

# 1º CICS

CONGRESSO INTERNACIONAL  
CIÊNCIA E SOCIEDADE



TRABALHOS  
PREMIADOS

2023  




CENTRO UNIVERSITÁRIO  
SANTO AGOSTINHO

**1º CICS** | CONGRESSO INTERNACIONAL  
CIÊNCIA E SOCIEDADE

**TRABALHOS  
PREMIADOS  
2023**





CENTRO UNIVERSITÁRIO SANTO AGOSTINHO – UNIFSA  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO  
NÚCLEO DE APOIO PEDAGÓGICO - NUAPE  
PROGRAMA DE EXTENSÃO

Publicado por Editora LESTU

Design Gráfico: Ana Kelma Cunha Gallas

Capa: Odrânio Rocha

Diagramação: Kleber Albuquerque Filho

Centro Universitário Santo Agostinho - UNIFSA

E-mail: cics@unifsa.com.br

Este título possui uma licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0). A íntegra dessa licença pode ser acessada: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode.pt>

© 2023 UNIFSA Todos os trabalhos deste livro foram submetidos, aprovados e apresentados no Congresso Internacional Ciência e Sociedade (CICS) 2023, sendo selecionados como os melhores trabalhos apresentados em Grupos Temáticos do evento. <https://unifsa.com.br/cics2023/publicacoes/>

#### FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

1º CICS [livro eletrônico] : Congresso Internacional Ciência e Sociedade : desenvolvimento humano e social : das ideias às práticas : trabalhos premiados 2023/ Centro Universitário Santo Agostinho - UNIFSA [organização Ana Kelma Cunha Gallas, Alisson Dias Gomes, Izabel Herika Gomes Matias Cronemberger]. -- São Paulo : Lestu Publishing Company, 2023. -- (Trabalhos Premiados do Congresso Internacional Ciência e Sociedade ; 1)

514 p. *online*

Vários autores.

Bibliografia.

ISBN: 978-65-85729-05-5

DOI: <https://doi.org/10.51205/lestu.978-65-85729-05-5>

Disponível em: <https://lestu.org/books/index.php/lestu/catalog/book/17>

1. Ciência - Congressos - Brasil 2. Congressos 3. Desenvolvimento humano 4. Desenvolvimento social 5. Divulgação científica I. Gallas, Ana Kelma Cunha. II. Gomes, Alisson Dias. III. Cronemberger, Izabel Herika Gomes Matias. IV. Série.

23-182727

CDD-501

#### Índices para catálogo sistemático:

1. Ciências : Divulgação 501

Tábata Alves da Silva- Bibliotecária- CRB-8/9253



A Lestu é uma editora que acredita na Ciência Aberta. Permitimos a leitura, download e/ou compartilhamento do conteúdo desta obra para qualquer meio ou formato, desde que os textos e seus autores sejam adequadamente referenciados.

#### EDITORA LESTU

Editora, Gráfica e Consultoria Ltda  
[editora@lestu.org](mailto:editora@lestu.org)  
[www.lestu.com.br](http://www.lestu.com.br)  
[@lestu\\_editora](https://www.instagram.com/lestu_editora)



# Trabalhos premiados 2023



# 29

## PLANO DE MANUTENÇÃO DA ARBORIZAÇÃO PARA REDUÇÃO DE FALHAS EM REDE ELÉTRICA: um estudo de caso em Teresina - Pi<sup>1</sup>

**Rodrigo Ferreira Torres<sup>2</sup>**  
**Danielle Cristinny Leite e Silva<sup>3</sup>**  
**Jaciara Carvalho de Sousa Oliveira<sup>4</sup>**

---

1 Trabalho premiado no Grupo Temático 41 – Gestão energética e o impacto econômico financeiro nas organizações, do 1º Congresso Internacional Ciência e Sociedade, promovido pelo Centro Universitário Santo Agostinho, de 4 a 7 de outubro de 2023.

2 Graduado em Bacharelado em Engenharia Elétrica, Centro Universitário Santo Agostinho, Teresina – PI.

3 Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Ceará e docente do Centro Universitário Santo Agostinho, Teresina – PI.

4 Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Paulista, e docente do Centro Universitário Santo Agostinho, Teresina – PI.

## RESUMO

O presente trabalho aborda acerca do georreferenciamento de árvores em contato com a rede elétrica de distribuição urbana no município de Teresina-PI, a partir de dados obtidos junto à concessionária de energia Equatorial – PI. O estudo de caso demonstra como é realizada a manutenção da podagem dessas árvores a fim de se evitar as interrupções de energia não programadas, visando manter a qualidade, o fornecimento de energia e a satisfação perante seus consumidores, de acordo com os padrões estabelecidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica. Os dados utilizados foram obtidos a partir da utilização de aplicativos e *softwares* tais como: Mapinr, Telegram, Timestamp, Google Earth e Peazip. Os resultados encontrados desta gestão estão refletidos no aumento da produtividade de podas realizadas e na redução dos níveis dos indicadores de continuidade DEC e FEC. Ademais, foi possível elaborar um banco de dados que passou a funcionar como histórico de manutenção.

**Palavras-Chave:** Georreferenciamento. Rede elétrica. Interrupção de energia.

## INTRODUÇÃO

A interrupção do fornecimento de energia elétrica é um problema desafiador para as concessionárias de distribuição de energia elétrica, pois o contato de árvores com a rede de distribuição (RD) em áreas urbanas trata-se de uma de suas principais causas. Logo, a qualidade do fornecimento de energia elétrica é afetada gerando um desconforto e insatisfação aos consumidores, ocasionando até mesmo danos materiais aos clientes, como perdas de alimentos, equipamentos, serviços, entre outros, impactando diretamente na vida das pessoas. Além disso, o prejuízo causado pelo desligamento não programado de uma RD impacta na saúde financeira e nos ativos das concessionárias. Desde uma falha transitória a uma falta de energia com danos materiais de grandes proporções, como:

comprometimento estrutural de postes, cabos e isoladores, e defeito em equipamentos.

As interrupções de energia elétrica afetam a qualidade da prestação de serviço, e, conseqüentemente, afetam a credibilidade das concessionárias diante de seus consumidores pois aumentam os níveis de duração e frequência equivalente de interrupções (DEC e FEC, respectivamente). A poda das árvores é uma solução efetiva, porém a estrutura e demanda existentes possuem uma defasagem na cobertura desse serviço, exigindo que sejam implementados novos recursos e novas soluções. Um bom plano de gestão é um importante passo a dar e a ser perseguido.

A gestão da manutenção consiste em realizar um eficaz planejamento, controle e medição dos serviços realizados, de acordo com o Plan, Do, Check e Act (PDCA - Planejar, Fazer, Verificar e Agir), pois, atuar na causa de vegetação em contato com a RD consiste em identificar, analisar e criar um plano de ação, permitindo o acompanhamento das ações com mais efetividade.

Nestas perspectivas, os desligamentos não programados ocorridos são de várias naturezas. Porém os indicadores mostram que cerca de 70% a 80% das causas em geral são provocadas diretamente ou indiretamente por árvores que se projetam em cima da rede elétrica ou estão em contato com a mesma (EQUATORIAL, 2022).

Faz-se imprescindível avançar no sentido de desenvolver novas metodologias que possam auxiliar na gestão da manutenção em RD voltadas também para as questões ambientais, que é fundamental para o progresso e para a sustentabilidade do mundo verde. Gerir o processo de georreferenciamento de árvores em áreas urbanas em contato com a rede elétrica, com apoio de softwares e aplicativos, de novas tecnologias, com o intuito de roteirizar serviços, evidenciar ações e predeterminar novas manutenções, pode trazer grandes

resultados, tanto para a sociedade quanto para concessionárias de energia elétrica.

Portanto, o objetivo deste trabalho é apresentar um estudo de caso sobre os índices de DEC e FEC, bem como os de produtividade após a implementação de alternativas inovadoras, por meio da gestão da manutenção preventiva e preditiva voltados para arborização em Teresina-PI, implementada pela empresa Equatorial Energia.

## METODOLOGIA

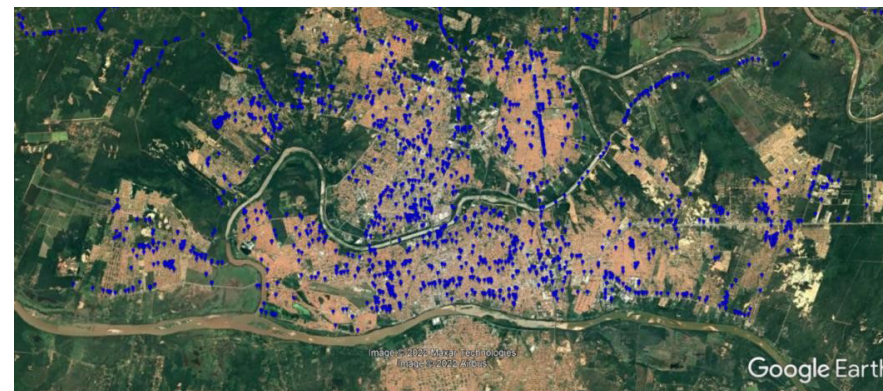
O presente trabalho foi embasado a partir do estudo de caso de um sistema de georreferenciamento de árvores em contato com a rede elétrica, que venham afetar o fornecimento de eletricidade pela concessionária Equatorial-PI, no município de Teresina-PI. Ressaltam-se algumas das referências bibliográficas que oferecem sustentação teórica a este artigo como a legislação vigente entre Concessionária e Prefeitura Municipal de Teresina, Resolução Normativa da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) nº 956/2021 (ANEEL, 2021a), Resolução Normativa ANEEL nº 1.000/2021 (ANEEL, 2021b), Módulo 8 dos Procedimentos de distribuição de energia elétrica da ANEEL (ANEEL, 2021c) e Oliveira et al. (2016).

O desenvolvimento deste estudo se deu a partir da análise de um sistema de georreferenciamento de todas as árvores que estão em contato com a rede elétrica, com apoio na aplicação de programas gratuitos nas versões Android e Software: mapinr, timestamp, google earth, peazip e telegram. Isto possibilitou quantificar e qualificar a gestão da execução das podas.

O plano de manutenção da Equatorial consiste em gerar os alvos a serem inspecionados tendo como base os resultados dos indicadores de continuidade durante os meses anteriores ou melhor, a partir da performance de cada conjunto elétrico. Assim os inspetores seguem realizando suas inspeções mensais apenas nos circuitos em

que o DEC e FEC mais impactaram no resultado da concessionária. A Imagem 1 representa os pontos de podas de árvores apontados nas inspeções no ano de 2021, em Teresina – PI.

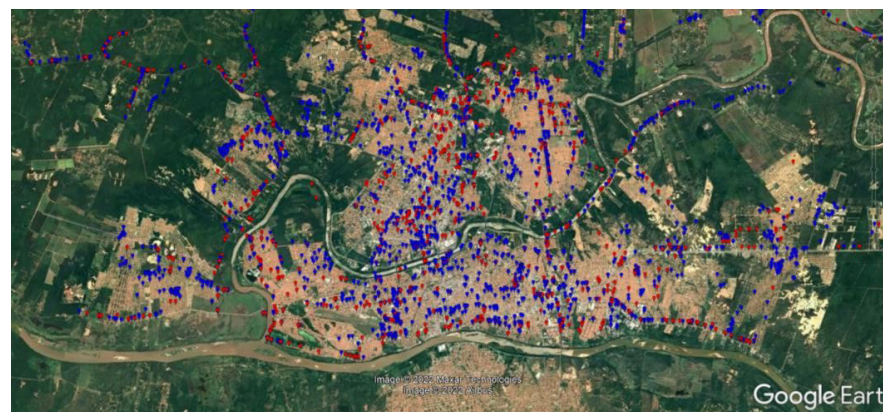
**IMAGEM 1.** Pontos georreferenciados de árvores em contato com a rede elétrica



Fonte: Adaptada de GOOGLE EARTH (2022).

No ano de 2022, seguindo a mesma filosofia de estudo, baseada nos indicadores de DEC e FEC para a geração de alvos ou circuitos a serem inspecionados, foram sobrepostas as anomalias ou podas apontadas nas inspeções do ano anterior em conjunto com o presente ano, e estão apresentados na Imagem 2.

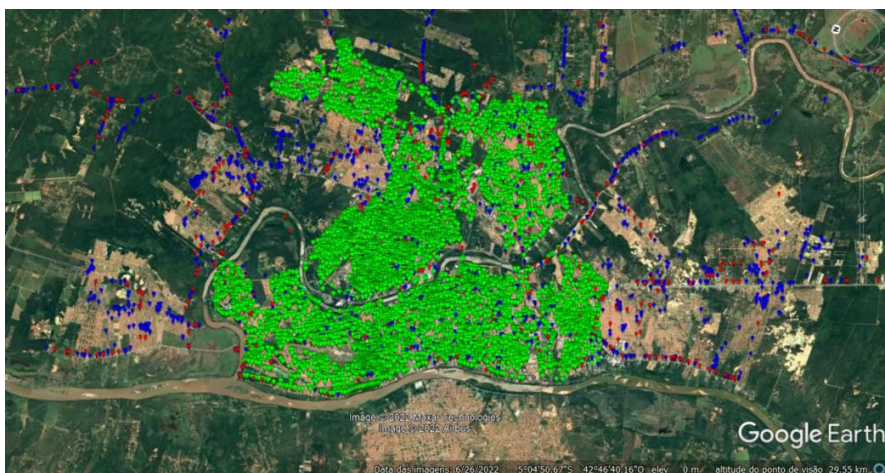
**IMAGEM 2.** Interface do software Google Earth.



Fonte: Adaptada de GOOGLE EARTH (2022).

Visto que apenas com o levantamento a partir dos alvos gerados para realizar inspeção, pela priorização dos circuitos com base nos indicadores de continuidade e seu histórico, esses alvos gerados não eram suficientes para atender as necessidades de dar-se manutenção em 100% da rede elétrica na área urbana de Teresina. Então foi realizado o georreferenciamento contínuo de árvores em contato ou próximas da RD. A Imagem 3 ilustra o levantamento e a interposição de camadas, das podas apontadas nas inspeções anteriores entre os anos de 2021 e 2022, e o georreferenciamento além do plano de manutenção, realizado pela varredura da área urbana de Teresina.

**IMAGEM 3.** Interface do software Google Earth.



**Fonte:** Adaptada de *GOOGLE EARTH (2022)*.

A partir das inspeções e os apontamentos contínuo de pontos de poda urbana em Teresina, as execuções das mesmas tiveram o auxílio de aplicativos gratuitos disponíveis na Play store, como o Mapin e o Timestamp, possibilitando que as equipes localizem suas demandas mais facilmente e consigam anexar as evidências em cada serviço a ser realizado. Nestas evidências é possível disponibilizar

informações importantes como data, hora e localização em que foram executadas as podas, mostradas na Imagem 4. Assim um histórico significativo tem sido construído fornecendo informações para que as manutenções preventivas passem a ser de forma preditivas.

**IMAGEM 4.** Interface do Timestamp com o antes (à esquerda) e o depois (à direita) da poda executada



**Fonte:** Adaptada de *TIMESTAMP (2022)*.

Essas evidências registradas pelas equipes de poda parceiras seguem o procedimento adotado pela Equatorial-PI, sempre registrando seus serviços de forma que possibilite auditorias futuras, verificar o antes e o depois do serviço realizado, com todas as informações possíveis na própria evidência

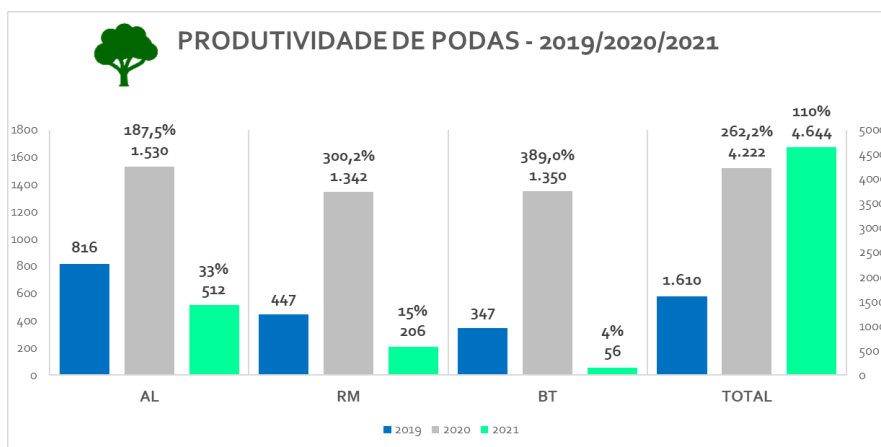
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um bom plano de ação envolvendo manutenção preventiva consiste em ter como base o planejamento e o controle dos serviços sendo construídos fielmente com as informações de campo, permitindo que tudo que se execute em loco seja bem planejado, controlado e medido. Assim, foi possível evidenciar a evolução da produtividade das equipes de poda, no município de Teresina, onde eram disponibilizadas 13 equipes de poda num primeiro momento

(2019), depois foram reduzidas para 10 em 2020, seguindo para 9 em 2021, e atualmente, 10 equipes para atender todas as demandas necessárias de poda.

Visto que ao longo do tempo foram reduzidos custos financeiros, o georreferenciamento garantiu uma excelente produtividade, mesmo com a redução da força de trabalho, conforme evidencia a Imagem 5.

IMAGEM 5. Gráfico de produtividade das equipes de poda EQTL-PI



Fonte: (EQUATORIAL PIAUÍ, 2022).

O gráfico de produtividade mostra a evolução do quantitativo de árvores podadas por segmento de alimentadores (AL), ramal (RM) e baixa tensão (BT), verifica-se o quanto tivemos de avanço positivos ao longo anos. Entre 2019 e 2020, houve um ganho de 262,2% na produtividade, e entre 2020 e 2021, ocorreu um aumento de 110%.

O projeto de georreferenciamento iniciou no ano de 2020 e hoje está em todo o estado do Piauí. Especificamente em Teresina onde foram disponibilizados mais recursos e sendo o modelo para as demais regiões, já é possível verificar o impacto nos indicadores de continuidade principalmente da capital, mas em todo o estado do

Piauí é possível verificar a evolução do processo. Na Imagem 6 está apresentando a performance dos indicadores de continuidade DEC e FEC no de 2020.

Imagem 6. Indicadores de continuidade DEC/FEC/OCORRÊNCIAS de 2020



Fonte: (EQUATORIAL PIAUÍ, 2022).

Esta visão gráfica das ocorrências, DEC e FEC versus causa, mostram as causas que mais impactaram durante todo o ano de 2020 para os indicadores de continuidade, ocasionando as interrupções de energia no município de Teresina – PI. Destacam-se os fenômenos naturais, árvore na rede e falha de comunicação.

No exercício de 2021 os indicadores de continuidade tiveram os resultados mostrados na Imagem 7.

No ano de 2021, quanto aos indicadores de continuidade versus causa, destacam-se as causas que mais ocasionaram as interrupções de energia no município de Teresina – PI, as três principais que são árvore na rede, causa não identificada e fenômenos naturais. Sendo causa de árvore na rede o principal fator de interrupção tanto do FEC quanto do DEC, como apresentado na Imagem 7.



Imagem 7. Indicadores de continuidade DEC/FEC/OCORRÊNCIAS de 2021



Fonte: (EQUATORIAL PIAUÍ, 2022).

Imagem 8. Indicadores de continuidade DEC/FEC/OCORRÊNCIAS de 2022



Fonte: (EQUATORIAL PIAUÍ, 2022).

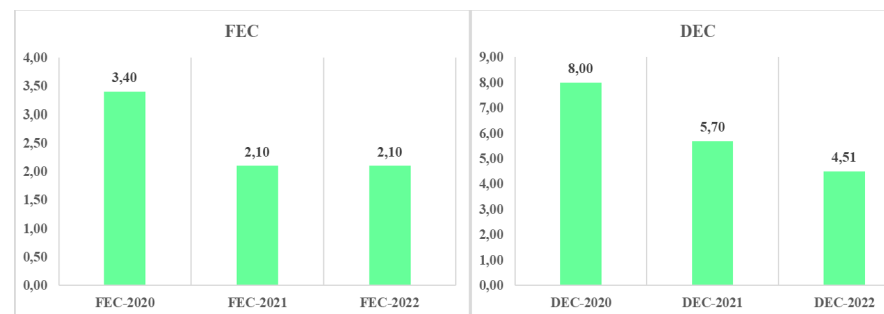
No exercício de 2022, os indicadores de continuidade tiveram os resultados, mostrados na Imagem 8.

No ano de 2022, os indicadores de continuidade versus causa, destacam-se as causas que mais ocasionaram as interrupções

de energia no município de Teresina – PI, os três primeiros que são árvore na rede, causa não identificada e condutor partido. São os resultados durante todo o ano de 2022, como podem ser verificados na Imagem 8.

Pode-se constatar a evolução dos indicadores de continuidade ao longo do tempo, ao analisar as causas das interrupções não programadas, verificarmos que três em específicas, árvore na rede (ou z-árvore na rede), causa não identificada e fenômenos naturais, todas estão diretamente ou indiretamente ligadas a vegetação em contato com a rede distribuição de energia, como causa principal para a falta de energia ocasionada. Portanto verifica-se que os valores dos indicadores de continuidade estão com tendência de redução, quando somados, trata-se uma redução significativa de 38% para o FEC e 44% para o DEC, como demonstrado na Imagem 9.

Imagem 9. Gráfico evolutivo dos indicadores de continuidade DEC/FEC



Fonte: (EQUATORIAL PIAUÍ, 2022).

A meta a ser alcançada de georreferenciamento consiste em 100% de cobertura da área urbana e rural, identificar, catalogar e georreferenciar todas as podas em contato direto ou não com a rede elétrica de distribuição. Para alcançar resultados nos indicadores de continuidade próximos a zero.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos almejados foram alcançados a partir da análise dos resultados de produtividade de podas executadas e dos indicadores de continuidade DEC e FEC. A gestão por georreferenciamento de árvores em contato com a rede de energia elétrica no município de Teresina-PI realizou ganhos de produtividade com um aumento de 262,2% entre os anos de 2019 e 2020, uma melhoria de 110% entre os anos de 2020 e 2021; em relação ao DEC e FEC a performance teve significante diminuição de 44% para o DEC e 38% para o FEC, comparados os anos de 2020 e 2022.

O georreferenciamento continua e têm muitas oportunidades tanto para melhorar sua performance, quanto para uma maior redução dos indicadores de continuidade. A princípio se trata de um projeto que trabalha de forma off-line, visando metas futuras e estão em andamento, trata-se de migrar para uma plataforma totalmente online.

## REFERÊNCIAS

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) nº 956/2021a**. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2021956.html>. Acesso em: 01 dez. 2022.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) nº 1000**: Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica. 2021b. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.html>. Acesso em: 03 jan. 2023.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Procedimentos de distribuição**: Módulo 8 – Qualidade no fornecimento de energia elétrica. 2021c. Disponível em: [https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren2021956\\_2\\_7.pdf](https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren2021956_2_7.pdf). Acesso em: 05 jan. 2023.

EQUATORIAL DISTRIBUIÇÃO PIAUÍ. **Relatórios técnicos, Operacionais**. 2022.

GOOGLE EARTH. Disponível em: <<https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>>. Acesso em: 01 dez. 2022.

MAPINR. Disponível em: <<https://www.apkonline.net/pt/mapinr/app.mapinr>>. Acesso em: 01 dez. 2022.

OLIVEIRA, Altamir Fernandes de et al. Diagnóstico parcial da arborização viária sob rede elétrica na Regional Oeste de Minas Gerais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 85, p. 31-40, 2016.

TIMESTAMP. Disponível em: <<https://timestamp-camera-free.br.aptoide.com/app>>. Acesso em: 01 dez. 2022.





**LESTU**  
Publishing Company



CENTRO UNIVERSITÁRIO  
SANTO AGOSTINHO

ISBN: 978-65-85729-05-5

