de quantidade de -2 . O lançamento existe no design, mas não no razão de obra.

O serviço 3000480 - REINSTALAR ESTRUTURA SECUNDÁRIA-8.3 tem diferença de quantidade de -2 . O lançamento existe no design, mas não no razão de obra.

O serviço 3000492 - REINSTALAR RAMAL LIGAÇÃO COMPLETO-11.1 tem diferença de quantidade de -2 . O lançamento existe no design, mas não no razão de obra.

O serviço 3000503 - SUBSTITUIR POSTE, COM TRANSPORTE-13.1 tem diferença de quantidade de -1,570 . O lançamento existe no design, mas não no razão de obra.

O serviço 3000539 - SUBST. ESTRUT. PRIMÁRIA COMPACTA-15.1 tem diferença de quantidade de -1,750 . O lançamento existe no design, mas não no razão de obra.

O serviço 3000552 - REINST. 1 METRO CABO REDE COMPACTA-15.4 tem diferença de quantidade de -6 . O lançamento existe no design, mas não no razão de obra.

1

Salmon (IA)

Quantidade atípica do material UAR 50-000-032-843 no design 2211636

Figura 5: Relatório com a identificação de anomalias por projeto.

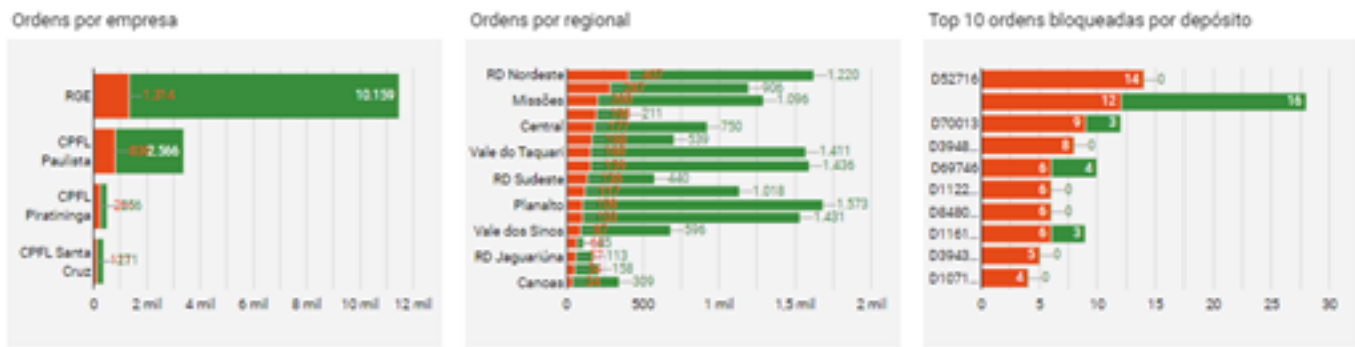


Figura 6: Dashboard Gestão Operacional

3. Conclusão

Com o sistema desenvolvido, foi possível validar a acuracidade da I.A. na detecção de anomalias de materiais e serviços utilizados nas obras de distribuição, contribuindo para a Gestão da Conformidade Regulatória dos Ativos, auxiliando, de maneira automatizada, na identificação de não conformidades que possam resultar no **reconhecimento parcial** do valor investido, dessa forma contribuindo para **maximizar o retorno** do investimento e **mitigar riscos** de penalidades.

Como resultados verificados, destacamos:

1. Não é necessário mapear os padrões técnicos utilizados pela empresa, pois a **máquina pode aprender os padrões construtivos**, como cada material e serviço é empregado nos diferentes tipos de projetos a partir das obras realizadas no passado.
2. **É possível analisar todas as obras em busca de inconformidades**, uma vez que a máquina aprendeu os padrões construtivos, analisar o uso dos materiais e serviços de uma obra é um processo instantâneo. Isso permite analisar todas as obras, e não somente uma amostra.
3. É possível avaliar o uso **de todos materiais e serviços de forma online** e, em *real time*, no caso de o sistema estar integrado aos softwares corporativos da empresa, com tempo de resposta do detector de anomalias na ordem de 1s. Isso possibilita otimizar os recursos, liberando-os para atuação nas melhorias de processos e análises estratégicas que irão trazer mais valor agregado para a empresa.
4. A base de dados para o treinamento da I.A. gera uma base analítica que pode ser facilmente utilizada para análises específicas, **visando otimização e maximização de investimentos**, por exemplo: Banco de preços materiais e serviços, módulos construtivos etc.,
5. A ferramenta pode ser facilmente **replicada para outras empresas**, além disso, com o treinamento adequado da I.A. também pode ser empregada na gestão de ativos de outros setores como o de **Linhas de Transmissão e Geração**.
6. Com o sistema, é possível implementar a **cultura da conformidade regulatória** nas áreas operacionais, uma vez que toda a documentação das regras de conformidades estão acessíveis dentro da plataforma, facilitando o entendimento e compreensão das inconsistências apresentadas por todos os envolvidos no processo.

Por fim, devido à complexidade e o volume de informações a serem tratadas envolvendo o processo de conformidade regulatória dos ativos de Distribuição, a utilização de ferramentas analíticas tornou-se uma tendência irreversível, sendo um requisito imprescindível devido ao volume de informações a serem tratadas, visando mitigar riscos e penalidades e garantir uma conformidade justa das obras, adicionalmente, a utilização de I.A trazer inúmeros benefícios de forma a agregar mais valor ao processo, tais como (figura 7):



Figura 7: Principais benefícios adicionados ao processo com uso da I.A.

4. Referências bibliográficas

- KINTOPP, Pablo Mezzon. Aplicação de técnicas de aprendizado de máquina em dados públicos para detecção de anomalias. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2017.
- Meira, Matheus Carvalho. Desenvolvimento de um sistema de tutoria inteligente e interativo baseada na metodologia PBL aplicado em ambiente virtual de aprendizagem / Matheus Carvalho Meira. – Campinas, SP : [s.n.], 2022.
- BRASÍLIA ANEEL: DESPACHO Nº 1.690, DE 28 DE JUNHO DE 2022. Manual de Contabilidade do Setor Elétrico – MCSE. Disponível em < https://git.aneel.gov.br/publico/centralconteudo/-/raw/main/manuais-ministrocoes/infoecofinanc/manual_Contabilidade_Setor_Eletrico_MCSE_2022_revisado.pdf > Acessado em 26/05/2023.
- BRASÍLIA ANEEL: ANEXO RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 674/2015, DE 11 DE AGOSTO DE 2015. MANUAL DE CONTROLE PATRIMONIAL DO SETOR ELÉTRICO – MCPSE. Disponível em < https://git.aneel.gov.br/publico/centralconteudo/-/raw/main/manuaisministrocoes/infoecofinanc/20220204_MCPSE_texto_definitivo_resol_674_2015.pdf.> Acessado em 26/05/2023.
- BRASÍLIA ANEEL: RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº 1.003, DE 1º DE FEVEREIRO DE 2022. PROCEDIMENTOS DE REGULAÇÃO TARIFÁRIA – PRORET – SUBMÓDULO 2.3. Disponível em <<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20221003.pdf> Acessado em 26/05/2023.

- Nascimento, Francisco Eduardo. - Mineração de dados para gestão de ativos de redes de distribuição de energia elétrica: um caso do Nordeste Brasileiro 2022. Dissertação Mestrado – Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá 2022.