

IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS EM OBRAS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

Altobelly Mattos Gomes Miranda

Faculdade Única de Ipatinga

E-mail: altobelly.miranda@gmail.com

RESUMO

Quando se pensa em impactos ambientais causados por obras no setor elétrico, o primeiro grande impacto que vem à cabeça são aqueles causados pelas obras de usinas hidroelétricas. Entretanto, o problema se estende por quilômetros através das linhas de transmissão, já que, na maioria dos casos, os centros produtores e consumidores estão a milhares de quilômetros de distância. Tais empreendimentos afetam de forma negativa a fauna, a flora e, especialmente, o solo das regiões em que estão localizados. Este trabalho tem o objetivo de mostrar os principais impactos causados nas obras de linhas de transmissão completa e esclarecedora. Para isto, foram utilizados como base alguns estudos realizados por profissionais de diversas áreas, bem como a legislação vigente referente ao tema. Foram identificados diversos impactos ambientais, incluindo a erosão do solo. Ao final foram propostas medidas com o objetivo de mitigá-los. Dentre as medidas propostas a educação ambiental surge como um dos principais pilares. Este trabalho é uma proposta para que os profissionais de engenharia levem sempre em consideração as degradações ambientais e suas dimensões, respeitando-se, sempre, a legislação e os limites impostos pela natureza.

Palavras-chave: Impactos Ambientais. Linhas de Transmissão. Educação Ambiental. Mitigação. Engenharia Ambiental.

ABSTRACT

When one thinks of environmental impacts applied by works in the electricity sector, that is, the first major impact that comes to mind is those caused by the works of hydroelectric plants. However, the problem extends for miles through the transmission lines, as in most cases the producing and consuming centers are thousands of miles away. Such developments negatively affect the fauna, flora and especially the soil of the regions in which they are located. This paper aims to show the main impacts affected in the works of complete and enlightening transmission lines. For this, we used as base some studies carried out by professionals of diverse areas, as well as the current legislation related to the subject. Several environmental environments have been isolated, including soil erosion. In the end measures were proposed with the objective of mitigating them. Among the proposed measures for environmental education as one of the main pillars. This work is a proposal for the engineering professionals that always take into consideration the environmental degradations and their dimensions, always respecting a legislation and the limits imposed by the nature.

Keywords: Environmental Impacts. Transmission lines. Environmental Education. Mitigation. Environmental Engineering.

1-INTRODUÇÃO

Atualmente a energia elétrica é fundamental para a execução de diversas atividades, desde as mais simples, como carregar um celular, até as mais complexas, como as de cunho industrial. Independente da forma como será utilizada, passa por complexos processos de geração, transmissão e distribuição, os quais podem carregar consigo impactos sociais e ambientais.

No Brasil, a primeira LT foi construída em 1883, na cidade de Diamantina, estado de Minas Gerais, para transportar a energia utilizada nas minas de diamante. Sua extensão era de, aproximadamente, dois quilômetros (FUCHS, 1977).

É imprescindível que todo o processo de geração, transmissão e distribuição da energia elétrica atendam aos requisitos estabelecidos por órgãos fiscalizadores de minimizar os impactos sobre o meio ambiente. No que tange à transmissão, os principais impactos ambientais estão atrelados às longas distâncias que estas percorrem até chegarem aos centros consumidores (FUCHS, 1977).

Para que sejam implementadas as linhas de transmissão (LT), geralmente, é necessário o desmatamento da vegetação situada abaixo dos cabos, denominada faixa de servidão, a qual possui algumas restrições quanto ao uso, devido a interferências eletromagnéticas (SILVA et al, 2016).

Este estudo tem como objetivo geral realizar uma revisão bibliográfica acerca dos principais impactos ambientais causados na implementação de uma LT, bem como propor medidas mitigadoras para diminuição do problema.

2- O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

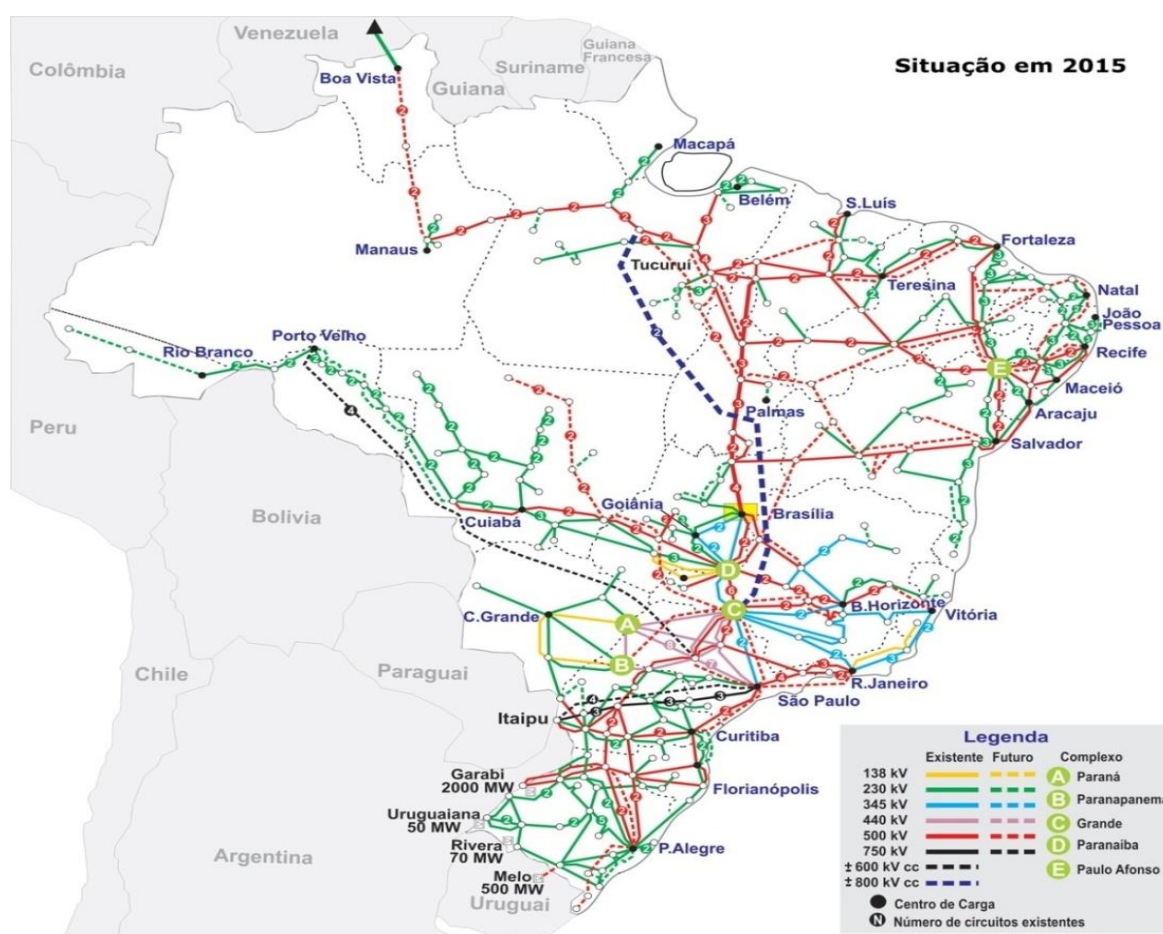
Desde a década de 1990, o setor elétrico brasileiro tem passado por profundas alterações (BRANCO, 1996), dentre elas, destacam-se duas: a privatização de companhias operadoras de energia elétrica e promulgação da Lei 9.427 de 1996, que cria a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), determinando a exploração do potencial elétrico por meio de leilões de concessão.

A ANEEL passa, então, a ser uma autarquia vinculada ao Ministério de Minas e Energia, cuja principal função é a criação de diretrizes e políticas relacionadas aos serviços de energia

elétrica, bem como a fiscalização e regulamentação técnica de empreendimentos relacionados ao setor elétrico brasileiro (BRANCO, 1996).

O Operador Nacional do Sistema Elétrico é o órgão responsável por controlar a geração e a transmissão de toda energia elétrica do Sistema Interligado Nacional, o qual tem o objetivo principal de garantir o abastecimento de energia a todo o mercado brasileiro devidamente regulamentado (CALILI et al, 2016). Dentre seus principais benefícios, destaca-se a troca de energia entre regiões do Brasil, em que os níveis de chuva variam de região para região em determinadas épocas do ano.

Fig. 1- Sistema Interligado Nacional



Fonte: ANEEL (online). Acesso em 30 jul. 2019.

2.1-O Licenciamento Ambiental

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), por meio de suas Resoluções, estabelece algumas atividades nas quais será necessária a elaboração de um Estudo de Impacto

Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Dentre essas atividades, constam as obras referentes a linhas de transmissão com tensão superior a 230 kV.

O EIA deverá conter algumas atividades técnicas, como: diagnóstico ambiental da área de influência do projeto, análise dos impactos ambientais do projeto e suas alternativas, definição de medidas mitigadoras e elaboração de um programa de acompanhamento e monitoramento.

A Resolução 237 (CONAMA, 1997) define os conceitos de licença prévia (LP), licença de instalação (LI) e licença de operação (LO), respectivamente.

- Licença Prévia (LP): é aquela concebida ainda na fase preliminar do planejamento do empreendimento, aprovando sua localização e concepção e atestando sua viabilidade ambiental, estabelecendo, assim, os requisitos básicos a serem atendidos nas próximas fases.
- Licença de Instalação (LI): autoriza a instalação do empreendimento de acordo com as especificações constantes nos planos e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e outras condicionantes.
- Licença de Operação: (LO): autoriza a operação do empreendimento, após serem verificadas o cumprimento efetivo do que consta nas licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação.

A Resolução 006 (CONAMA, 1987), estabelece que para licenciamento de subestações e linhas de transmissão, a LP deve ser requerida no início do planejamento do empreendimento, antes de definida sua localização, ou caminhamento definitivo, a LI, depois de concluído o projeto executivo e antes do início das obras e a LO, antes da entrada em operação comercial.

Atualmente, é muito debatida a questão da burocratização dos licenciamentos, que acarretam atrasos nas obras e não cumprimento de prazos estabelecidos em contratos (MENEZES, 2015).

2.2- A Faixa de Servidão

A faixa de servidão é a área sob a linha de transmissão a qual não deve possuir qualquer tipo de ocupação e sua dimensão varia de acordo com os níveis de tensão da LT (CUCCO; OLIVEIRA, 2011)

A NBR 5422 (ABNT, 1985) estabelece parâmetros mínimos a serem observados em um projeto de LT, incluindo a largura da faixa de servidão a fim de evitar a exposição a campos eletromagnéticos em instalações próximas, cuja medida pode ser obtida pela equação a seguir:

$$L = 2x(b + d + D)$$

Onde:

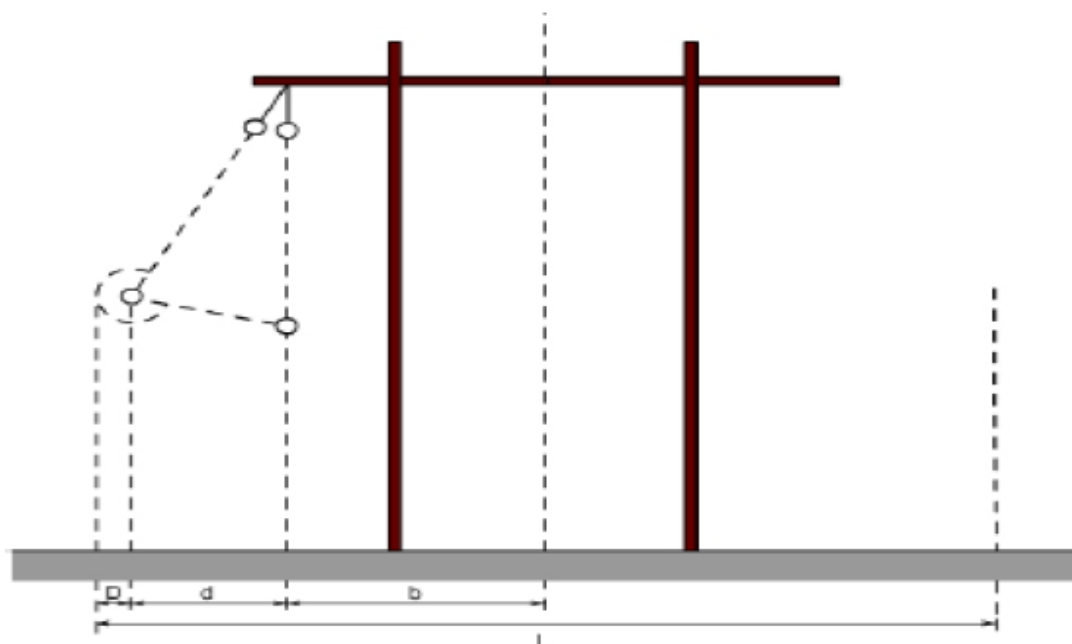
L = largura mínima da faixa de servidão;

b = Distância horizontal do eixo do suporte ao ponto de fixação do condutor mais afastado deste eixo;

d = Soma das projeções horizontais da flecha do condutor e do comprimento da cadeia de isoladores após seu deslocamento angular devido à ação do vento;

D = dado por $D_u/150$, valor mínimo de 0,5 m, onde D_u é a tensão máxima de operação da linha em kV.

Figura 2 - Determinação da largura mínima da faixa de servidão



Fonte: Kuster, 2011 *apud* Silva, 2016

A ANEEL estabelece alguns critérios que devem ser levados em consideração na abertura da faixa de servidão, como rádio interferência, ruído audível, campo elétrico, campo magnético e ângulo de balanço dos condutores sob a ação do vento. (MENEZES, 2015).

Em Áreas de Preservação Permanente, a largura da faixa é estritamente limitada, sendo executada apenas a abertura de picadas, pequenos caminhos abertos na mata com facão e foices, suficientes apenas para lançamento dos cabos. Casos em que seja inevitável a abertura de uma larga faixa em APP, a empresa responsável deve adotar procedimentos legais para compensação ambiental ou reflorestamento. (FERREIRA, 2011).

Recomenda-se sempre que possível a não supressão da vegetação presente na linha de servidão, devendo observar, portanto, a distância de segurança entre os cabos e a vegetação, determinada pela NBR 5422 (ABNT, 1985) e proporcional à tensão de operação da rede, que pode ser observada no quadro abaixo.

Quadro 1 - Distância de Segurança Cabo-Vegetação

Tensão [kV]	138	230	345	500	600
Distância D [m]	4,3	4,83	5,49	6,39	6,97

Fonte: ABNT, 1985

2.3-Os impactos ambientais causados nas obras de LT

Durante a construção das redes de transmissão, os impactos sobre o solo são decorrentes, principalmente, da abertura dos acessos e limpeza da faixa de servidão, onde é retirada grande parte da vegetação, o que ocasiona aceleração de processos erosivos, já que a área ficará completamente exposta, o que causa danos, em alguns casos, permanentes (FERREIRA, 2011).

As alterações sobre a fauna são decorrentes dos desmatamentos de áreas florestais para abertura das faixas de servidão e de acesso. A diminuição das matas acarreta perda de habitat dos animais silvestres, que ficam mais expostos a caça predatória. O efeito da descarga elétrica sobre animais, especialmente aves que pousam sobre os cabos, também é relevante para alteração sobre diversas espécies, especialmente em períodos migratórios.

Campos (2010) afirma que os principais impactos sobre os recursos hídricos e sistemas de drenagem ocorrem nas áreas onde há supressão da vegetação, área de bases das torres, canteiros e acessos, e os principais motivos são as atividades que requerem a movimentação da terra e danificam o sistema de infiltração e a drenagem original de águas superficiais.

A retirada da vegetação para lançamento das torres e cabos por longas distâncias criará longos corredores, por onde passarão redes de drenagem artificiais, que podem resultar no carregamento de sedimentos para os cursos d'água próximos, causando o assoreamento de rios e interferindo diretamente na fauna aquática.

2.4- Educação Ambiental: a base de todas as medidas mitigadoras

A fim de reduzir ou suprimir os impactos ambientais durante a parte executiva de um projeto de uma linha de transmissão, surge a obrigatoriedade de recuperar e preservar as áreas

degradadas por meio da adoção do Plano de Recuperação das Áreas Degradadas (PRAD), que deve ser acompanhado por uma equipe de Supervisão Ambiental, cujo principal objetivo é a recuperação do solo por meio do plantio de espécies nativas.

Nas áreas sob a faixa de servidão, a revegetação deve ser feita com espécies de pequeno porte, evitando, desta forma, acidentes decorrentes do contato entre árvores e linhas de transmissão (FERREIRA, 2011)

Ao iniciar a abertura dos acessos é fundamental que se conheça as propriedades físicas do solo, de modo que se escolha o local mais apropriado, de modo que se priorize a conservação do solo e da água.

A abertura de acessos é a responsável por grande parte do desmatamento gerado, seguido pela construção dos canteiros de obras e locais para acampamento. Para que se possa reduzir a degradação ambiental nessas áreas, o fundamental é utilizar, sempre que possível, áreas já ocupadas e preservar a vegetação herbácea nas áreas de depósitos de materiais ao ar livre (FERREIRA, 2011).

O corte da vegetação deve ser feito o mais perto possível do solo, de forma que a decomposição seja acelerada. É proibido o uso de machados para supressão da vegetação, pois estes deixam “ferimentos” nas árvores. O uso de foice e facões é permitido quando se tratar de vegetação de pequeno porte e deve ser realizado por um profissional treinado. A madeira cortada não deve ser arrastada por uma distância maior do que 50 metros, evitando, assim, danificar a estrutura do solo (FERREIRA, 2011).

A construção de um sistema de drenagem das águas pluviais é de grande importância durante as obras e deve ser dimensionado de acordo com a permeabilidade e declividade do solo, devendo desviar as águas pluviais de lugares onde há focos erosivos.

Ainda no que diz respeito à erosão, outra medida mitigadora a ser tomada é a remoção e armazenamento do solo fértil de áreas que serão escavadas, para seu posterior aproveitamento e recuperação. A recolocação da camada fértil do solo retirado em áreas a serem recuperadas devolve ao solo toda matéria orgânica que lhe foi retirada e fornece às plantas os nutrientes necessários para o seu crescimento.

Ferreira (2011) destaca que a retirada de entulhos e restos de materiais de construção constitui uma ação mitigadora dos impactos, já que a limpeza do solo garante melhores condições para o restabelecimento da vegetação, estabelecendo, desta forma, o gerenciamento dos resíduos da construção. Também destaca que os materiais recolhidos sejam destinados a locais apropriados.

Em relação à proteção da fauna silvestre, é necessário que a equipe de Supervisão Ambiental realize o monitoramento e registro dos animais aos arredores das instalações,

realizando, em alguns casos, o salvamento dos mesmos. O remanejamento dos animais deve ser feito em locais próximos que tenham as características semelhantes ao seu *habitat* natural (FERREIRA, 2011).

Para que todas as medidas acima sejam efetivamente realizadas por empreendedores, é necessária, primordialmente, a inserção da educação ambiental no cotidiano de todos os envolvidos direta ou indiretamente na execução do projeto. É preciso que todos saibam da importância do meio ambiente e de seu papel na minimização dos impactos sobre o solo, a fauna e a flora.

3-METODOLOGIA

Para se alcançar o objetivo geral, foi realizada uma revisão bibliográfica a respeito dos impactos ambientais causados em obras de linhas de transmissão. A coleta de dados foi realizada utilizando a plataforma Google Acadêmico.

A pesquisa teve caráter exploratório, pois foi por meio desta que se obteve uma maior proximidade com a realidade do objeto estudado.

Inicialmente, foi realizada a busca de artigos utilizando no campo de busca as palavras “linha de transmissão”, “impactos ambientais”, “educação ambiental” e “medidas mitigadoras”. Posteriormente foram pesquisadas também normas e legislações vigentes acerca do tema abordado e alguns livros relevantes da área, como, por exemplo, as resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

Ao final da pesquisa, os dados foram analisados e compilados para produção deste artigo.

4- CONCLUSÃO

Pode-se concluir, por meio de todo o exposto anteriormente que, assim como as obras de geração, as de transmissão também contribuem de maneira significativa para a degradação do meio ambiente ao redor dos canteiros de obra. Entretanto, algumas vezes esses impactos são desconsiderados por alguns profissionais de engenharia.

A partir da análise dos efeitos sobre o solo, a fauna, a flora e os efeitos sociais, nota-se a importância de se seguir rigorosamente a legislação referente ao licenciamento ambiental, de forma que o projeto seja executado em conformidade às bases legais.

Para que se obtenha harmonia na implantação de um projeto de linha de transmissão é necessário que se cumpram algumas medias de responsabilidade socioambiental, algumas destas previstas em legislação e nos Planos de Recuperação de Áreas Degradadas.

A presença de profissionais treinados e capacitados é, portanto, fundamental para o sucesso ambiental de um projeto de linha de transmissão, tornando-se, assim, imprescindível que estes, ligados direta ou indiretamente ao projeto, sejam educados e treinados para respeitarem os limites impostos pela natureza, para, que desta forma, medidas mitigadoras que funcionem efetivamente, sejam tomadas e colocadas em prática.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5422**: Projeto de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica. Rio de Janeiro: ABNT, 1985.

BRANCO, E. C. A reestruturação e a modernização do setor elétrico brasileiro. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 6, n. 1, p. 105-141, 1996. Disponível em: < [https:// revistas .face.ufmg.br/index.php/novaeconomia/article/view/2271/1212](https://revistas.face.ufmg.br/index.php/novaeconomia/article/view/2271/1212)>. Acesso em: 08 out. 2019.

CALILI, R. F. et al. Proposta de um método empírico de ajustes de séries temporais influenciadas pelos ofensores calendário e temperatura. **Gestão e Produção**. São Carlos, v. 23, n. 4, p. 787-797, 2016. Disponível em: < [http://www.scielo.br/ pdf/gp/v23n4/0104-530X-gp-23-4-787.pdf](http://www.scielo.br/pdf/gp/v23n4/0104-530X-gp-23-4-787.pdf)>. Acesso em 08 out. 2019.

CAMPOS, O. L. Estudo de caso sobre impactos ambientais de linhas de transmissão na Região Amazônica. **BNDES Setorial**. Rio de Janeiro, n. 32, p. 231-266, 2010. Disponível em < https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2923/2/BS%2032%20Estudo%20de%20caso%20sobre%20impactos%20ambientais_P.pdf>. Acesso em 20 set. 2019.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Resolução n. 006, de 16 de setembro de 1987**. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de obras do setor de geração de energia elétrica. Brasília, 1987. Disponível em < [http://www2.mma.gov.br/ port/conama/legiabre.cfm?codlegi=57](http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=57)>. Acesso em 25 set. 2019.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Resolução n. 237, de 19 de dezembro de 1997**. Dispõe sobre a necessidade de revisão dos procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental. Brasília, 1997. Disponível em <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em 25 set. 2019.

CUCCO, J.; OLIVEIRA, F. H. Modelo de propensão a ocupações irregulares em linhas de transmissão de energia elétrica. **GEOSP Espaço e Tempo**. São Paulo, n. 30, p. 107-120, 2011. Disponível em: < <http://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/74235/77878>>. Acesso em 30 set. 2019.

FERREIRA, J. B. **Estudo de impactos ambientais e medidas mitigadoras para uma obra de linhas de transmissão de energia elétrica**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. Disponível em: < <http://tcc.bu.ufsc.br/CCATCCs/agronomia/2011/ragr238.pdf>>. Acesso em 27 set. 2019.

FUCHS, R. D. **Transmissão de Energia Elétrica**. 1ª Edição. Itajubá: LTC/EFEI, 1977.

MENEZES, V. P. **Linhas de transmissão de energia elétrica aspectos técnicos, orçamentários e construtivos**. 2015. 87 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: < <https://unig.br/wp-content/uploads/2019/04/submissoes.pdf>>. Acesso em 08 out. 2019.

SILVA, C. A. et al. Análise conceitual de linhas de transmissão operando em regime permanente senoidal. **For Science**. Formiga, v. 4, n. 2, p. 01-16, 2016. Disponível em: < <http://www.forscience.ifmg.edu.br/forscience/index.php/forscience/article/view/206>>. Acesso em 27 set. 2019.