



# O Convívio das Linhas de Distribuição com a Vegetação: Desafios, Alternativas e Impactos Econômicos e Socioambientais

**Tema:** ESG - Environmental, Social and Governance

**Autores:** Giovani Eduardo Braga

**Co-Autores:** -

**Empresa:** CEMIG Distribuição S.A

---

## Resumo

Uma das maiores, se não a maior, causas de falhas permanentes no setor elétrico, sobretudo nas linhas aéreas de transmissão e distribuição, é decorrente da falha de isolamento devido a vegetação ou queimada na faixa de segurança destas linhas. É também um dos maiores, se não o maior, custo/despesa de manutenção nas linhas aéreas de transmissão e distribuição, uma vez que é cada vez maior a dificuldade de encontrar mão de obra para as atividades de intervenção na vegetação. Gera muitos passivos trabalhistas e ambientais para a Cemig e a maioria das concessionárias. Uma alternativa é substituir a vegetação existente por uma que não cresça com taxa e portes elevados ou pegue fogo com facilidade. Outra alternativa é desenvolver e/ou usar técnicas de alta produtividade para fazer as medições das distâncias, principalmente vertical, e calcular os riscos de falha de isolamento com softwares adequados. Outras técnicas podem envolver mecanização avançada de corte de árvores, utilização de produtos químicos (herbicidas, aceiro verde, etc.), para minimizar os riscos, custos operacionais, passivos, etc.

O artigo explora as regulamentações e leis, federal, estadual e municipal destacando os desafios para as concessionárias no cumprimento das normas, bem como as possíveis atualizações que podem otimizar a convivência entre esses elementos, levando em consideração dispêndios financeiros em capex e opex, desempenho dos ativos, a preservação ambiental e a segurança em geral.

O objetivo deste trabalho é mostrar e analisar os avanços recentes para manutenção das faixas de segurança de linhas aéreas no tocante a vegetação, principalmente do projeto Manejo Integrado de Vegetação - MIV, objeto de desenvolvimento e aplicação na Cemig, e outras soluções para minimizar/mitigar os efeitos indesejáveis e convívio da vegetação com o sistema elétrico de potência.

## 1. Introdução

A convivência entre as linhas aéreas de energia elétrica e a vegetação é um desafio crescente, especialmente em áreas rurais ou mesmo urbanas com grande cobertura vegetal. As linhas de distribuição de energia, essenciais para o fornecimento de eletricidade, frequentemente entram em contato com árvores e plantas, resultando em impactos operacionais, ambientais, econômicos e de segurança. Este artigo tem como objetivo analisar as alternativas para o convívio harmonioso entre esses dois elementos, considerando as regulamentações vigentes e os impactos em diferentes áreas. A análise foca na implantação, operação e manutenção das linhas de energia elétrica, destacando a importância de estratégias que minimizem os

custos em geral e os impactos operacionais, ao meio ambiente e à segurança de trabalhadores e comunidades.

## **2. Desenvolvimento**

### **2.1 Impactos e Questões Relacionadas o Convívio da Vegetação com as Linhas Aéreas**

Em linhas gerais, será enumerado a seguir os vários impactos e questões relacionadas ao convívio entre a vegetação e a linhas aéreas de distribuição.

#### **2.1.1. Impactos Ambientais**

A presença das linhas de distribuição de energia elétrica e seu convívio com a vegetação têm implicações diretas no ecossistema local. O crescimento de árvores em áreas próximas a essas linhas pode resultar em podas excessivas, danificação de habitats naturais e comprometimento da biodiversidade. Além disso, as queimadas provocadas por curtos-circuitos devido ao contato com galhos podem ter efeitos devastadores sobre o meio ambiente, incluindo a poluição do solo e da água. O contrário também acontece, e é mais comum, no caso o efeito da ação humana nas queimadas e incêndios que provocam o desligamento das linhas. Alternativas como a utilização de vegetação de baixo porte e a implementação de tecnologias que permitam o controle de vegetação sem a necessidade de grandes intervenções são discutidas como possíveis soluções.

#### **2.1.2. Impactos Econômicos**

A implantação, operação e manutenção das linhas de energia elétrica que envolvem a vegetação acarretam custos significativos. Durante a instalação, por exemplo, pode ser necessário adquirir terrenos, realizar desapropriações ou o mais comum a servidão administrativa, principalmente em áreas rurais com grande cobertura vegetal. Além disso, os custos com podas ou supressões iniciais, regulares, monitoramento constante e ações preventivas contra o crescimento da vegetação exigem investimentos contínuos por parte das concessionárias de energia. É notória a dificuldade de encontrar mão de obra para as atividades de poda, corte e/ou supressão, o chamado facheiro, o que tem encarecido em muito a chamada limpeza de faixa. As alternativas, como a utilização de tecnologias que minimizem a necessidade de supressão, limpeza, poda ou o uso de materiais isolantes em complemento ao isolamento pelo ar, para evitar ou minimizar o contato direto com a vegetação, podem reduzir esses custos a longo prazo. Em linhas aéreas de alta tensão essa realidade não é comum ou possível, como nas redes de média e baixa tensão (iguais e abaixo de 13,8kV). Nestas situações, para a linhas aéreas de alta tensão, é conveniente analisar alternativas de traçado nos locais onde ficarão as torres, em conjunto com altura das mesmas, além de outras técnicas para melhorar o isolamento aéreo aumentando as distâncias elétricas da vegetação.

#### **2.1.3. Regulamentações e seus Impactos**

A convivência entre linhas de energia elétrica e a vegetação é regulamentada por normas e leis que visam garantir a segurança e a sustentabilidade. No Brasil, por exemplo, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) estabelece requisitos técnicos para a poda e manutenção da vegetação ao redor das linhas de transmissão e distribuição. Mas sobretudo, existe um arcabouço legal estabelecido a nível federal, estadual e municipal para o manejo da vegetação, que muitas das vezes nas concessionárias se limitam a limpeza de faixa, que nada mais é que o corte ou supressão da vegetação. Isso deve ser bem observado pela concessionária para a minimização de riscos e passivos ambientais.

#### **2.1.4. Questões de Saúde e Segurança**

A interação entre trabalhadores de empresas de energia e a vegetação nas proximidades das linhas elétricas representa riscos significativos. A exposição a fios e cabos de alta tensão e o risco de acidentes durante

atividades de poda e manutenção, como choques elétricos ou quedas, são uma preocupação constante, e de fato frequente. Além disso, a segurança das comunidades ao redor das linhas de energia deve ser considerada, principalmente em áreas densamente vegetadas, onde a probabilidade de interrupção de fornecimento de energia devido ao contato com árvores é alta. As práticas de segurança recomendadas por normas, o uso de equipamentos de proteção e a educação das comunidades sobre o risco de contato com as linhas de energia são discutidos no artigo. Entretanto, dentro de determinadas condições técnicas, pode ser interessante o convívio da linha com a comunidade com o uso de hortas comunitárias na faixa de segurança das linhas, por exemplo. A Cemig e várias concessionárias no Brasil fazem uso deste artifício, que pode ser muito válido para a sociedade e para a concessionária.

## **2.2 Alternativa Técnicas para o Convívio da Vegetação com as Linhas Aéreas**

A seguir, será explorada alternativas técnicas e econômicas para minimizar custos, riscos e melhorar o desempenho operacional das linhas de energia elétrica relacionadas à vegetação.

### **2.2.1. Uso de Tecnologias de Monitoramento Remoto**

O uso de tecnologias como drones e sensores remotos pode ser uma alternativa eficiente para monitorar a vegetação nas faixas de segurança das linhas de transmissão e distribuição. Essas tecnologias permitem uma análise precisa do crescimento da vegetação, identificando áreas de risco e pontos críticos onde a poda ou intervenção pode ser necessária. O uso de drones equipados com câmeras de alta definição, sensores térmicos e Lidar (medições laser) também possibilita inspeções mais precisas, rápidas e seguras, sem a necessidade de deslocamento físico por áreas de difícil acesso. Isso pode reduzir custos com mão de obra, além de aumentar a segurança dos trabalhadores, ao evitar a necessidade de deslocamentos e/ou intervenções em locais de risco.

Como pode ser visto em (1), o uso dos veículos aéreos não tripulados ou remotamente pilotados, comumente chamado de drones, é uma ferramenta consagrada e usada por todas concessionárias. A diferença está no sensoriamento como é bem explicado na referencia (1). Entretanto, uma série de cuidados deve se ter em termos de segurança com esta aplicação de monitoramento.

Já os sensores fixos tem um apelo maior para o monitoramento de médio e longo prazo da vegetação, das queimadas e incêndios que são por demais danosos para o sistema elétrico, sendo as causas mais danosas em termos de falhas permanentes, em geral. Em (2) e (3) é possível ver uma boa aplicação para isso. O uso das imagens de satélites já é uma realidade para monitoramento de desmatamento, queimadas, etc., o que é facilmente percebido e noticiado pela imprensa. Entretanto, tanto o risco do fogo quanto a proximidade de vegetação para monitoramento por imagem, principalmente, é de difícil utilização para ações de curto prazo e emergenciais, mas pode dar bons indicativos para uma ação preventiva e evitar danos maiores para a linha ou mesmo para o meio ambiente.

### **2.2.2. Automação e Tecnologias de Isolamento**

A implementação de sistemas de automação nas linhas de energia elétrica pode reduzir significativamente os custos operacionais e aumentar a segurança. A automação permite que, ao detectar a presença de vegetação ou um curto-circuito, a linha seja imediatamente desenergizada ou isolada, minimizando o impacto de falhas. Além disso, a instalação de isoladores avançados nas linhas pode permitir que a vegetação próxima não entre em contato direto com os fios, reduzindo o risco de incêndios ou quedas de energia.

Uma alternativa a ser pensada é o uso de cobertura nos cabos condutores das linhas de alta tensão (138 e 69kV), assim como já existe para as redes de 13,8kV, a chamada rede protegida. O uso destes cabos recobertos pode não evitar um desligamento da linha de alta tensão em todos os casos, mas pode minimizar impactos, ser interessante quando usados com os IEDs de alta sensibilidade (relés), fazendo o tratamento operativo e detecção da possível falha com a antecedência adequada.

### **2.2.3. Poda/Supressão/Limpeza Controlada Mecanizada e Vegetação de Baixo Porte**

Uma das alternativas mais comuns e econômicas para minimizar os impactos da vegetação nas linhas de energia elétrica é a prática de poda ou supressão controlada mecanizada. Existe uma grande quantidade de soluções para mecanização para controle da vegetação. Estas máquinas permitem uma produtividade muito maior, minimizar riscos de saúde e segurança da força de trabalho e ainda podem eliminar ou dar um tratamento mais adequado aos resíduos gerados, que podem ser um problema em algumas áreas, onde normalmente não é dada destinação a este resíduo. A Figura 1 e 2 abaixo mostra exemplos desta utilização.





Figura 1 - Equipamento mecanizado para supressão de vegetação que não gera resíduo



Figura 2 - Equipamento mecanizado para limpeza da faixa onde o resíduo pode ser reaproveitado

A realização de podas/supressões periódicas nas áreas de risco é fundamental para garantir a segurança das linhas e evitar o contato com os cabos, como pode ser observado na referência (4). No entanto, a implementação de vegetação de baixo porte nas faixas de segurança das linhas pode ser uma solução mais sustentável e de menor custo a longo prazo. Substituir árvores de grande porte por plantas rasteiras ou arbustos de pequeno porte e/ou menos inflamáveis podem reduzir a necessidade de podas e/ou limpeza constantes da faixa da linha e minimizar os impactos ambientais e operacionais. Inúmeras são estas iniciativas, como na Figura 3 e 4, objeto de Pesquisa e Desenvolvimento feitas por empresas do setor elétrico. Já as Figuras 5 e 6 mostram uma aplicação real de substituição de vegetação no corredor de linha 138kV Barreiro 1-Cidade Industrial e BH Bonsucesso-Demetrô C (circuito duplo), linhas estas que alimentam cinco grandes clientes, inclusive uma estação de trem da capital mineira. Foi feito um trabalho de convencimento da prefeitura de Contagem-MG para substituição das árvores exóticas (castanheiras), que exigiam intervenções constantes de manutenção, por árvores compatíveis com o convívio com as linhas.



Figura 3 - Substituição de vegetação em faixa de linha



Parcela do sansão do campo.



Parcela do sansão do campo.



Parte superior da parcela com hibisco logo após a queima.



Parte inferior da parcela com hibisco logo após a queima.



Parcela com o limão após a queima.



Parcela com o limão após a queima.

Figura 4 - Substituição de vegetação em faixa de linha para evitar queimadas





Figura 5 - Situação inicial da vegetação no corredor de linhas, situação de 2014



Figura 6 - Situação após a substituição da vegetação (2023)

#### 2.2.4. Uso de Herbicidas e Soluções Biológicas

Outra alternativa técnica e econômica que pode ser aplicada, principalmente em áreas rurais ou de difícil acesso, é o uso de herbicidas seletivos para controlar o crescimento da vegetação nas faixas de segurança das linhas. O chamado Manejo Integrado de Vegetação (MIV) já é uma realidade para várias empresas inclusive para própria Cemig, embora ainda em evolução (5). Manejo Integrado de Vegetação em faixas de linhas é um conjunto de práticas que visa ao estabelecimento em longo prazo de uma comunidade de plantas, cujas características de crescimento não interfiram no desempenho operacional das instalações elétricas ou que demandem o mínimo de intervenções, além de prover proteção para o solo, abrigo e alimentação para a fauna, dentre outros benefícios. Na Figura 7 é possível ver os resultados, até então preliminares, da eficiência do MIV.





Área com MIV



Área sem MIV



Divisão do vão em área com MIV (esquerda) e sem MIV (à direita)

Figura 7 - Resultados, até então preliminares, de uma aplicação do MIV  
 Uma das técnicas de aplicação do MIV, a folhear, já vem sendo feita com a utilização de drones. Com esta técnica de aplicação é possível ganhos operacionais relevantes neste tipo de manejo (Figura 8).





Figura 8 - Aplicação de herbicida com aeronave pilotada remotamente (drone)

No entanto, essa prática deve ser cuidadosamente gerenciada para evitar impactos negativos no meio ambiente. Além disso, soluções biológicas, como o controle de vegetação por meio de plantas invasoras que competem com outras espécies vegetais, podem ser exploradas como uma alternativa mais ecológica e de baixo custo. A utilização desses métodos deve ser feita em conformidade com regulamentações ambientais e sempre buscando o equilíbrio entre segurança e preservação ambiental. De acordo com o uso e ocupação do solo, como atividades agropecuárias, o uso do MIV não é recomendado ou no mínimo muito bem avaliado.

O uso do MIV tem um custo inicial mais elevado. Entretanto, como pode ser visto na referência (5), o custo de O&M tende a cair a longo prazo, podendo até ser eliminado com a utilização do MIV, tendo uma atratividade econômica interessante e justificada.

#### **2.2.5. Design de Linhas de Energia e Uso de Tecnologias Inovadoras**

A implantação de novas tecnologias no design/projeto das linhas aéreas de transmissão e distribuição pode melhorar significativamente o desempenho operacional e reduzir o impacto da vegetação. Linhas aéreas com materiais isolantes e linhas subterrâneas são opções a serem consideradas, dependendo da viabilidade econômica e das condições geográficas. Apesar de não ser especificamente inovador, o uso de torres mais altas, com distâncias de segurança (clearance) mais elevadas, atravessando a vegetação sem intervir nela, é uma prática que pode ser, dependendo do caso e situação, vantajosa para concessionária, em termos de relação custos de investimento e despesa (capex/opex), desempenho operacional (redução de desligamentos), redução de prazo de obras, licenças, impacto ambiental, saúde e segurança, etc. Esta possibilidade já foi brevemente discutida na referência (4), por exemplo. Em um estudo preliminar feito pelo GT B2-08 do Cigré Brasil, mostrou que é possível utilizar o alteamento das torres e/ou otimizando a plotação para ganho de altura dos cabos, e conseguir o retorno do maior investimento na redução das despesa de O&M ser conseguido num prazo em torno de 5 anos. Existem outras formas de aumentar distâncias de segurança, como uso de mísulas isolante e condutores de baixa flexa. Evidentemente estes dados financeiros de investimento, despesa, além da questão de licenças, redução de custos operacionais, etc., devem ser melhor explorados, já que podem variar de obra para obra, questões mercadológicas, etc. Hoje é perfeitamente possível construir linhas aéreas com impactos ambientais, no caso o desmatamento, próximo de zero, com uso não só de projetos adequados, como mostrado anteriormente, mas com técnicas construtivas modernas e adequadas. Obviamente isso encarece a construção da linha, mas pode ser o preço que tenhamos que pagar para minimizar as mudanças climáticas.

As linhas subterrâneas, embora mais caras na sua instalação, podem eliminar o risco de falhas devido ao contato com a vegetação, especialmente em áreas urbanas ou densamente arborizadas. Entretanto, estas linhas são utilizadas em último caso, quando não houver outra alternativa tecnicamente viável para a segurança operacional e de terceiros, pois são excessivamente mais caras que as linhas aéreas.

#### **2.2.6. Planejamento e Zoneamento Eficientes**

Uma abordagem de planejamento de uso do solo pode ajudar a minimizar o impacto da vegetação sobre as linhas de energia elétrica. O zoneamento inteligente pode ser utilizado para evitar a implantação de grandes áreas de vegetação nas proximidades de linhas de energia, promovendo um uso mais controlado e seguro do território. A colaboração entre as concessionárias de energia e órgãos de planejamento urbano e ambiental pode contribuir para a criação de áreas de preservação e zonas de segurança que ajudem a manter a vegetação distante das linhas elétricas, reduzindo a necessidade de podas constantes e garantindo a segurança.

O uso de softwares para a gestão da vegetação na faixa das linhas é uma realidade já adotada por várias concessionárias. Estes softwares usam dados georreferenciados para determinar taxa de crescimento, porte e inflamabilidade da vegetação para fazer o devido planejamento da intervenção, que pode ser o MIV,



a substituição da vegetação ou simplesmente a poda ou supressão. A Cemig já tem algumas experiências com estes recursos (6). Essa experiência foi muito favorável e conseguiu indicar uma região com maior risco que foi validada pelas equipes de campo, como pode ser visto na Figura 9.

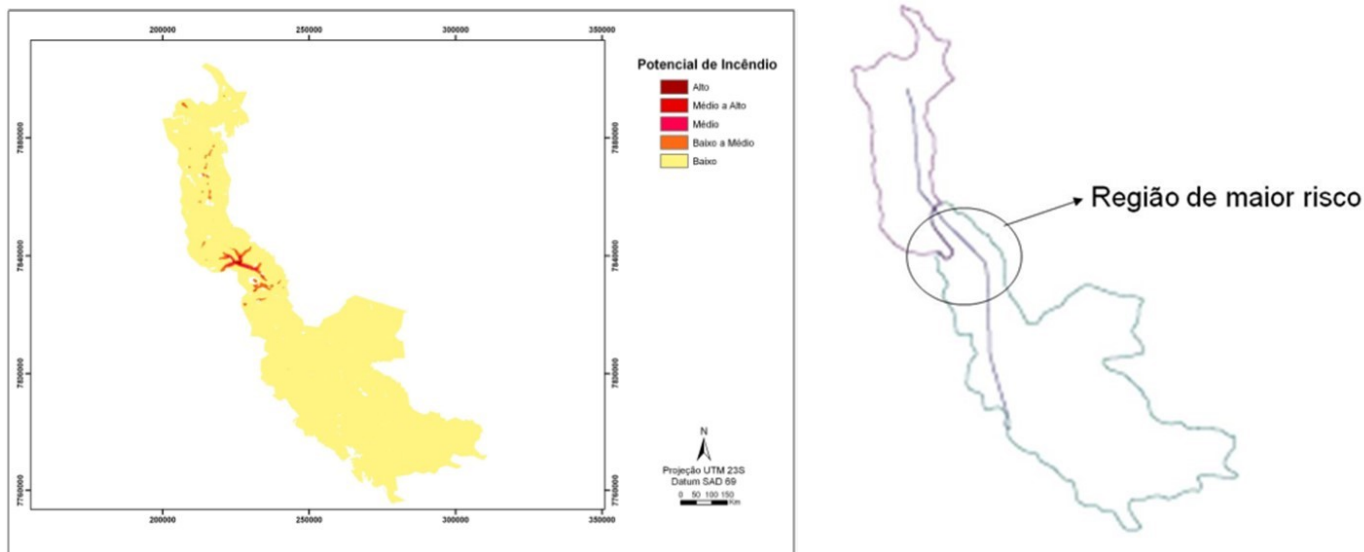


Figura 9 - Mapa desenvolvido a partir de uma aplicação em software georreferenciado Já a aplicação da empresa TAESA (7), trata-se de uma aplicação mais recente e já em fase de produção, mas com metodologia muito parecida a mostrada anteriormente. Veja a similaridade na Figura 10.

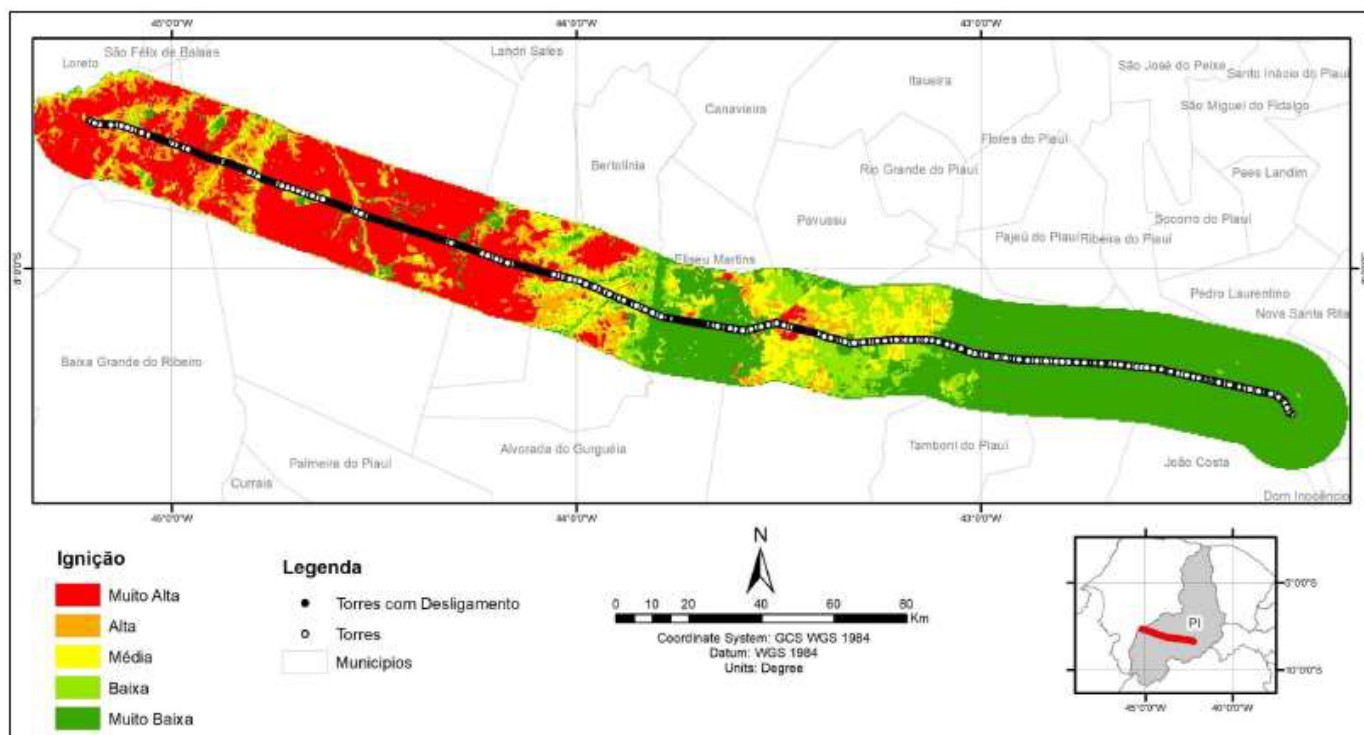


Figura 10 - Resultado do desenvolvimento da TAESA

Observa-se claramente que é bem possível fazer um planejamento adequado da intervenção na vegetação com antecedência e obter melhores resultados. Existem outras aplicações comerciais para aquisição como a mostrada em (8). Já o software mais utilizado no mundo para projeto de linhas aéreas tem uma aplicação que permite cálculos com precisão da interferência da vegetação com o cabo (9).

### 2.2.7. Parcerias com Comunidades e Educação Ambiental

A educação e conscientização das comunidades locais também desempenham um papel fundamental na redução dos riscos e custos relacionados à vegetação nas faixas de segurança. Programas de conscientização ambiental podem ensinar os moradores a identificar e notificar problemas com vegetação nas proximidades das linhas de energia, contribuindo para a manutenção preventiva e evitando falhas. Além disso, a criação de parcerias com agricultores e proprietários de terras pode facilitar o manejo da vegetação, promovendo práticas agrícolas que não interfiram com as faixas de segurança e incentivando o plantio de vegetação compatível com a infraestrutura energética, inclusive como já foi discutido nas seções anteriores. Praticamente todas as concessionárias fazem campanhas educativas, até por exigências legais ou regulatórias. O aumento da abrangência e frequência destas ações são por demais úteis e válidas. A Figura 11 mostra um bom exemplo adotado pela Cemig no passado.



Figura 11 - Cartaz de uma Campanha Externa de Prevenção de Acidentes com a População da Cemig



### 3. Conclusão

Essas alternativas técnicas e econômicas visam reduzir os custos de O&M, minimizar os riscos e melhorar o desempenho operacional das linhas de energia elétrica em relação à vegetação nas faixas de segurança, principalmente a médio e longo prazo. A implementação dessas soluções depende de fatores como o contexto geográfico, social, ambiental, as regulamentações locais e a disponibilidade de tecnologias adequadas. Ao adotar uma combinação dessas abordagens, as concessionárias podem melhorar a eficiência da operação, reduzir impactos ambientais e, ao mesmo tempo, garantir a segurança dos trabalhadores e da comunidade. Trata-se também de uma grande, se não a maior, contribuição do setor elétrico para fixar carbono da atmosfera e reduzir as mudanças climáticas. Essa pode ser uma oportunidade para as distribuidoras, individualmente ou através da ABRADEE, estabelecerem metas para a redução do desmatamento das faixas de segurança das linhas e redes, estabelecendo um novo patamar de ESG no setor elétrico.

A convivência entre as linhas de energia elétrica e a vegetação é um desafio complexo que envolve questões ambientais, econômicas e de segurança. Embora as alternativas de convivência, como o uso de vegetação de baixo porte e o aprimoramento das tecnologias de poda, possam minimizar muitos dos impactos negativos, a implementação dessas soluções requer a adaptação das regulamentações e a colaboração entre as concessionárias, autoridades e comunidades. Além disso, a segurança dos trabalhadores e a proteção do meio ambiente devem ser prioridades nas práticas de manutenção e operação das linhas de distribuição de energia elétrica. O equilíbrio entre a demanda por energia elétrica e a preservação ambiental, aliado a estratégias eficazes de convivência, é essencial para garantir um sistema de energia sustentável e seguro.

### 4. Referências bibliográficas

- (1) T&DWorld. Acessado em 03/01/2025, disponível em: <https://www.tdworld.com/vegetation-management/article/21239655/enhancing-inspection-methods-with-drones>
- (2) Bortolini, D. E. Detecção de incêndios ambientais utilizando persistência espaço-temporal, segmentação por cor e sub-amostragem de vídeo. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Minas Gerais.
- (3) EDUARDO ALVIM LEITE; FLAVIO DEPPE; GABRIEL HENRIQUE DE ALMEIDA PEREIRA; GIOVANI FRONZA; CLOVIS CECHIM. Sistema de vigilância de incêndios e de focos de calor (VFogo): Plataforma de tomada de decisão para monitoramento ambiental e operação de LTs. In: XXV SNPTEE SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. 10 a 13 de novembro de 2019. Belo Horizonte - MG.
- (4) PADOVAN, ANDRE LUIS; ANTUNES, DOUGLAS MARTINS; BACKES, RODRIGO BUENO. APLICAÇÃO DE MÉTODO QUANTITATIVO DO CORTE SELETIVO OTIMIZADO PARA MINIMIZAR IMPACTOS AMBIENTAIS E RISCOS ELÉTRICOS DURANTE O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO. In: XIX SNPTEE. Rio de Janeiro, outubro de 2007.
- (5) CLEBER VIEIRA DA TORRE; ROBSON HENRIQUE GOMES; LEANDRO VELOSO CUNHA; PEDRO MENDES CASTRO. Implantação do MIV - Manejo Integrado de Vegetação na CEMIG GT como metodologia sistemática de manutenção e controle de vegetação nas faixas de servidão de LTs de extra alta tensão em substituição ao manejo convencional com roçada. In: XXV SNPTEE SEMINÁRIO NACIONAL DE

PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. 10 a 13 de novembro de 2019, Belo Horizonte - MG.

(6) BRAGA, G. E.; DIAS, L. S. O. ; MOURA, C. A. . Definição de Áreas Potenciais ao Risco de Desligamento de Linhas de Transmissão Devido a Incêndios - Planejamento e Critérios de Manutenção. In: 26º Congresso Brasileiro de Manutenção, 2011, Curitiba-PR. Anais do 26º CBM. Rio de Janeiro: ABRAMAN, 2011.

(7) ALESSANDRO CESAR DE SOUSA BERREDO; CARINA DE SOUSA RODRIGUES; ALEX DA SILVA SOUSA; LUCIANA SATIKO ARASATO; DANILO MORI PALOMO; ALBERTO RODRIGUES DE SOUSA; FÁBIO DA SILVA COUTINHO. DEFINIÇÃO DE ÁREA IDEAL DE MANUTENÇÃO EM FAIXA DE SERVIDÃO. In: XXV SNPTEE SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. 10 a 13 de novembro de 2019, Belo Horizonte - MG.

(8) Enline-Transmission. Acessado em 09/01/2025, disponível em: <https://dev.enline-transmission.com/products/monitoring-system/#vegetationTracking>

(9) Power Lines Systems. Acessado em 09/01/2025, disponível em: <https://www.powline.com/vegetation/dangertree.html>