

## CAPÍTULO 2

# ANÁLISE DOS INDICADORES DE CONTINUIDADE DO SERVIÇO DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA APÓS AÇÕES DE DESBASTE DA VEGETAÇÃO AO LONGO DE UM ALIMENTADOR

*Data de submissão: 22/01/2025*

*Data de aceite: 05/02/2025*

### **Adjefferson Custódio Gomes**

UESC – Universidade Estadual de Santa Cruz

### **Luís Ricardo Cândido Cortes**

FEELT – Universidade Federal de Uberlândia

### **Nayre Moema Freitas Rocha**

UESC – Universidade Estadual de Santa Cruz

### **Fabiano Rodrigues Soriano**

UESC – Universidade Estadual de Santa Cruz

### **Adi Neves Rocha**

UESC – Universidade Estadual de Santa Cruz

anos, possibilitou aos profissionais das Concessionárias, identificar que parte das interrupções que afetam os indicadores de qualidade é ocasionada por galhos em contato com a rede de distribuição e árvores que caem sobre os condutores, resultando em desligamentos não programados na rede. Diante dessa problemática, o presente trabalho tem como objetivo analisar os impactos diretos da limpeza das faixas de servidão e desbastes da vegetação em locais onde a incidência de interrupções no fornecimento de energia devido à vegetação é frequente.

**PALAVRAS-CHAVE:** ANEEL, Concessionária, Continuidade, Distribuição de Energia Elétrica, Qualidade da Energia Elétrica.

**RESUMO:** A qualidade do fornecimento de energia elétrica é um aspecto crucial para garantir a satisfação dos consumidores e atender às regulamentações impostas pela agência reguladora ANEEL. Neste sentido, a continuidade, tornou-se uma preocupação primordial, e indicadores como o DEC e o FEC, desempenham um papel fundamental na avaliação da continuidade do serviço. O *know how* adquirido ao longo dos

ANALYSIS OF THE CONTINUITY INDICATORS OF THE ELECTRIC POWER SUPPLY SERVICE AFTER THINNING ACTIONS OF VEGETATION THROUGHOUT FROM A FEEDER

**ABSTRACT:** The quality of electricity supply is a crucial aspect to ensure consumer satisfaction and comply with the regulations imposed by the regulatory agency ANEEL.

In this sense, continuity has become a primary concern, and indicators such as the DEC and the FEC play a key role in assessing the continuity of the service. The knowledge acquired over the years has enabled Dealership professionals to identify which part of the continuations that concluded the quality indicators is caused by branches in contact with the distribution network and trees that fall on the conductors, which occurred in unscheduled shutdowns in the network. Faced with these problems, the present work aims to analyze the direct impacts of cleaning right-of-way and thinning vegetation in places where the incidence of continuous non-supply of energy due to vegetation is frequent.

**KEYWORDS:** ANEEL, Concessionaire, Continuity, Electricity Distribution, Electricity Quality.

## 1 | INTRODUÇÃO

A necessidade por energia elétrica é evidente na contemporaneidade. Aliado a esta crescente demanda, se multiplicam as preocupações no que diz respeito à Qualidade da Energia Elétrica (QEE) [15].

Dada a sua importância, á uma crescente necessidade de estudo e pesquisa sobre os temas relacionados à QEE. Esta demanda proporciona intenso envolvimento de variados setores da sociedade, que necessitam de soluções práticas para os problemas diagnosticados nas redes de distribuição ou em grandes consumidores, como as indústrias [15].

Em uma primeira análise, a preocupação maior se dá com a continuidade do serviço, já que fica evidente que qualquer interrupção afeta diretamente os consumidores finais, implicando em uma desordem do sistema [13]

Nesse cenário, o agente distribuidor e o consumidor da energia elétrica mantêm um relacionamento de cumplicidade para que, dentro de uma gestão saudável, ambos possam manter as suas atividades com o menor índice de interrupções e defeitos possíveis. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) possui o compromisso de regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, atuando de forma a garantir que este setor possa ser continuamente aprimorado, porém de maneira sustentável e equilibrada [12]

Além das concessionárias, as indústrias são normalizadas pela ANEEL de forma a possuírem metas de qualidade a serem empregadas com o intuito de não prejudicar a rede a qual está conectada. Os descumprimentos dessas normas podem resultar em penalidades e multas [12].

No Brasil, esses limites são estabelecidos pela ANEEL que regulamentou o termo através dos Procedimentos de Distribuição (PRODIST) - Módulo 8, tendo este como principal objetivo “estabelecer os procedimentos relativos à QEE, abordando a qualidade do produto e a qualidade do serviço prestado e a qualidade do tratamento de reclamações” [2].

Este trabalho, tem como foco a “Qualidade do Serviço” prestado pelas permissionárias,

que comprehende a avaliação das interrupções no fornecimento de energia elétrica. Nesse cenário, deve-se observar que por ter um custo menor, o sistema de distribuição de energia é predominantemente do tipo aéreo na maioria dos países, esse tipo de rede se sujeita a influência externas da vegetação na Rede de Distribuição (RD), causando a interrupção no serviço e consequentemente diminuindo a confiabilidade do sistema [4].

Nessa conjuntura, um grande problema para as distribuidoras, que impacta diretamente no atendimento dos índices de qualidade do produto, é a interação entre as árvores e os condutores de energia da RD. A vegetação ao entrar em contato com o condutor nu energizado cria um caminho para a corrente elétrica gerando uma corrente elétrica de alta intensidade, provocando a atuação dos equipamentos de proteção do sistema elétrico e consequentemente a interrupção do sistema [10].

O controle para este tipo de problema é feito através da poda das árvores que estão junto a rede de distribuição. No geral, o serviço de poda se dá através de cortes programados, através de uma inspeção visual de áreas com vegetação abundante e próxima das redes ou através da reclamação do consumidor [11].

Segundo [16], para evitar danos causados pela vegetação, as empresas de distribuição de energia elétrica devem fazer manutenções auxiliadas por um programa (ou plano) de gestão para manutenções da vegetação, que se tornam eficazes em relação ao custo-benefício quando abordadas em longo prazo.

Destarte, no presente trabalho buscou-se avaliar a confiabilidade e continuidade ao longo de trechos da rede elétrica destinada a transportar energia elétrica em média tensão, denominada alimentador de distribuição. Esse processo se deu após uma ação de desbaste da vegetação em trechos críticos onde a atuação da proteção por consequência de árvores em contato com a rede ocorriam de forma recorrente, e além disso, ratificar a necessidade de podas de árvores por parte das concessionárias de energia de forma assertiva, onde a ação implica na redução positiva nos índices de QEE.

## 2 | CONCEITOS RELACIONADOS A ESTRUTURA DO SISTEMA ELÉTRICO

A principal função do sistema de energia é fornecer aos usuários, energia com segurança e qualidade adequada, no instante em que for requerida [9]. Por não ser possível armazenar a energia gerada, todo o sistema deve manter um equilíbrio constante entre a produção e a demanda. Dentro de cada segmento de rede, existem níveis de tensão que permitem o estabelecimento de interfaces entre as concessionárias de energia que possuem suas concessões, como as subtransmissões, que são tensões entregues pelas concessionárias de transmissão e às concessionárias de distribuição [14].

Neste contexto, a proposta deste trabalho, tem por objetivo, intervenções para melhorias dos índices relacionados a continuidade do fornecimento de energia elétrica no sistema de distribuição.

O sistema de distribuição de energia é o que pode ser confundido com a própria topografia das cidades, ramificado ao longo de ruas e avenidas, atendendo zonas urbanas e rurais, desenhado para conectar fisicamente o sistema de transmissão, ou mesmo unidades geradoras de médio e pequeno porte, aos consumidores finais, garantindo o acesso à energia elétrica [1].

### **3 I TIPOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO**

Inúmeros são os tipos de redes de distribuição de energia elétrica, sendo que muitas vezes estes se encontram em circuitos mistos, acarretando diversas combinações entre redes de baixa e média tensão [8]. Por conseguinte, iremos destacar e definir os 4 tipos básicos de redes de distribuição.

#### **A. Rede de Distribuição Aérea Convencional (RDAC)**

A RDAC, também conhecida como “Rede Nua”, têm como característica o uso de condutores nus de alumínio ou cobre. [7].

A facilidade de encontrar em maior quantidade as RDAC, é justificado pelo seu custo inferior, no entanto, esse tipo de condutor tem uma susceptibilidade maior a interferência externa, principalmente quando se fala em área arborizada e eventuais contatos de galhos com a rede, causando uma maior incidência de interrupção [8].

#### **B. Rede de Distribuição Compacta (RDC), Protegida ou Spacer Cable**

A RDC, é uma rede de distribuição aérea protegida composta por cabos cobertos por uma camada protetora de XLPE (poliuretano reticulado), que além do elemento condutor em alumínio, também possui uma cobertura polimérica que protege o condutor quanto a toques eventuais. Isto aumenta seu custo em relação aos condutores nus, mas também melhora significativamente a sua robustez e confiabilidade, e contribui para a redução no índice de descontinuidade [7].

Comparadas às redes aéreas tradicionais, as redes de distribuição compactas são uma solução tecnológica que permite às concessionárias de energia aumentar o nível de QEE, segurança e confiabilidade em seu fornecimento [3].

#### **C. Rede de Distribuição Isolada ou Multiplexada**

As multiplexadas, são redes aéreas isoladas constituídas por cabos multiplexados autossustentados fixados em postes por meio de estruturas metálicas. Estes cabos são compostos por três condutores, isolados e blindados, reunidos helicoidalmente ao redor de um cabo mensageiro de liga de alumínio que serve como sustentação. Devido ao custo

deste tipo de condutor ser relativamente maior que dos condutores protegidos, o custo de instalação da rede multiplexada é relativamente superior quando comparado ao custo de instalação de redes protegidas [7].

## D. Redes Subterrânea (RS)

As RS, consistem em cabos isolados e blindados, lançados em dutos corrugados enterrados ou dispostos em leito de cabos dentro de canaletas ou galerias enterradas [7].

As redes de distribuição de energia subterrâneas são projetadas para fornecer energia de forma segura, confiável e eficiente. Esses sistemas são geralmente construídos usando materiais resistentes à corrosão, como aço inoxidável ou cobre. As redes de distribuição de energia subterrâneas também são projetadas para minimizar o impacto ambiental, reduzindo o número de postes de energia e linhas aéreas necessários, no entanto, esses sistemas ainda enfrentam alguns desafios, incluindo aumentos nos custos de construção e manutenção, bem como o risco de interrupções no fornecimento de energia [7].

## 4 | REGULAMENTAÇÃO

O PRODIST foi publicado pela primeira vez no ano de 2008. Dos 11 módulos descritos no PRODIST, dois deles se destacam pela importância no setor elétrico brasileiro: o módulo 5, que diz respeito aos requisitos mínimos dos sistemas de medição e faturamento e o módulo 8, que trata dos aspectos referentes à qualidade da energia na distribuição de energia elétrica [5].

Em uma descrição mais detalhada, o módulo 8 do PRODIST apresenta a regulamentação da qualidade de energia elétrica, separando-a em 3 tópicos: qualidade de produto, qualidade comercial e qualidade do serviço [2].

A continuidade de serviço pode ser mensurada a partir de indicadores técnicos coletivos que dimensionam a Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (DEC) e a Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (FEC). Na prática, o índice DEC avalia o tempo médio em que consumidores de um determinado conjunto de carga mantiveram-se sem o fornecimento de energia elétrica em um certo período de tempo. Já o índice FEC representa a média da quantidade de interrupções de fornecimento de energia elétrica [2]

ANEEL, visando manter a qualidade na prestação do serviço público de distribuição de energia elétrica, exige que as distribuidoras mantenham um padrão de continuidade e exige a apuração desses indicadores para que sejam repassados periodicamente à agência reguladora. Nesse sentido, a ANEEL utiliza esses indicadores para avaliar a qualidade do serviço prestado pela distribuidora e para estabelecer condições mínimas de serviço por meio de metas de continuidade [2]

Nesse cenário, cada distribuidora tem seus limites de DEC e FEC definidos pela

ANEEL periodicamente nas Revisões Tarifárias Ordinárias [6].

## A. Indicadores Coletivos

Os indicadores coletivos são apurados por conjuntos de unidades consumidores, sendo definidos pelas subestações de distribuição e a área de abrangência das redes de média tensão à jusante. Contabilizam-se então, todas as interrupções de energia elétrica com duração superior ou igual a 3 minutos nas unidades consumidores de cada distribuidora, para o período considerado (mês, trimestre ou ano), o que permite que a agência avalie a continuidade da energia oferecida à população [5].

Para avaliação do desempenho de uma distribuidora, admite-se somente algumas exceções, são elas [5]:

- Interrupção oriunda de falha na instalação elétrica de um consumidor que não provoque interrupção em outras instalações;
- Interrupção decorrente de obra de interesse exclusivo de um consumidor e que afete somente ele próprio;
- Suspensão por falta de pagamento da fatura de energia elétrica ou por deficiência técnica e/ou de segurança das instalações de um consumidor que não provoque interrupção em outras instalações.
- Interrupção vinculada a programas de racionamento instituídos pela União;
- Interrupção em situação de emergência oriunda de evento que impossibilite a atuação imediata da distribuidora;
- Ocorrida em Dia Crítico: dia em que a quantidade de ocorrências emergenciais em um determinado conjunto de unidades consumidoras, superar a média acrescida de três desvios padrões dos valores diários;
- Oriunda de atuação de Esquema de Alívio de Carga estabelecido pelo ONS.

## B. Indicadores Individuais

De maneira equivalente ao descrito sobre os indicadores coletivos de continuidade, a ANEEL exige também um acompanhamento mais detalhado dos indicadores individuais [2]. Nesse sentido, faz-se uso de quatro indicadores individuais que apuram a qualidade por unidade consumidora, sendo eles:

- DIC – Duração de Interrupção Individual por Unidade Consumidora;
- FIC – Frequência de Interrupção Individual por Unidade Consumidora;
- DMIC – Duração Máxima de Interrupção Individual por Unidade Consumidora;
- DICRI – Duração de Interrupção Individual em Dia Crítico por Unidade Consu-

midora.

### C. Compensações Financeiras

Como forma de estimular a melhoria contínua de serviços, a regulação de qualidade prevê um sistema de penalidade financeira às distribuidoras que apresentarem desempenho dos indicadores insatisfatórios. A não conformidade aos indicadores regulados gera a aplicação de multas, sendo que a sua utilização é autorizada para a compensação financeira ao consumidor pelo não cumprimento de metas de qualidade do serviço [5].

Essa metodologia imposta e regulamentada pela ANEEL de aplicações de multas de compensação financeira visa garantir a redução dos indicadores e aumentar a competitividade entre as distribuidoras de forma a garantir um serviço de qualidade no fornecimento de energia elétrica aos consumidores [2].

## 5 | AVALIAÇÃO DA AÇÃO DE DESBASTE AO LONGO DE UM ALIMENTADOR

O lócus da pesquisa se restringe à área de atuação de um alimentador em uma rede de distribuição que atende consumidores de uma cidade brasileira. O nome da cidade não será divulgado para manter em sigilo os dados técnicos da concessionária de energia elétrica.

Para realizar a análise do número de ocorrências, a amostra coletada corresponde aos dados pertencentes a um trecho do alimentador. A escolha deste alimentador deve-se à alta quantidade de ocorrências finalizadas cuja causa relatada foi árvore na rede durante o período de janeiro de 2020 a outubro de 2022. Além disso, possui um alto número de consumidores atendidos no período.

Essas condições são importantes, pois, devido a quantidade de informações, permite analisar com maior precisão a contribuição das árvores na quantidade de ocorrência dos alimentadores da subestação estudada. Sabendo que essas ocorrências podem estar diretamente ligadas à incidência dos ventos e do volume de chuva, pode-se, através da análise correta dos dados, verificar se as soluções sugeridas para mitigação dos desligamentos são adequadas.

A primeira etapa da análise visa identificar as principais causas de interrupções para as ocorrências registradas no trecho em estudo. Nesse sentido, constatou-se a presença predominante de dez elementos provocadores de interrupções. A Tabela 1 apresenta o número total de ocorrências para as dez maiores causas de interrupções do fornecimento de energia elétrica, somando-se os anos de 2020 e 2021.

Causa da Ocorrência	Total	Percentual [%]
Deterioração de Material	116	20,32
Árvore na rede	111	19,44
Falha em conexão	84	14,71
Descarga atmosférica	65	11,38
Corrosão / Oxidação / Fundido	31	5,43
Interferência de terceiros	30	5,25
Animais	24	4,20
Desligamento programado	21	3,68
Falha em equipamento	14	2,45
Outros	75	13,13

Tabela 1: Principais causas de desligamento nos anos de 2020 e 2021.

Fonte: O próprio autor.

Nesse cenário, é importante analisar os fatores que induzem o contato da árvore com a rede de distribuição. Com fácil percepção, é possível compreender que a velocidade do vento é um dos agentes predominantes que levam a este incidente. Sabe-se que a incidência dos ventos contribui com as saídas dos alimentadores, pois o fenômeno provoca a movimentação das copas das árvores, esta que faz com que a árvore entre em contato com a rede de distribuição de energia, acarretando na falta de energia.

Ao analisar os dados apresentados, percebe-se o registro de 571 ocorrências, sendo que 111 foram ocasionadas pelo contato de árvores na rede, o que representa cerca de 20 % dos casos registrados. Um dos fatores que levam a este número elevado é a passagem da rede em trechos com alto índice de arborização ou mesmo em locais de mata fechada, conforme apresentado na Figura 1.

A Tabela 2 e o Gráfico 1, retratam a relação entre o número de ocorrências em que a causa determinante foi o contato das árvores na rede e a velocidade média do vento. Nos meses entre abril e outubro houve uma concentração do número de ocorrências de desligamento e, também nesses meses, são registradas as maiores médias da velocidade do vento na região.



Figura 1: Imagem de satélite da área de atuação do alimentador.

Fonte: Acervo Próprio.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>Desligamentos [Vezes]</b>	4	9	10	13	12	6	13	12	10	12	7	3
<b>Velocidade Média [m/s]</b>	3,06	2,99	3,13	3,46	4	3,89	4	3,78	3,78	3,74	3,71	3,17

Tabela 2: Número de ocorrências x velocidade média do vento por mês em 2020 e 2021.

Fonte: Concessionária; Global Wind Atlas, 2022.

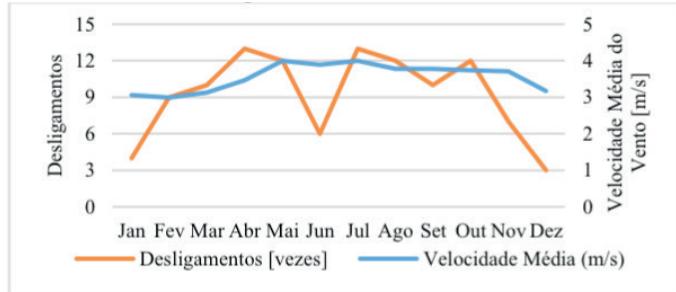


Gráfico 1: Comparativo do número ocorrências x velocidade média do vento por mês em 2020 e 2021.

Fonte: Concessionária; Global Wind Atlas, 2022.

Entre os meses de novembro e março, houve os menores índices de ocorrências, sendo também compreendidos pelos meses com menor velocidade média do vento. Destarte, é possível perceber uma tendência entre a quantidade média de ocorrências por contato de árvores e a velocidade do vento; no entanto, nota-se que no mês de junho houve um baixo número de registros quando comparado com a velocidade média registrada, sendo, portanto, reconhecido como um ponto fora da curva.

Diante dos dados supracitados, deve-se realizar uma análise de gerenciamento de risco associado à vegetação nas proximidades das redes de distribuição, como forma de garantir a segurança pública, minimizar os riscos de incêndio (ocasionados pelo contato da vegetação com a rede), e minimizar a quantidade de interrupções ou perturbações no sistema.

Para atingir esses objetivos, a ação do desbaste baseia-se em práticas de gestão que minimizam a necessidade recorrente de limpeza e poda da vegetação utilizando uma combinação de métodos e parâmetros, com base na melhor solução para o local. Dessa forma, deverá sempre formar uma equipe com pessoas experientes e com qualificação que possam escolher entre os muitos fatores que influenciam a melhor opção de manejo.

Nesse cenário, em um primeiro momento, deve-se realizar uma inspeção em campo para avaliar os pontos críticos e adotar as medidas necessárias de contenção, assegurando que as árvores e demais vegetações que venham interferir na rede de distribuição passem por alguma medida que venha a evitar o contato com a linha aérea, seja com a realização da poda, rebaixamento ou retirada da vegetação. A Figura 2, apresentam uma avaliação em campo dos ativos e análise dos possíveis risco ao sistema.

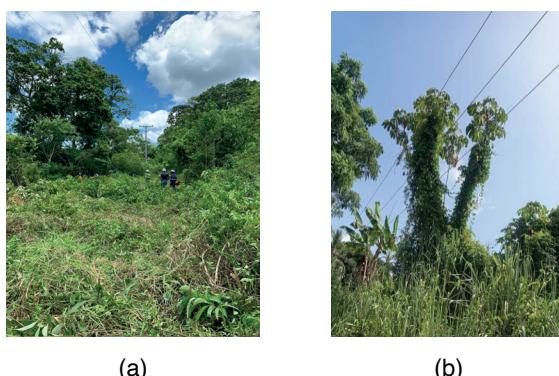


Figura 2: Verificação em campo de pontos críticos de contato entre vegetação e rede elétrica.

Fonte: Acervo Próprio.

Após verificação em campo, avaliou-se junto a concessionária a necessidade de realização do desbaste, a fim de reduzir riscos e melhorar a segurança do sistema de distribuição, melhorando os indicadores de continuidade do alimentador em estudo.

Nesse sentido, no início do ano de 2022, no mês de janeiro, fez-se a operação de poda dos trechos da rede afetados pela vegetação. A Tabela 3 apresenta o número total de ocorrências para as dez maiores causas de interrupções do fornecimento de energia elétrica, no ano de 2022 e o Gráfico 3, retrata o percentual de cada elemento após a intervenção na vegetação.

Causa da Ocorrência	Total	Percentual [%]
Deterioração de Material	43	20,87
Falha em conexão	40	19,42
Árvore na rede	28	13,59
Descarga atmosférica	22	10,68
Corrosão / Oxidação / Fundido	18	8,74
Interferência de terceiros	10	4,85
Animais	8	3,88
Desligamento programado	8	3,88
Falha em equipamento	7	3,40
Outros	22	10,68

Tabela 3: Principais causas de desligamento no ano de 2022, entre janeiro e outubro.

Fonte: O próprio autor.

A Tabela 4 e o Gráfico 2 apresenta a contagem de desligamentos ocasionados por árvores no ano de 2022 e a linha média dos anos de 2020 e 2021. A partir dele, verifica-se uma grande redução no número de ocorrências, além de ser possível identificar a mesma tendência analisada anteriormente, quando comparada a quantidade de desligamentos e a velocidade média do vento.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>Média Anterior</b>	2	4,5	5	6,5	6	3	6,5	6	5	6	3,5	1,5
<b>Ano de 2022</b>	0	2	3	3	5	4	5	1	2	3	0	0

Tabela 4: Número de ocorrências no ano de 2022 com a média dos anos 2020 e 2021.

Fonte: Concessionária; Global Wind Atlas, 2022.

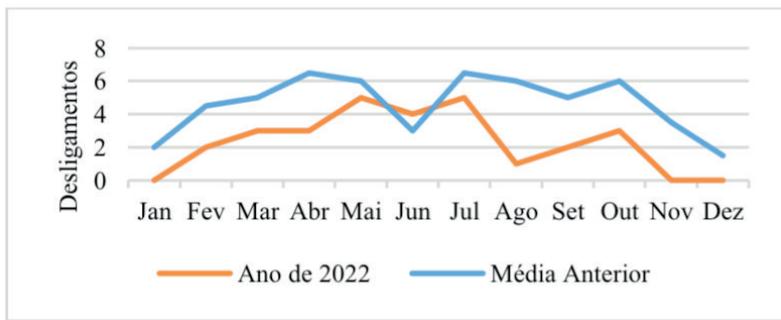


Gráfico 2: Comparação entre o ano de 2022 com a média dos anos 2020 e 2021.

Fonte: O próprio autor.

Conforme discutido anteriormente, além de promover a segurança da rede, um dos objetivos da concessionária é promover uma maior qualidade do serviço, garantindo

uma maior confiabilidade do sistema. Em termo dos indicadores de qualidade, Gráfico 3 e Gráfico 4, mostram a evolução dos indicadores DEC e FEC, respectivamente, nos anos de 2017 a 2021 da concessionária em estudo. Esses resultados foram obtidos a partir de consulta ao site da ANEEL, a qual disponibiliza gratuitamente os resultados obtidos por todas as distribuidoras do país.

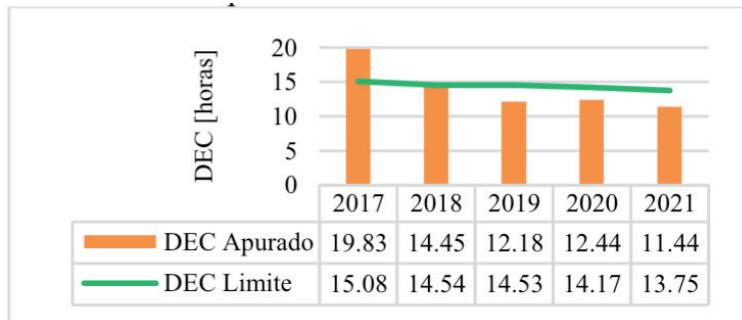


Gráfico 3: DEC apurado entre os anos de 2017 e 2021.

Fonte: O próprio autor.



Gráfico 4: FEC apurado entre os anos de 2017 e 2021.

Fonte: O próprio autor.

Nesses gráficos é possível concluir que tanto o DEC como o FEC apresentam uma trajetória de redução de 2017 para 2021, reduzindo 42,3% e 37,1%, respectivamente. Desta forma, fica evidente que, uma das formas mais efetivas de controlar e reduzir interrupções não programadas, é evitando o contado de árvores com a rede de distribuição.

Ao analisar os resultados obtidos é possível realizar algumas constatações. Para o ano de 2021, a influência das ocorrências de desligamento por contato da vegetação representou cerca de 92,6% do DEC total. Após a ação do desbaste, a contribuição para os desligamentos foi reduzida para 35,3%. Ainda é possível verificar que a realização da poda promoveu uma redução de 83,4% do DEC relacionado ao contato de árvore na rede, demonstrando a importância e a eficiência desta ação, para melhorar a qualidade do fornecimento de energia elétrica para os consumidores.

## 6 | CONCLUSÕES

Durante o desenvolvimento deste trabalho, estudou-se o comportamento sazonal das interrupções da rede de distribuição por arborização, possibilitando verificar a relação entre o número de eventos por árvores na rede com os fatores meteorológicos da região.

Os resultados apresentados mostram que, de fato, a vegetação é uma das principais responsáveis pelo elevado número de ocorrências no alimentador estudado. Além disso, verifica-se que o número de ocorrências aumenta durante períodos em que a velocidade do vento atinge suas maiores médias. Dessa forma, a execução de manutenções preventivas é muito importante, evitando manutenções corretivas, pois constatou-se que no ano de realização da poda, os registros por árvore foram reduzidos aproximadamente à metade.

Diante do exposto, pode-se concluir que é necessário ajustar o cronograma de poda do plano de manutenção para uma época anterior ao período de ventos fortes para evitar que as árvores se tornem uma ameaça à rede. Esse processo garante que a energia chegue às unidades consumidoras com maior confiabilidade e evita transtornos às concessionárias de energia, resultando em menos acidentes. Além disso, cabe ressaltar que a poda deve ser bem realizada, respeitando as características morfológicas de cada árvore, para que a vegetação possa se recuperar.

## REFERÊNCIAS

- [1] ABRADEE. Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE), 2019. Disponível em: <https://www.abradee.org.br/setor-de-distribuicao/a-distribuicao-de-energia/>. Acesso em: 12/06/2022
- [2] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST, Módulo 8. Revisão 12. jan. 2021.
- [3] ALBANI, Katia; COSTA, Lorene. Rede De Distribuição Aérea: Comparativo Técnico E Econômico Entre A Rede Convencional E A Compacta Na Região De Abrangência De Uma Concessionária De Energia. 2017. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) - Departamento Acadêmico de Eletrônica (DAELT), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba-PR, 2017. Disponível em: [https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10040/1/CT\\_COELE\\_2017\\_2\\_11.pdf](https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10040/1/CT_COELE_2017_2_11.pdf). Acesso em: 16 out. 2022
- [4] APOLINÁRIO, L. A. V.; MANTOVANI, J. R. S. Modelo de programação matemática para controle do crescimento da vegetação sob redes de distribuição de energia elétrica. Sba: Controle & Automação Sociedade Brasileira de Automatica. Sociedade Brasileira de Automática, v. 22, n. 3, p. 284-295, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/9879>.
- [5] BARROS, André Felipe. Análise Das Principais Causas De Descontinuidade No Fornecimento De Energia Elétrica E De Seus Impactos Nos Indicadores De Qualidade. 2020. Monografia (Bacharel em Engenharia Elétrica) - Escola Politécnica, UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, 2020. Disponível em: <http://www.repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopolio10032029.pdf>. Acesso em: 22 out. 2022.

[6] CASTRO, Nivalde et al. Análise das Propostas de Alteração Metodológica, para Determinação das Metas Regulatórias das Perdas Não Técnicas, na Distribuição de Energia Elétrica - NT46/2020. Grupo de Estudos do Setor Elétrico, Rio de Janeiro, p. PUC - Rio, 1 out. 2020. Disponível em: [https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/8945/8945\\_2.PDF](https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/8945/8945_2.PDF). Acesso em: 12 nov. 2022.

[7] CELESC. Manual de Procedimentos: Sistema de Desenvolvimento de Sistemas de Distribuição. [s/l]. 2020. Disponível em: <https://www.celesc.com.br/arquivos/normas-tecnicas/especificacao-tecnica/I3130021.pdf>. Acesso em: 16 out. 2022.

[8] DUMA, Mariana. Avaliação da Manutenção de Redes de Distribuição Compactas de kV com Técnicas de Linha Viva. 2017. Monografia (Bacharel em Engenharia Elétrica) - Setor de Ciências Exatas, UFPR - Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2017. Disponível em: <http://www.eletrica.ufpr.br/p/arquivostccs/481.pdf>. Acesso em: 16 out. 2022.

[9] KAGAN, Nelson. Introdução aos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica. 1<sup>a</sup> ed. São Paulo: Blucher, 2005. 328 p.

[10] KOGA, F. H. P., “Gestão da qualidade aplicada no processo de poda de árvores em uma distribuidora de energia”, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, MARANHÃO, 2018.

[11] LIMA, H. G. F.; COSTA, R. M.; SOARES, A. S.; LAUREANO, G. T. Reconhecimento de árvores usando visão computacional para prevenir interrupções no sistema de distribuição de energia elétrica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO (SBSI), 11. 2015, Goiânia. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2015.

[12] MALTA, Sérgio. A importância da qualidade da energia para a indústria e os investimentos em rede. Brasil Energia. GESEL – UFRJ. 07 de fevereiro de 2018.

[13] MELH, E. L. M., “Qualidade de energia elétrica” Universidade Federal do Paraná, 2004. Disponível em: <http://www.eletrica.ufpr.br/mehl/downloads/qualidade-energia.pdf>. Acesso em: 12/06/2022

[14] NEOENERGIA. O Setor Elétrico. In: NEOENERGIA. O Setor Elétrico. [S. I.], 2021. Disponível em: <https://www.neoenergia.com/pt-br/sobre-nos/o-setor-elettrico/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 23 abr. 2022.

[15] SILVA, Mauren. Proposta de Modelagem e Simulação para Análise de Distorção Harmônica. Orientador: Prof. Drº Roberto Chouby Leborgne. 2012. 145 p. Dissertação (Mestre em Engenharia Elétrica) - UFRGS, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/103732>. Acesso em: 11 out. 2022.

[16] SOUZA, E. Índices de confiabilidade devido a vegetação e planejamento de podas de árvores em redes de distribuição. 2013. 225. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/110525>