



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS
GERAIS CEFET - MG
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

**MAPEAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DE RISCO À QUEIMADAS EM
LINHA DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

FERNANDA MIRANDA CARDOSO

**BELO HORIZONTE - MG
2022**

FERNANDA MIRANDA CARDOSO

**MAPEAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DE RISCO À QUEIMADAS EM
LINHA DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista

Orientador: Prof. Dr. Carlos Wagner Gonçalves Andrade Coelho

BELO HORIZONTE

2022

FOLHA DE ASSINATURAS

//___

Acadêmica: Fernanda Miranda Cardoso

//___

Prof. Dr. Carlos Wagner Gonçalves Andrade Coelho

CEFET-MG

//___

Diego Fontes Lustosa

Engenheiro Ambiental e Sanitarista

//___

Prof. Dr. Evandro Carrusca de Oliveira

CEFET-MG

AGRADECIMENTOS

Eu agradeço à tudo e à todos que contribuíram com minha vida acadêmica, aos desafios que me deixaram motivada para vencê-los. À minha mãe por nunca ter medido esforços para proporcionar o melhor ao seu alcance para minha formação, ao meu pai por ter ensinado sobre o valor do trabalho. Às amigas pelo incentivo, pela troca e fuga nos momentos necessários. Ao meu professor orientador Carlos por todo apoio e a também a Isabela Gomes Ribeiro pelas assistências. Ao CEFET-MG por esses mais de 10 anos em que estamos conectados, pela oportunidade de ter conhecido professores incríveis, inspiradores, pelo encontro de pessoas que sempre estarão marcadas na minha história, por todas as oportunidades que a instituição me proporcionou, eu sou grata.

RESUMO

CARDOSO, FERNANDA MIRANDA. **Mapeamento e classificação risco à queimadas em linha de transmissão de energia elétrica**. 2022. 50. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

As queimadas apresentam um grande risco ambiental e econômico e se tratando em linhas de transmissão de energia elétrica, podem apresentar risco tanto para as estruturas das torres quanto para o abastecimento energético de uma região. Considerando essa importância, este trabalho teve como objetivo mapear as áreas vulneráveis à queimadas em uma linha de transmissão denominada Lote 4 - leilão 013/2015. Assim foi feita uma análise dos aspectos que mais influenciam ao surgimento de queimadas na região de estudo como os fatores climáticos de umidade relativa, precipitação e temperatura, fatores topográficos de altitude, declividade e orientação de encostas, e de uso e ocupação. Os dados foram georreferenciados ao longo da linha de transmissão em estudo. Após o levantamento dos dados foi estabelecido o grau de criticidade de cada fator, ponderados de valores de 1 a 5 onde, o valor mínimo tem menor contribuição para o fogo e o valor 5 maior contribuição. Além disso, foi utilizado o método AHP para geração de uma hierarquia entre as variáveis apontando qual tem maior peso entre elas para a geração/proliferação do fogo. Consequentemente, os dados foram cruzados em um SIG – Sistema de Informação Geográfica, através de técnicas de álgebra de mapas. Portanto, obteve-se um mapa com a classificação de risco da área analisada, considerando perigo mínimo, baixo, moderado, alto e elevado. Em nenhuma porção da área analisada, apresentou risco elevado à queimadas, nem risco mínimo. Na região norte foi onde apontou risco alto para proliferação do fogo. Ressalta-se que as técnicas de análise multicritério permitiram compreender o comportamento do fogo mediante as variáveis estudadas. De toda forma, novas variáveis devem ser inseridas no modelo, além de ampliação da resolução dos dados estudados.

PALAVRAS CHAVES: Linha de transmissão, queimadas, AHP

ABSTRACT

CARDOSO, FERNANDA MIRANDA. **Mapping and risk classification for fires in electric power transmission lines**. 2022. 50. Undergraduate thesis (Environmental and Sanitary Engineering) - Department of Environmental Science and Technology, Federal Center of Technological Education of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

The fires present a big environmental and economic risk and when dealing with electric energy transmission lines, they can present a risk both for the tower structures and for the energy supply of a region. Considering this importance, this work aimed to map the areas vulnerable to fires in a transmission line called Lot 4 - auction 013/2015. Thus, an analysis was made of the aspects that most influence the emergence of fires in the study region, such as the climatic factors of relative humidity, precipitation and temperature, topographic factors of altitude, slope and orientation of slopes, and use and occupation. The data were georeferenced along the transmission line under study. After collecting the data, the degree of criticality of each factor was established, weighted from values from 1 to 5, where the minimum value has the least contribution to the fire and the value 5 has the greatest contribution. In addition, the AHP method was used to generate a hierarchy between the variables, pointing out which one has the greatest weight among them for the generation/proliferation of fire. Consequently, the data were crossed in a GIS - Geographic Information System, through map algebra techniques. Therefore, a map was obtained with the risk classification of the analyzed area, considering minimum, low, moderate, high and high danger. In no portion of the analyzed area, did it present a high risk of fires, nor minimal risk. In the northern region, there was a high risk for fire proliferation. It is noteworthy that the multicriteria analysis techniques allowed us to understand the behavior of fire through the variables studied. In any case, new variables must be inserted in the model, in addition to expanding the resolution of the data studied.

KEYWORDS: Transmission line, burning, AHP

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa traçado da linha Padre Paraíso 2- Governador Valadares	16
Figura 2: Mapa localização da área de análise.....	20
Figura 3: Mapa de localização das estações meteorológicas	21
Figura 4: Mapa de precipitação no período seco	22
Figura 5: Mapa de umidade relativa período seco	24
Figura 6: Mapa temperatura no período seco.....	25
Figura 7: Mapa de uso e ocupação da área de análise	26
Figura 8: Mapa de altitude da área de análise.....	28
Figura 9: Mapa declividade da área de análise	29
Figura 10: Mapa orientação das encostas da área de análise	31
Figura 11: Mapa perigo ao fogo quanto à precipitação da área de análise	35
Figura 12: Mapa perigo ao fogo quanto à umidade relativa da área de análise.....	36
Figura 13: Mapa perigo ao fogo quanto à temperatura.....	37
Figura 14: Mapa perigo ao fogo quanto o uso e ocupação	38
Figura 15: Mapa perigo ao fogo quanto à altitude	39
Figura 16: Mapa perigo ao fogo quanto a declividade.....	40
Figura 17: Mapa perigo ao fogo em relação a orientação das encostas	41
Figura 18: Mapa risco ao fogo na área de análise.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Temperatura e grau de inflamabilidade.....	13
Tabela 2: Nível de propagação dos incêndios em função do tipo de formação vegetal	13
Tabela 3: Detalhamento das classes de Uso, Ocupação e Cobertura Vegetal do Lote 4 (1 km para cada lado a partir da diretriz da Linha).....	19
Tabela 4: Estações Meteorológicas.....	21
Tabela 5: Classificação de precipitação no período seco	23
Tabela 6: Classificação de umidade relativa no período seco	24
Tabela 7: Classificação da temperatura no período seco	25
Tabela 8: Classificação de uso e ocupação	27
Tabela 9: Classificação altitude.....	28
Tabela 10: Classificação de declividade da área de análise	30
Tabela 11: Classificação de orientação de encostas da área de análise	31
Tabela 12: Ranqueamento dos aspectos	32
Tabela 13: Escala fundamental de Saaty	32
Tabela 14: Prioridade relativa dos aspectos	33
Tabela 15: Classificação do risco às ocorrências às queimadas.....	34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS DA PESQUISA.....	10
2.1. Objetivo Geral:	10
2.2. Objetivos Específicos:	10
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	11
3.1. Queimadas	11
3.2. Fatores que influenciam o comportamento do fogo	12
3.3. Geoprocessamento	14
4. METODOLOGIA DE TRABALHO	16
4.1. Caracterização da área de estudo	16
4.2. Coleta de dados	19
4.2.1. Aspectos climáticos.....	20
4.2.2. Uso e ocupação.....	25
4.2.3. Aspectos topográficos	27
4.3. Análise multicritério	31
4.4. Classificação resultado AHP	33
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
6. CONCLUSÃO	43
7. RECOMENDAÇÃO	44
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA	45

1. INTRODUÇÃO

As linhas de transmissão são a ponte que transfere a energia elétrica gerada para as fontes consumidoras. No Brasil cerca de 63,5% (EPE, [2021?]) da energia gerada advém das hidrelétricas, ou seja, a matriz energética brasileira é muito dependente das águas, conseqüentemente, dependente dos regimes pluviométricos. Esta fonte de energia apesar de abundante na maior parte do país, em algumas regiões ou em determinadas épocas do ano há escassez de águas, comprometendo a geração de energia e com isto, o desempenho energético, gerando cenário de tensão pela possibilidade da falta de energia.

Por isso, torna-se importante o Sistema Interligado Nacional (SIN), que é o sistema de produção e transmissão de energia elétrica nacional que permite escoar a energia elétrica em malha, de modo que seja possível transmitir eletricidade de regiões com maior disponibilidade para regiões com menor disponibilidade. O objetivo principal deste sistema em malha é a segurança energética em nível nacional viabilizando a interligação de todas as geradoras distribuídas pelo país, propondo maior segurança ao sistema e garantindo energia para todos os consumidores. O sistema interligado viabiliza maior economia uma vez que, pode se comprar energia mais barata de qualquer parte do país. O SIN incorpora todas as outras fontes de geração de energia, como usinas eólicas e termelétricas, portanto, a crescente expansão das linhas de transmissão se faz necessário pois, elas garantirão o acesso à geração e à distribuição.

O planejamento das linhas de transmissão, que devem ser instaladas no país, é feito pelo Ministério de Minas e Energia (MME), na Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético (SPE), junto com o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) e a Empresa de Pesquisa Energética (EPE). O resultado do trabalho em conjunto é o documento chamado Consolidação de Obras de Rede Básica e RBF (CAMPOS, 2010).

As concessões de direito de construção das linhas de transmissão são concedidas através de leilões. A empresa ganhadora deve realizar os estudos e dá andamento no licenciamento ambiental do empreendimento, atestando a viabilidade da instalação da linha, apesar do prévio estudo realizado pelos órgãos citados anteriormente. O projeto para a instalação da linha deve levar em conta a instalação, comissionamento e o funcionamento dela, de modo que, todos aspectos construtivos, ambientais, sociais e

econômicos precisam ser analisados para que se tenha ideia dos custos e todos os empecilhos possíveis de ocorrer.

Tendo em vista a abrangência das obras em uma área extensa, muitas vezes em mais de um estado, mostra-se importante a análise de aspectos ambientais relacionados à instalação e conservação das linhas. O fator de susceptibilidade a queimadas, pode interferir no bom desenvolvimento da linha sendo necessários tomar medidas para proteção a queimadas.

As queimadas nas proximidades das linhas de transmissão caracterizam outro fator de preocupação na questão de transmissão de energia. Elas podem interromper a distribuição de energia causando significativos prejuízos econômicos e sociais como a paralisação de linhas de produção em indústria e congestionamentos nas grandes cidades. Por este motivo, pelo decreto no 2.661 de 1998 que dispõe sobre normas de precaução relativas ao emprego do fogo em práticas agropastoris e florestais, e dá outras providências, é vedado o emprego de fogo numa faixa de 15 m dos limites das faixas de segurança das linhas de transmissão e distribuição de energia elétrica. O risco de queimadas pode ser intensificado tendo em vista o tipo de ocupação presente na área da linha, o tipo de vegetação e a média de temperatura. Além disso, períodos secos, de abril a setembro contribuem para o nível de alerta deste tipo de acontecimento

2. OBJETIVOS DA PESQUISA

Para compor essa proposta de pesquisa têm-se os seguintes objetivos.

2.1. Objetivo Geral:

Mapear as áreas mais vulneráveis quanto a queimadas em uma linha de transmissão em Minas Gerais.

2.2. Objetivos Específicos:

2.2.1. Levantamento e georreferenciamento de dados inerentes a pesquisa;

2.2.2. Aplicação de técnicas de análise multicritério para correlação das variáveis de risco ao fogo.

2.2.3. Aplicação de técnicas estatísticas para hierarquização dos dados;

2.2.4. Identificar e gerar mapas dos índices de vulnerabilidade de queimadas.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. Queimadas

As queimadas constituem um problema ambiental na qual devem ser dadas a devida importância, tendo em vista seu alto poder destrutivo e difícil controle de propagação. Elas podem ser provocadas por ações antrópicas ou naturais. No que se diz de ações humanas, podem ser acidentais, como a propagação de fogo provocada por faísca de cigarro, ou intencionais como a aplicação de fogo para preparo do solo ou limpeza de pastos. A ignição natural pode se dar através de descargas atmosféricas, atrito entre rochas próximas em vegetações secas que tem uma facilidade de combustão

Entre os impactos causados está a destruição de áreas preservadas como unidades de conservação que consistem em ambientes em que há o interesse de que permaneçam com aspectos naturais, com interesse na preservação da vegetação original, nas espécies da flora e fauna, nos serviços de manutenção climáticos, dentre uma gama de outros benefícios. As queimadas nestes locais, representam uma enorme perda na biodiversidade e devem ser evitadas a todo custo.

A combustão de material orgânico causa a emissão de CO₂ implicando na intensificação dos efeitos estufa que tem causado aumento da temperatura terrestre. Outros gases emitidos que são prejudiciais quanto os impactos ao meio ambiente e a saúde humana são o metano (CH₄), monóxido de carbono (CO) e nitroso de oxigênio (N₂O) (FEARNSIDE, 2002). Além da emissão de gases, outro problema atmosférico é a emanção de material particulado e a propagação de fumaça que podem causar problemas no tráfego de veículos e aéreo.

Já em relação aos aspectos socioeconômicos, as queimadas causam problemas respiratórios àqueles que aspiram a fumaça, intensificando crises de bronquite e asma, sobrecarregando a rede de saúde. Em locais de interesse histórico, empreendimentos como indústrias, infraestruturas de pontes, torres de transmissão, moradias correm o risco de serem destruídos provocando muitas perdas econômicas, efetivas ou históricas-culturais. Segundo ANEEL (2018), as queimadas são as principais causas de interrupção em linhas de transmissão nos períodos de seca e são uma fonte de preocupação, principalmente quando as linhas passam por extensas áreas vegetadas, com chuvas irregulares e períodos de secas (DZEDZEJ et al., 2017).

3.2. Fatores que influenciam o comportamento do fogo

Para dar origem a queimada, alguns fatores são importantes para que haja o início do fogo e que assim, seja possível realizar a análise de características ambientais do espaço que favorecem sua propagação dando origem as queimadas. O Triângulo do Fogo é a representação de três elementos necessários para dar origem a combustão (MOTTA, 2008), sendo eles combustível, comburente e calor.

O material combustível pode ser sólido (como madeira, tecidos e papel), líquido (como álcool, óleo e graxa) e gasosos (como butano e propano). São todos os materiais que são passíveis de entrar em combustão, podendo ser orgânicos, vivo ou morto, presente no solo ou acima dele (SOARES, 1985; BATISTA,1990 apud JORDAIM, 2015). Segundo Jordaim (2015) a intensidade do fogo varia de acordo com a carga do combustível, já a facilidade de ignição e velocidade de propagação, é influenciada pelo tipo do material, considerando por exemplo, a umidade dele.

O comburente é o elemento que associado ao combustível é capaz de dar origem a combustão, alimentando a queima do combustível, sendo o principal elemento o oxigênio. No ambiente o oxigênio está comumente presente à um teor de 21%, sendo que quando abaixo de 13% de concentração, não é possível que fogo aconteça (HEXAG EDUCAÇÃO, 2020). O fator climático que interfere no aporte de oxigênio é o vento, contribuindo além de apenas em relação ao espalhamento do fogo.

Já o calor é a energia que dá início ao fogo, fazendo com que se propague, como uma faísca, chama ou aquecimento excessivo de máquinas. Assim, fazendo uma relação as condições climáticas, quanto maior a temperatura do ambiente, menor a temperatura necessária para que se dê o início a ignição, já que o material combustível fica com temperatura elevada. Soares (1985) apud Jordaim (2015), faz uma relação entre a temperatura ambiente e o risco à inflamabilidade, como pode ser visto na **Tabela 1**.

Tabela 1: Temperatura e grau de inflamabilidade

Temperatura (°C)	Inflamabilidade
<12,8	Geralmente sem perigo
12,8 a 21,1	Início do perigo
21,2 a 29,4	Perigoso
>29,4	Extremamente perigoso

Fonte: Jordaim apud Soares (1985)

Outras associações podem ser realizadas entre o triângulo do fogo e condições climáticas, a respeito da capacidade de influenciar no fator calor através da precipitação, umidade relativa e vento. O clima determina o teor de umidade do combustível e a quantidade de biomassa (TORRES; JÚNIOR; LIMA, 2018) e a formação vegetal.

A composição vegetal foi analisada em relação à propagação de incêndios por Prevfogo, (2004) apud Motta (2008) e evidenciada a relação através da **Tabela 2**.

Tabela 2: Nível de propagação dos incêndios em função do tipo de formação vegetal

Tipo de formação vegetal	Propagação
Povoamentos de coníferas	Mais rápida e intensa
Povoamento de folhosas	Mais lenta
Florestas plantadas	Mais rápido
Florestas naturais	Mais lenta
Pastagens e campos	Mais rápida, principalmente depois de geada

Fonte: Prevfogo, (2004) apud Motta (2008)

Segundo estudo realizado por Torres, Júnior e Lima (2018), o fator meteorológico que exerceu maior influência no experimento de queima controlada realizada, foi a umidade relativa do ar, já que as condições atmosféricas determinam a umidade do material combustível.

A topografia é também um fator importante a ser analisada, já que ela considera elementos existentes nos locais, como corpos d'água, montanhas e vales. Assim, o fator declividade se relaciona diretamente com a velocidade do fogo, já que a inclinação aproxima as chamas com o material próximo, aquecendo-o, tornando a transferência de

calor mais rápida. No estudo realizado por Jordaim (2015), ele constatou o aumento da declividade de 0 ° a 20° contribuiu para a intensidade do fogo gradativamente, mas a partir de 20° a 30° que o aumento da intensidade foi significativo. Já a altitude, é importante considerando o tipo de vegetação que ela favorece contribuindo com a quantidade e tipo de material combustível.

Além dos fatores de ordem natural, as influências de ordem antrópica são determinantes para o favorecimento de ignição do fogo, como a existência de vias de acesso, comunidades, parques industriais, todas as construções e atividades exercidas pelo homem, como a agricultura, cultura de pastagem, silvicultura que poderão proporcionar condições para o início do fogo. O desmatamento, por exemplo, diminui a umidade do ambiente, por cessar a evapotranspiração da vegetação e com isso, contribuí para o aumento de temperatura do local. Outro aspecto é a implementação do uso de fogo para renovação de pastagens, auxiliar na colheita de cana-de-açúcar e formas de favorecer a expansão agrícola.

3.3. Geoprocessamento

Conhecer o ambiente em que o ser humano interage, sempre foi fundamental para planejar melhores locais para plantar alimentos, reconhecer locais mais seguros para abrigar-se, evitar locais em que oferecessem perigo como presença de predadores ou iminência de inundações. Para deixar registrado as informações obtidas sobre o ambiente foram criados registros através de desenhos, que hoje em dia conhecemos como mapas. Os mapas podem oferecer informações importantes para realizar análises do ambiente através da utilização de geoprocessamento.

Com o desenvolvimento das tecnologias e a necessidade de obter-se informações mais precisas e em diferentes aspectos dos locais, como altitude, temperatura, tipo de solo e outras infinidades de informações primárias ou secundárias que podem ser obtidas ou construídas, os dados passaram a ser georreferenciados, ou seja, cada ponto no espaço é determinado informações sobre o aspecto que se tem interesse. Para Reis (2005) em primeiro lugar para fazer uma análise do ambiente é necessário criar um banco de dados com informação da localização de cada variável a ser pesquisada.

O geoprocessamento consiste na manipulação das informações espaciais de forma informatizada, com objetivo de obter resultados das variáveis associadas ou tratadas. Segundo Câmara e Medeiros (2006), “Geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica”.

Segundo Vasconcelos (2016) as ferramentas utilizadas para realizar o geoprocessamento são chamadas de Sistema de Informação Geográfica, em que são permitidos a realização de avaliações complexas utilizando dados de diferentes fontes. A análise de multicritério, como uma ferramenta de análise espacial, tem se mostrado eficiente na avaliação e identificação de padrões espaciais em diversas aplicações. Ela permite a combinação de diversas camadas de dados contribuindo sobremaneira na interpretação de dados de uma determinada superfície.

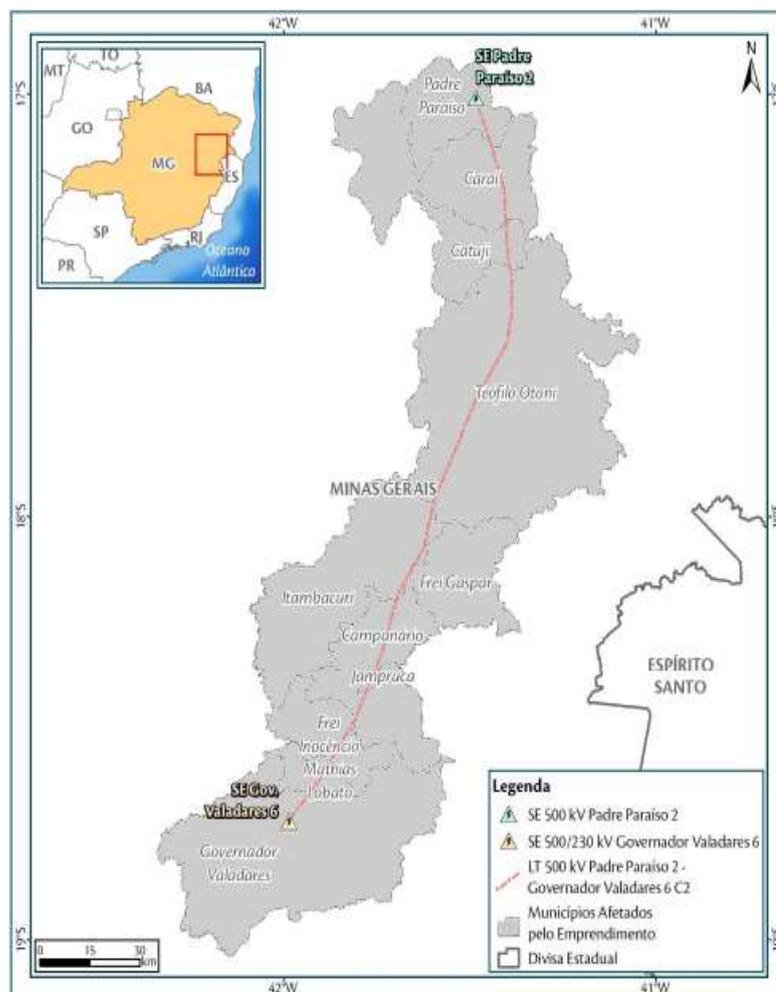
4. METODOLOGIA DE TRABALHO

Através de técnicas de análise espacial, pretende-se correlacionar parâmetros que condicionam o surgimento e proliferação do fogo.

4.1. Caracterização da área de estudo

A linha de transmissão (LT) alvo de análise trata-se de uma linha de 500 kV Padre Paraíso 2- Governador Valadares 6 C2 no estado de Minas Gerais, refere-se ao lote 4 leilões 013/2015 - 2ª Etapa, com extensão aproximada de 207,6 Km, passando por 11 municípios contidas nas mesorregiões de Jequitinhonha, Vale do Mucuri e Vale do Rio Doce, como pode ser observado na **Figura 1**.

Figura 1: Mapa traçado da linha Padre Paraíso 2- Governador Valadares



FONTE: AMBIENTARE, 2018

Um importante fator a ser considerado em uma LT, é a faixa de servidão, também conhecida como faixa de segurança, que consiste em uma faixa de terra abaixo da linha em que o uso deve ser restrito para garantir segurança pela alta tensão que passa pelos cabos, acesso as equipes de manutenção e que também diminui o risco a queimadas de grande porte. Nela é instituída servidão administrativa por utilidade pública. A faixa determinada para esta linha é de 60 m que atende critério mecânico de balanço dos condutores como os critérios elétricos.

Segundo estabelecido no Relatório Ambiental Simplificado da linha, nesta faixa deve ser vedada o plantio de árvores de grande porte, silvicultura, construções e benfeitorias, utilização de arados ou quaisquer apetrechos agrícolas de grande porte, realização de queimadas ou fogueiras, utilização de pivô central para irrigação e instalação de bombas ou equipamentos eletromecânicos. O uso da área pode ser retomado, desde que sejam utilizadas culturas rasteiras, árvores frutíferas e vegetação nativa considerando os critérios de segurança (AMBIENTARE, 2018).

Para abranger o estudo ambiental da linha, foram estabelecidas duas áreas: Área de Estudo (AE) em que incorpora outras três linhas construídas na região que tem efeito sinérgico e cumulativo e a Área Diretamente Afetada (ADE) em que se sabe que a instalação e o funcionamento da linha irão causar interferências diretas na região.

A ADA foi determinada na porção localizada na faixa de servidão, praças de torres, canteiros de obras e acessos as torres e subestações das extremidades das linhas. Já a AE considerou-se elementos importantes para caracterizar a região, determinando assim, um buffer de 5 km para cada lado da diretriz da linha.

Bioma

A Área de estudo está em sua maior parte presente no domínio da Floresta Tropical Atlântica. A vegetação cobertura vegetal predominante, que corresponde a 33,81% da área, é a Floresta Estacional, sendo encontrada em diferentes estágios:

- Fm-Floresta Estacional Semidecidual Montana-Inicial
- Fm-Floresta Estacional Semidecidual Montana-Médio
- Fs-Floresta Estacional Semidecidual Submontana-Inicial

- **Fs-Floresta Estacional Semidecidual Submontana-Médio**

A floresta estacional semidecidual tem característica se desenvolver em ambientes menos úmidos, transitando em ambientes de zona úmida costeira e o ambiente semiárido e tem característica de perda de folhas no período seco (ARAÚJO FILHO, 2009).

Aspectos climáticos

A classificação de Koppen 1936 é a o sistema de classificação climático mais abrangente, que parte do pressuposto que a vegetação natural é a melhor expressão do clima de uma região (ROLIM; CAMARGO; LANIA; MORAES, 2007). Em sua codificação a primeira letra do código representa o clima, a segunda letra a característica da chuva e/ou temperatura e quando há a terceira letra mais características relacionadas a temperatura e umidade. As classificações da área, segundo indicado no Relatório Ambiental Simplificado do empreendimento, foram:

Aw - Clima tropical: apresenta estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e nítida estação seca no inverno, de maio a outubro (sendo julho o mês mais seco). A temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C. As precipitações são superiores a 750 mm anuais, atingindo máximos de 1800 mm;

As - Clima tropical de estepe: com temperatura média do mês mais frio do ano superior a 18°C, forte precipitação anual (superior à evapotranspiração potencial anual) e com chuvas de inverno

Cfa - Clima temperado quente: clima úmido, com temperatura média do ar dos 3 meses mais frios compreendidas entre -3°C e 18°C, estações de verão e inverno bem definidas, ocorrência de precipitação em todos os meses do ano, com breve estação de seca, temperatura média do ar no mês mais quente superior a 22°C;

Cfa - Clima temperado quente: clima úmido, com temperatura média do ar dos 3 meses mais frios compreendidas entre -3°C e 18°C, estações de verão e inverno bem definidas, ocorrência de precipitação em todos os meses do ano, com breve estação de seca, temperatura média do ar no mês mais quente superior a 22°C;

Cfb - Clima temperado: com temperatura média do ar dos 3 meses mais frios compreendidas entre - 3°C e 18°C, temperatura média do mês mais quente superior a 10°C, estações de verão e inverno bem definidas, clima úmido, ocorrência de precipitação em todos os meses do ano, inexistência de estação

seca definida e temperaturas médias do ar nos quatro meses mais quentes superior a 10°C. (AMBIENTARE, 2018)

A região possui concentração pluviométrica de novembro a dezembro com média de chuva variando de 261,91 mm em dezembro a 5,88 mm em junho. Há ocorrência de chuva ao longo de todo ano, porém com períodos sazonais bem definidos, chuvoso em novembro e março e seco de maio a setembro. A temperatura apresenta amplitude de 18,5°C na porção meridional e 8,1°C na setentrional.

Uso e ocupação

O uso e ocupação do solo traz um diagnóstico de como o solo de está sendo utilizado através de meios antrópicos como pecuária, agricultura, centros urbanos ou usos com menor interferência urbanas, podendo ser áreas ainda preservadas sendo vazias/sem uso ou parques, área de preservação ambiental e reservas legais. Abaixo na **Tabela 3** com a caracterização da Área Diretamente Afetada pelo empreendimento.

Tabela 3: Detalhamento das classes de Uso, Ocupação e Cobertura Vegetal do Lote 4 (1 km para cada lado a partir da diretriz da Linha).

Classe de Uso, Ocupação e Cobertura Vegetal	Área (ha)	%
Afloramento Rochoso	755,16	1,81
Áreas Urbanizadas	225,44	0,54
Áreas Antrópicas Agrícolas	22934,86	54,85
Áreas Úmidas/Alagadas	156,23	0,37
Corpos Hídricos	101,72	0,24
Fm-Floresta Estacional Semidecidual Montana-Inicial	7542,21	18,04
Fm-Floresta Estacional Semidecidual Montana-Médio	430,35	1,03
Fs-Floresta Estacional Semidecidual Submontana-Inicial	4436,10	10,61
Fs-Floresta Estacional Semidecidual Submontana-Médio	1931,49	4,62
Ocupações Humanas	1132,99	2,71
Solo Exposto	676,18	1,62
Vegetação Secundária/Capoeira	1492,92	3,57
Total Geral	41815,65	100,00

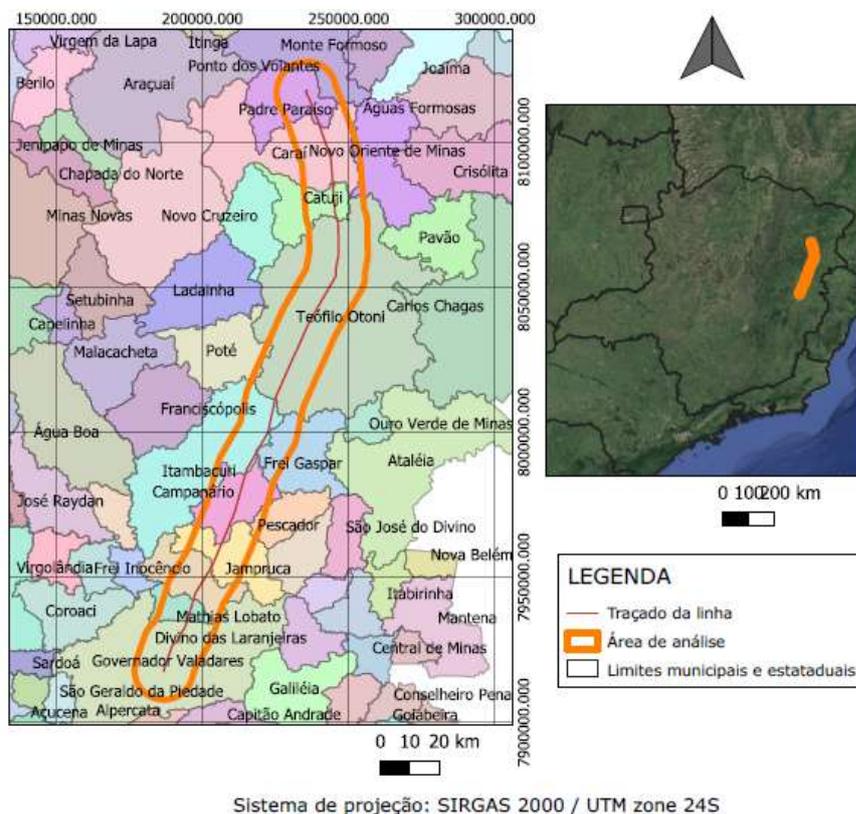
Fonte: AMBIENTARE (2018)

4.2. Coleta de dados

Para realizar as análises ambientais do espaço avaliando a interferência para propagação do fogo, e considerar os efeitos de borda da área de estudo determinado pelo estudo ambiental da linha, utilizou-se um *buffer* de 10 km de cada lado do traçado da linha de transmissão. Essa área foi chamada de Área de Análise.

O *software* utilizado para manipulação dos dados foi o Qgis e sistema de projeção definido para realizar o estudo foi o sistema geodésico SIRGAS 2000 zona UTM 24S.

Figura 2: Mapa localização da área de análise



Fonte: IBGE (2020)
Desenvolvido: Autora

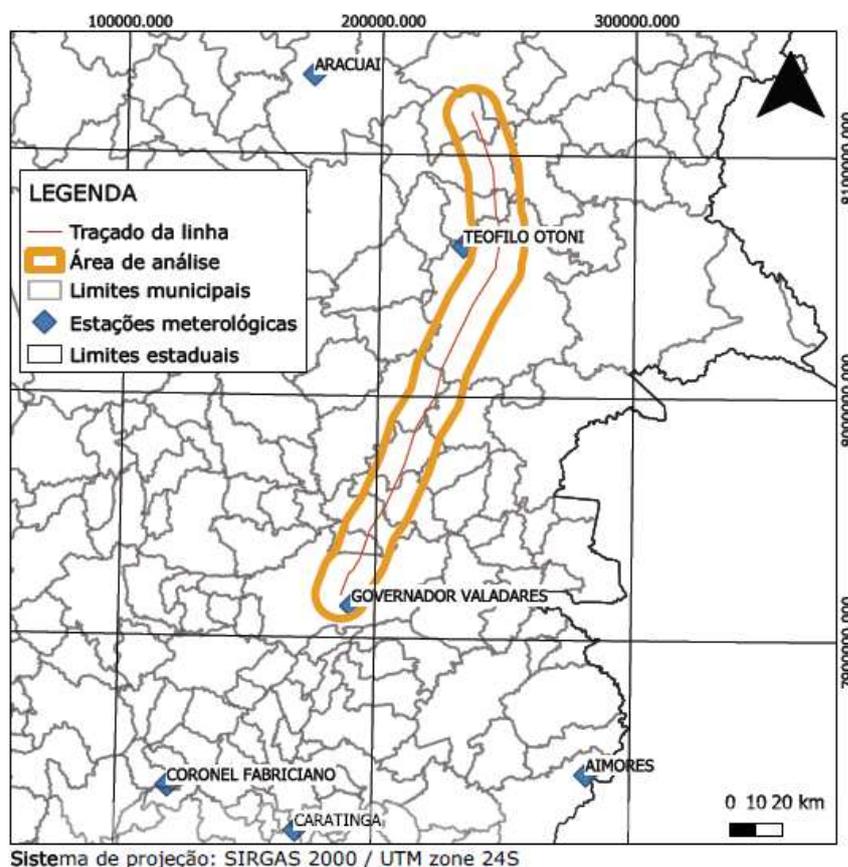
De modo a classificar os aspectos climáticos, uso e ocupação e características topográficas, foram adotadas 5 classes de perigo, com ponderação de 1 a 5, conforme usado no trabalho de Ribeiro (2021), que transforma as variáveis contínuas em discreta. Essas 5 classes irão caracterizar os perigos em grau em perigo mínimo, baixo, moderado alto e elevado. Para realizar essa reclassificação no *software*, foi utilizado a ferramenta *r.reclass*, em que todas as entradas precisam estar em formato *raster* para serem reclassificadas.

4.2.1. Aspectos climáticos

Os dados climáticos foram obtidos através do portal do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O período dos dados são médias mensais de 1981 a 2010. Para embasar a análise no período de real criticidade às queimadas, foram manipulados os dados de temperatura máxima, precipitação e umidade relativa apenas do período de seca.

Foram filtrados dos dados das seis estações meteorológicas mais próximas da área de análise, como pode ser visto na Figura 3.

Figura 3: Mapa de localização das estações meteorológicas



Fonte: INMET (2010)

Tabela 4: Estações Meteorológicas

Código	Nome da Estação	Longitude	Latitude
83442	Araçuaí	-42,0666	-16,8667
83492	Teófilo Otoni	-41,5670	-17,5100
83543	Governador Valadares	-41,9330	-18,8500
83595	Aimorés	-41,0666	-19,4833
83613	Coronel Fabriciano	-42,6166	-19,5166
83592	Caratinga	-42,1438	-19,6866

Fonte: INMET (2010)

Já que os dados existentes são pontuais, relativos a cada estação, foi necessário realizar a interpolação para abranger toda a área de análise de modo a aproximar com a realidade da região. Para isso, foi realizada interpolação dos dados deste período através

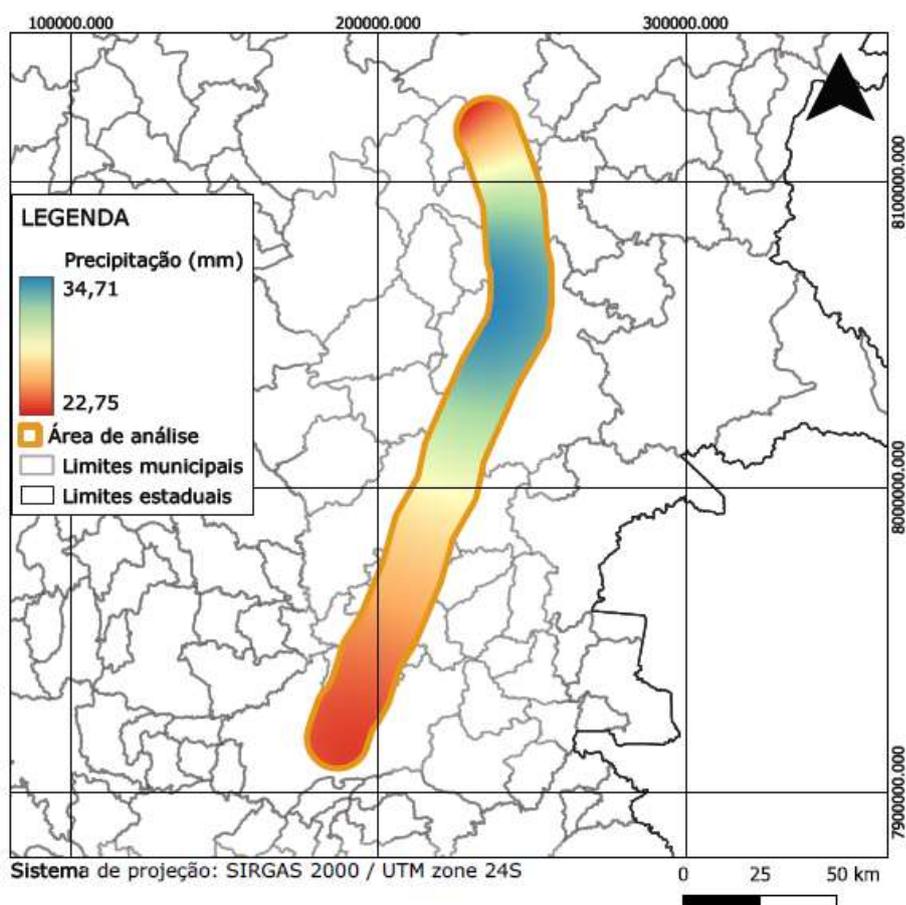
da técnica do IDW no *Qgis* e os resultados do uso dessa ferramenta foram obtidos em formata *raster*.

As faixas de classificação de perigo ao fogo dos dados climáticos foram criadas dividindo a amplitude de cada aspecto por cinco. Este resultado, chamado de X, foi somado ao menor valor da faixa do aspecto, criando a primeira faixa. O valor que sucede o valor superior da primeira faixa, foi somado com X criando a segunda faixa. Esse processo foi feito até a criação das cinco faixas.

Precipitação

Os dados de precipitação para a área de estudo apresentaram uma variação de 22,75 a 34,71 mm, conforme apresentado no mapa abaixo.

Figura 4: Mapa de precipitação no período seco



Fonte: INMET (2021)

Desenvolvido: Autora

Tendo em vista a relação de quanto maior a precipitação, menor o perigo de incidência do queimadas, pela maior quantidade de umidade no ambiente que dificulta a ignição do fogo, foi feita a classificação das 5 faixas de precipitação.

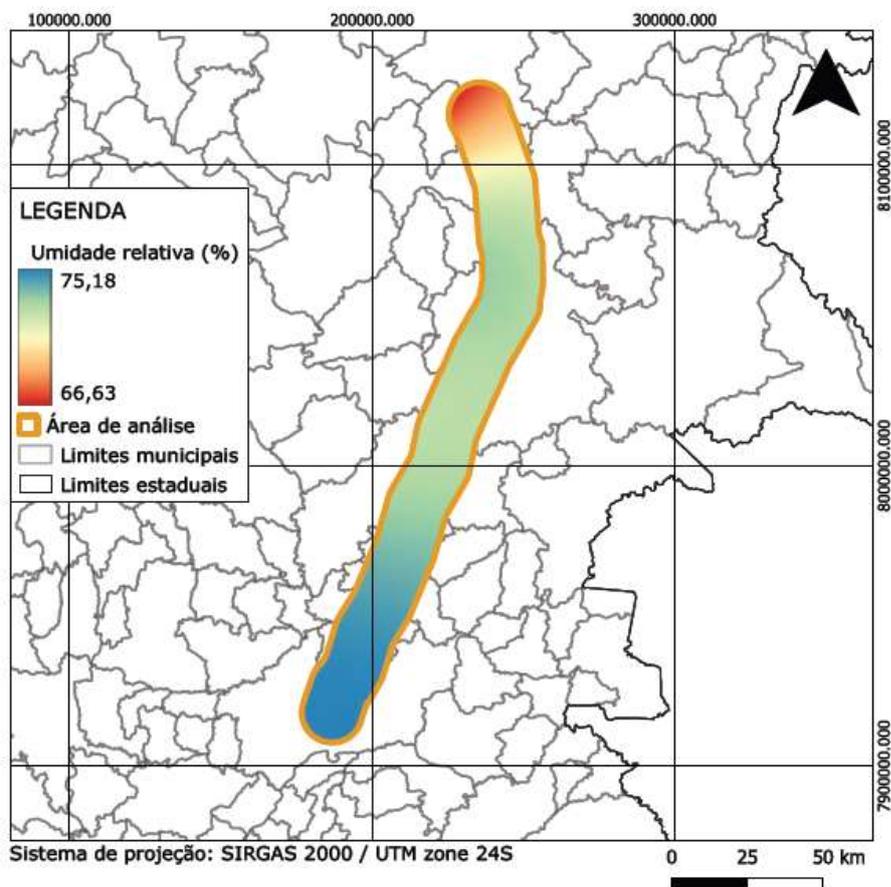
Tabela 5: Classificação de precipitação no período seco

Precipitação (mm)	Perigo	Coefficiente
34,71-32,32	Mínimo	1
32,33-29,93	Baixo	2
29,94-27,53	Moderado	3
27,54-25,14	Alto	4
25,15-22,75	Elevado	5

Fonte: Autora (2022)

Umidade relativa

A umidade relativa do ar tem relação inversamente proporcional com a probabilidade de ignição do fogo, assim como pode ser visto na **Tabela 6**, quanto maior a umidade relativa, menor o perigo. Ambientes mais secos tem maior facilidade em contribuir que material combustível perca sua umidade para a atmosfera, tornando-o assim, mais propenso a queimada.

Figura 5: Mapa de umidade relativa período seco

Fonte: INMET (2021)

Desenvolvido: Autora (2022)

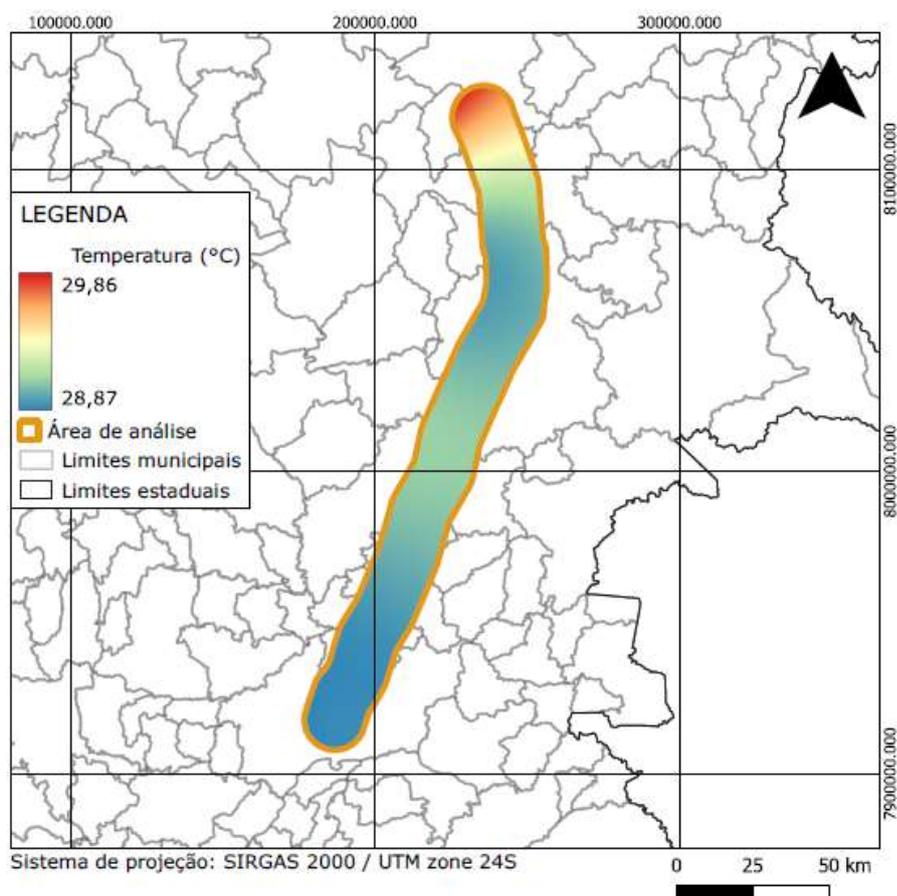
Tabela 6: Classificação de umidade relativa no período seco

Umidade relativa (%)	Perigo	Coefficiente
75,18-73,48	Mínimo	1
73,47-71,77	Baixo	2
71,76-70,06	Moderado	3
70,05-68,35	Alto	4
68,34-66,64	Elevado	5

Fonte: Autora (2022)

Temperatura

A temperatura elevada, contribui para o aquecimento do material combustível, de modo que, torna-se necessário menor quantidade de calor fornecida pela fonte para dar o início a ignição do fogo. A variação de temperatura com os critérios utilizados, indicou menos de 1 °C de amplitude, apesar disso, foi feita a classificação de perigo a queimadas.

Figura 6: Mapa temperatura no período seco

Fonte: INMET (2021)

Desenvolvido: Autora (2022)

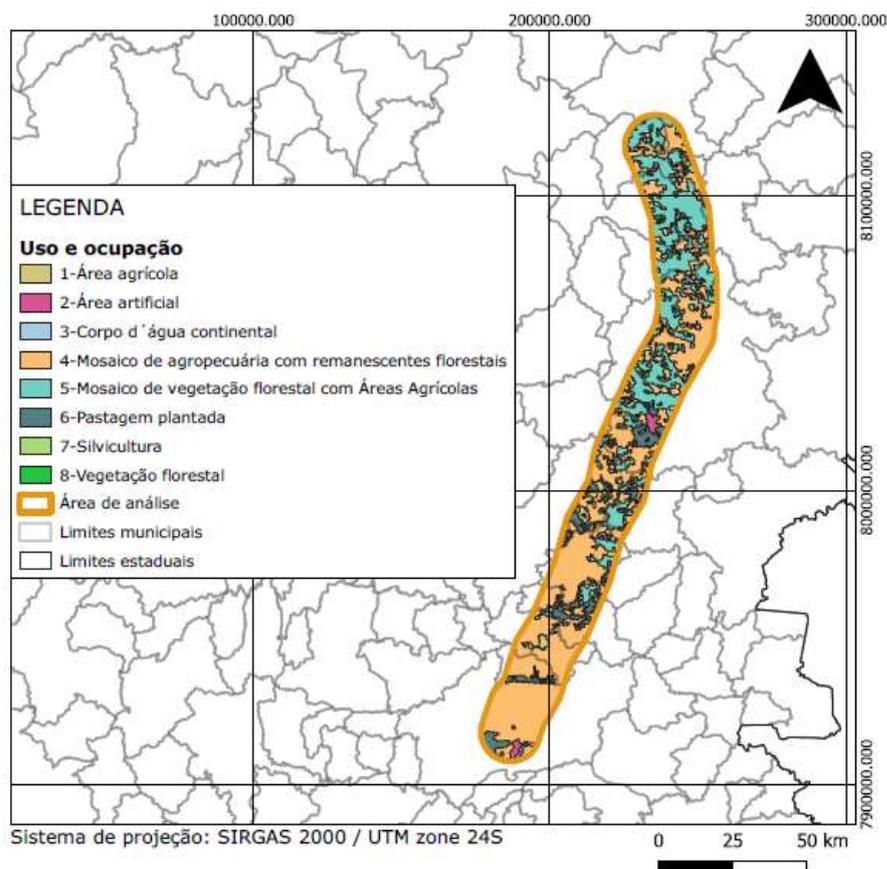
Tabela 7: Classificação da temperatura no período seco

Temperatura (°C)	Perigo	Coefficiente
28,87-29,07	Mínimo	1
29,08-29,27	Baixo	2
29,28-29,46	Moderado	3
29,47-29,66	Alto	4
29,67- 29,86	Elevado	5

Fonte: Autora (2022)

4.2.2. Uso e ocupação

Os dados de uso e ocupação foram obtidos na plataforma IDE Sisema pela Camada Cobertura da Terra – Modis 2012. Como pode ser observado na **Figura 7**, a maior parte da área de análise trata-se de áreas antropizadas com áreas agrícolas, pastagens e silvicultura.

Figura 7: Mapa de uso e ocupação da área de análise

Fonte: IDE Sisema (2022)

Desenvolvido: Autora (2022)

Os fragmentos com maior percentual de vegetação florestal, são menos propensos a propagação do fogo do os outros usos, já que possuem maior capacidade de reter umidade no material combustível o que dificulta a ignição. A área artificial refere-se a áreas urbanizadas e dado a presença intensa do ser humano, que as vezes tem a tendência de colocar fogo em resíduo, fumar, usar equipamentos elétricos que estão sujeitos à panes e provocar fogo, além de infraestruturas de indústrias que tem o risco de provocar explosões, caracterizam ambientes com alto risco de provocar queimadas.

Segundo Jordaim (2015), as florestas plantadas, silviculturas, são susceptíveis à ocorrência de incêndios já que em sua composição, há muito material combustível no solo, além da organização do plantio das espécies, facilitam a incidência de luminosidade e vento, o que diminui a umidade do ambiente. Porém, dado o interesse econômico da cultura foi considerado perigo moderado incidência ao fogo.

Já as áreas agrícolas e pastagens, pela utilização do fogo como técnica de manejo, além de configuração do material combustível ser fino, no caso das pastagens, e possuir menor umidade em sua composição, apresentam elevado risco ao fogo.

Tabela 8: Classificação de uso e ocupação

Uso e ocupação	Perigo	Coefficiente
3	Mínimo	1
8	Baixo	2
7 e 5	Moderado	3
4 e 2	Alto	4
1 e 6	Elevado	5

Fonte: Autora (2022)

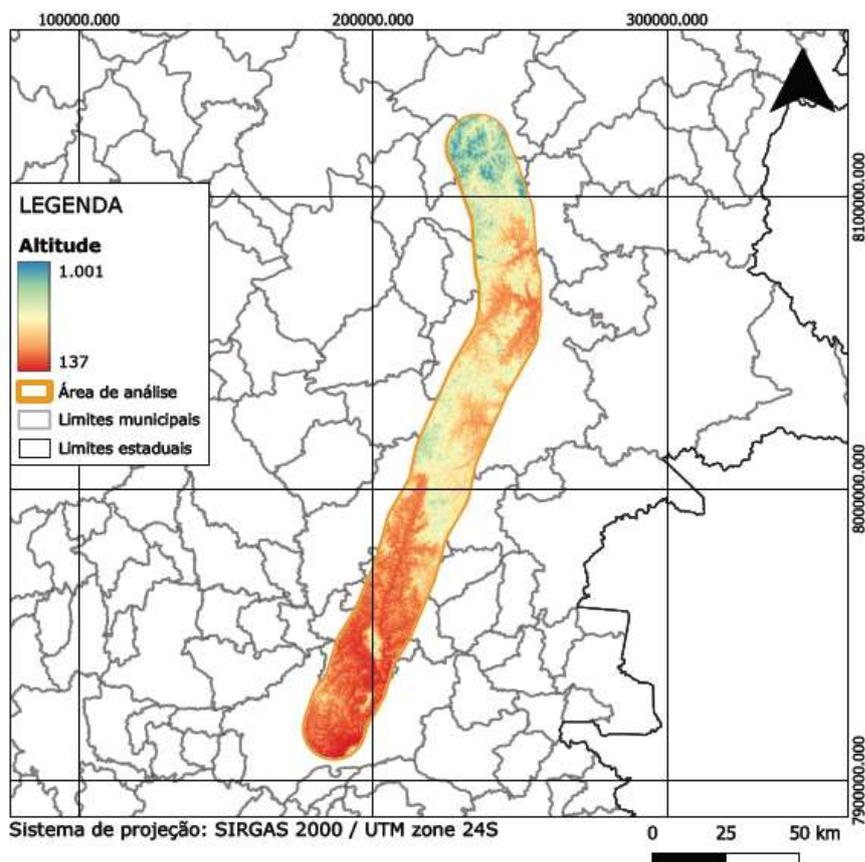
4.2.3. Aspectos topográficos

Os aspectos topográficos de altitude, declividade e orientação de encostas foram extraídos pelas imagens do satélite Alos Palsar que fornece modelo digital de elevação em uma resolução de 12,5 m.

Altitude

A variação de altitude na área analisada foi de 864 metros, demonstrando uma grande amplitude. A altitude influencia fatores de umidade, temperatura sendo importante para o fator de formação vegetal. No espaço em questão, nos ambientes mais altos apresentam material combustível suficiente para propagação do fogo, quando analisado as áreas não antropizadas, assim como os ambientes mais baixos. Porém com a tendência de ambientes mais baixos reterem maior umidade, foi considerado que altitudes mais altas seriam mais propensas ao fogo. Assim, foi feita a classificação de altitude conforme a Tabela 9 .

A criação das cinco faixas da classificação da altitude foi realizada da mesma forma que dos aspectos climáticos, descrito em 4.2.1.

Figura 8: Mapa de altitude da área de análise

Fonte: Modelo Digital de Elevação - ASF- Alos Palsar, Res, 12,5 metros.
Desenvolvido: Autora (2022)

Tabela 9: Classificação altitude

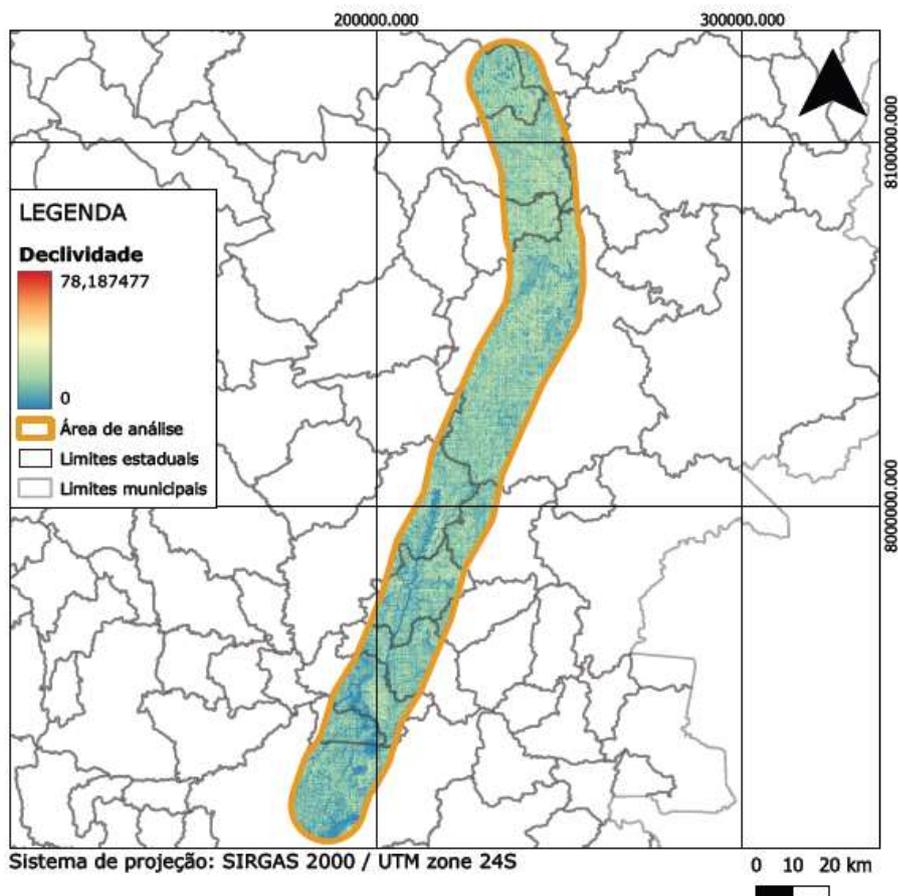
Altitude	Perigo	Coefficiente
137-310	Mínimo	1
311-483	Baixo	2
484-655	Moderado	3
656-828	Alto	4
829-1001	Elevado	5

Fonte: Autora (2022)

Declividade

Além da maior inclinação do terreno contribuir para o aquecimento do material combustível superior pela proximidade da chama, ela contribui para maior escoamento de água de chuva, não permitindo sua infiltração deixando assim, o solo mais seco que quando comparado a regiões menos inclinadas.

Figura 9: Mapa declividade da área de análise



Fonte: Modelo Digital de Elevação - ASF- Alos Palsar, Res, 12,5 metros.
Desenvolvido: Autora (2022)

A classificação da declividade foi feita de acordo com a classificação da EMBRAPA (2022) em que divide o relevo em plano de 0 a 3% de inclinação, suave ondulado de 3 a 8%, ondulado de 8 a 20%, forte ondulado 20 a 45%, montanhoso 45 a 75% e escarpado como maior de 75%. As declividades acima de 45% foram atribuídas em uma única classe.

Tabela 10: Classificação de declividade da área de análise

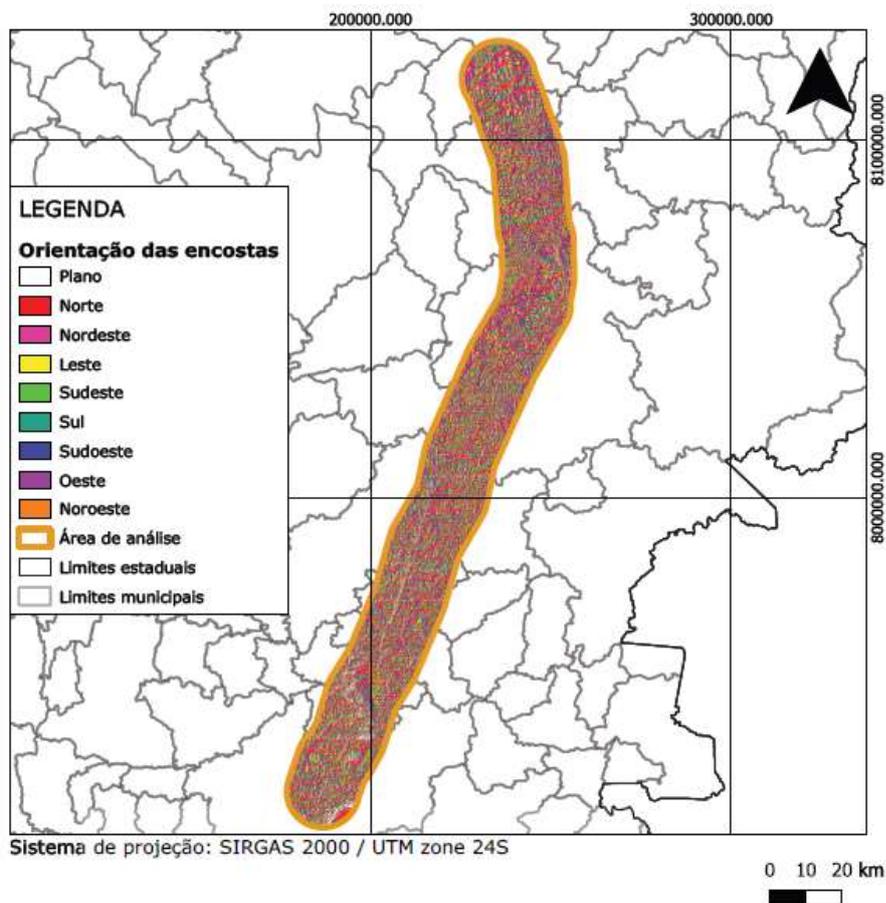
Declividade	Perigo	Coefficiente
0 a 3	Mínimo	1
3 a 8	Baixo	2
8 a 20	Moderado	3
20 a 45	Alto	4
>45	Elevado	5

Fonte: Autora (2022)

Orientação de encostas

As orientações das encostas, contribuem para a propagação do fogo, já que recebem radiação solar de forma diferente influenciando nas características das características físicas do material combustível. Segundo estudo de Torres et.al (2015) realizado em Juiz de Fora MG, as encostas com orientação voltada para Norte representaram 48% das ocorrências de incêndio, assim na direção oeste foi de 22%, leste de 18% e sul de 12%. Isso foi explicado pelo fato da vertente norte receber maior quantidade de energia solar durante todo ano e a vertente oeste receber maior radiação no período da tarde, quando a umidade relativa do ambiente costuma ser maior baixa.

Assim, foi feito a classificação da orientação das encostas na **Tabela 11**.

Figura 10: Mapa orientação das encostas da área de análise

Fonte: Modelo Digital de Elevação - ASF- Alos Palsar, Res, 12,5 metros.
Desenvolvido: Autora (2022)

Tabela 11: Classificação de orientação de encostas da área de análise

Orientação da encosta	Perigo	Coefficiente
SO, S e SE	Mínimo	1
E	Baixo	2
NE	Moderado	3
NO e O	Alto	4
N	Elevado	5

Fonte: Autora (2022)

4.3. Análise multicritério

O método multicritério tem como objetivo padronizar a tomada de decisão, avaliação de um processo ou ambiente através de métodos matemáticos. Um tipo de análise multicritério é o Processo Analítico Hierárquico conhecido por AHP - *Analytic Hierarchy Process*. Nele é criado uma hierarquização de critérios que proporciona uma visão geral das relações gerais do processo, determinando a importância relativa de cada

fator hierárquico. São desenvolvidas matrizes de comparação para cada nível, sendo os seus resultados ponderados entre si (SILVA; NUNES, 2009 apud Vascoceles, 2016 p.24).

No que se diz os aspectos relacionados à incidência de queimadas o clima, a vegetação, o uso do solo, topografia, entre outras características fazem intensificar a ocorrência deste fenômeno. Assim, para cada aspecto a ser analisado é atribuído uma pontuação, quanto mais a característica for pertinente para proporcionar o desenvolvimento das queimadas, maior o índice aplicado a ele.

Para realizar a aplicação do método, é necessário fazer o ranqueamento das variáveis atribuindo maior importância aos fatores que são considerados mais pertinentes para análise de interesse. Em relação ao risco à queimadas foi considerado a prioridade dos parâmetros conforme **Tabela 12**. O ranqueamento foi realizado de acordo com os aspectos mais importantes para a propagação do fogo, considerando o triângulo do fogo.

Tabela 12: Ranqueamento dos aspectos

Prioridade	Aspecto
1	Uso e ocupação
2	Umidade relativa
3	Declividade
4	Orientação das encostas
5	Precipitação
6	Altitude
7	Temperatura

Fonte: Autora (2022)

Após a definição dos aspectos mais importantes, foi utilizado a calculadora online AHP. Os parâmetros foram introduzidos de acordo a prioridade definida e comparados em pares de acordo com a **Tabela 13**.

Tabela 13: Escala fundamental de Saaty

Valor	Descrição
1	Igual importância entre as variáveis
3	Importância pequena de uma sobre a outra
5	Importância grande ou essencial
7	Importância muito grande ou demonstrada
9	Importância absoluta de uma sobre a outra
2, 4, 6 e 8	Valores intermediários de importância

Fonte: Saaty (1980) apud Ben (2006)

A calculadora indica o grau de coerência das comparações para que o usuário possa ter melhor resultado. Para o presente trabalho foi indicado 4,3% de coerência e na Tabela 14 que indica a prioridade em porcentagem para cada aspecto. Quanto maior o percentual, menos a comparação entre os aspectos é coerente, indicando uma má avaliação de priorização.

Tabela 14: Prioridade relativa dos aspectos

Prioridade	Aspecto
33,8 %	Uso e ocupação
21,9%	Umidade relativa
21,6%	Declividade
11,9%	Orientação das encostas
4,8%	Precipitação
3,9%	Altitude
2,2%	Temperatura

Fonte: Autora (2022)

Após a obtenção destes índices foi possível calcular a probabilidade de ocorrência de queimadas através da calculadora *raster* com a seguinte equação:

$$ROQ=0,338*UC+0,219*UR+0,216*D+0,119*OE+0,048*P+0,039*A+0,022*T$$

Em que:

ROQ= Risco de ocorrência à queimada

UC= Uso e ocupação

UR= Umidade relativa

D=Declividade

P= Precipitação

A= Altitude

T= Temperatura

OE= Orientação das encostas

4.4. Classificação resultado AHP

Após a aplicação do cálculo determinado pelo método AHP, os índices de risco ao fogo ficaram entre 1,193 a 4,329. Foi feito a reclassificação deste resultado de modo que

fosse possível verificar as classes de risco mínimo, baixo, médio, moderado, alto e elevado para a área. Assim, foi feita a reclassificação do mapa final que indica o risco de ocorrência as queimadas.

Tabela 15: Classificação do resultado AHP

Orientação da encosta	Perigo	Coefficiente
1,193 a 1,9	Mínimo	1
2 a 2,9	Baixo	2
3 a 3,9	Moderado	3
4 a 4,9	Alto	4
5	Elevado	5

Fonte: Autora (2022)

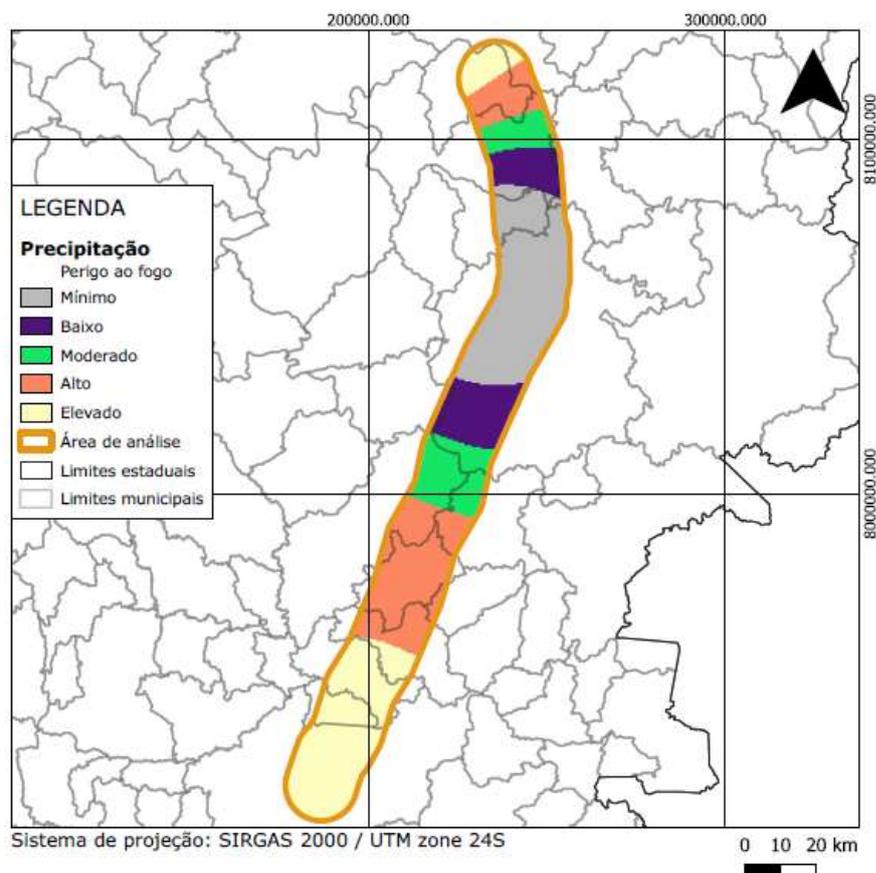
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da atribuição de grau de perigo para cada características dos aspectos ambientais, foram obtidos mapas com a classificação das variáveis.

Aspectos climáticos

Quanto à intensidade à precipitação, o perigo ao fogo foi identificado como elevado nas pontas da área de estudo e foi diminuindo progressivamente na área central até chegar no perigo mínimo.

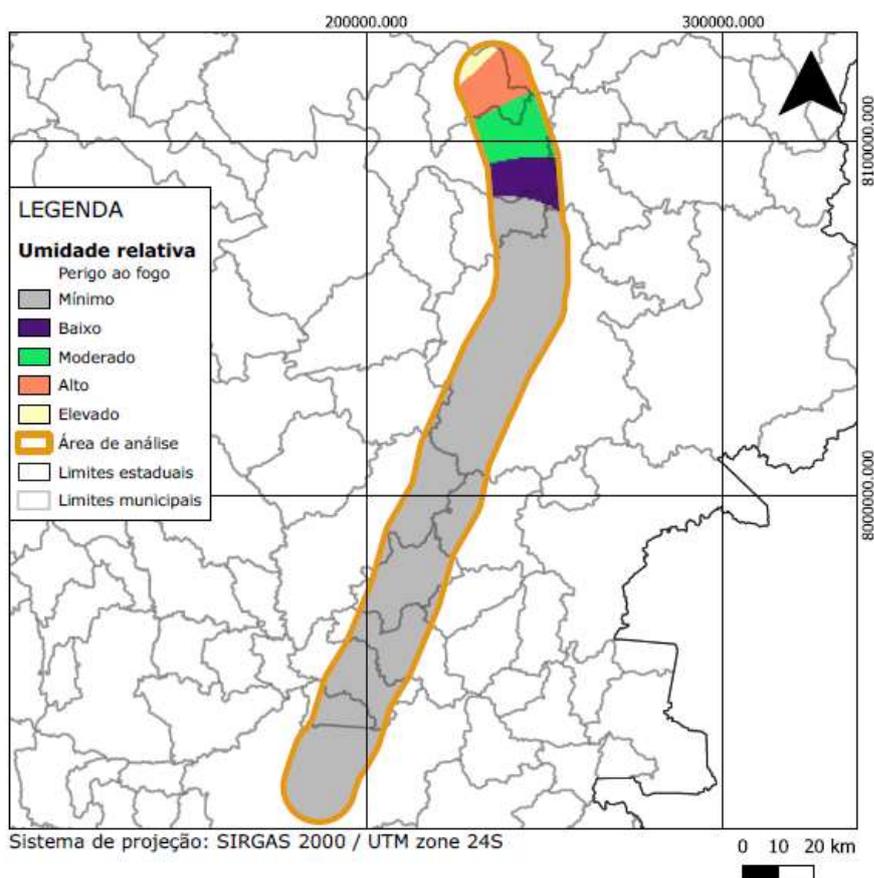
Figura 11: Mapa perigo ao fogo quanto à precipitação da área de análise



Fonte: Autora (2022)

Em relação ao perigo ao fogo quanto à umidade relativa, cerca de 82% da área de análise apresentou perigo mínimo ao fogo, na porção central e sul. No extremo norte houve uma área com risco elevado à queimada, como pode ser visto na Figura 12.

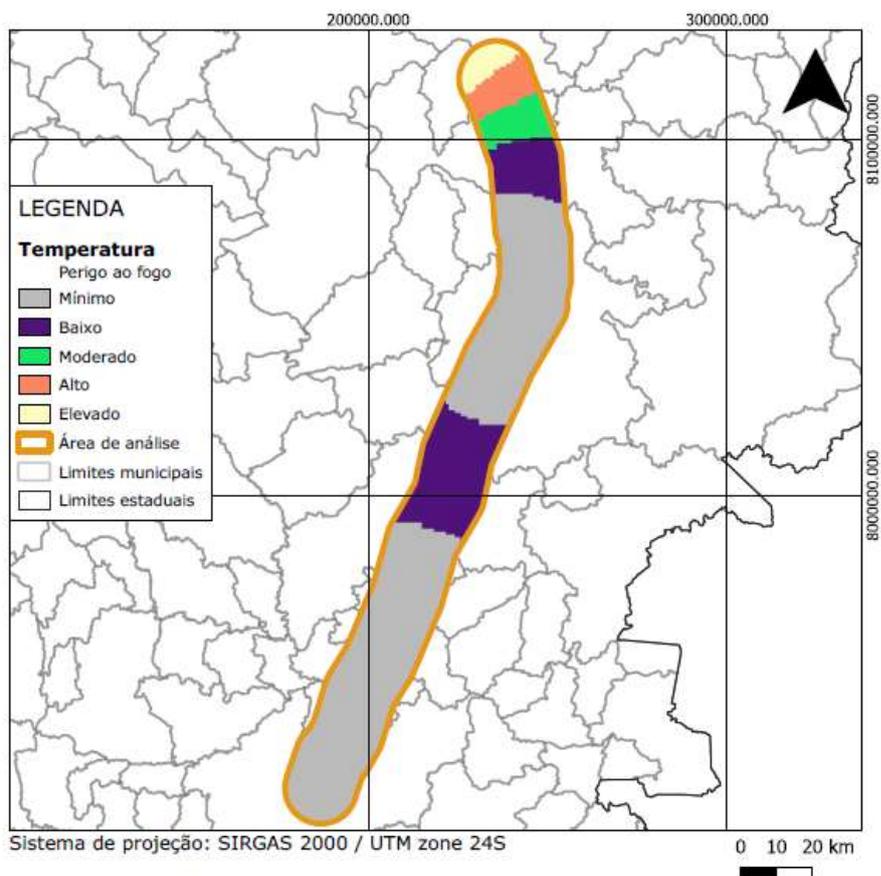
Figura 12: Mapa perigo ao fogo quanto à umidade relativa da área de análise



Fonte: Autora (2022)

Já em relação à temperatura, como pode ser visto na **Figura 13**, o risco elevado ao fogo está concentrado na porção norte, mas a maior parte da área de análise apresenta perigo mínimo.

Figura 13: Mapa perigo ao fogo quanto à temperatura

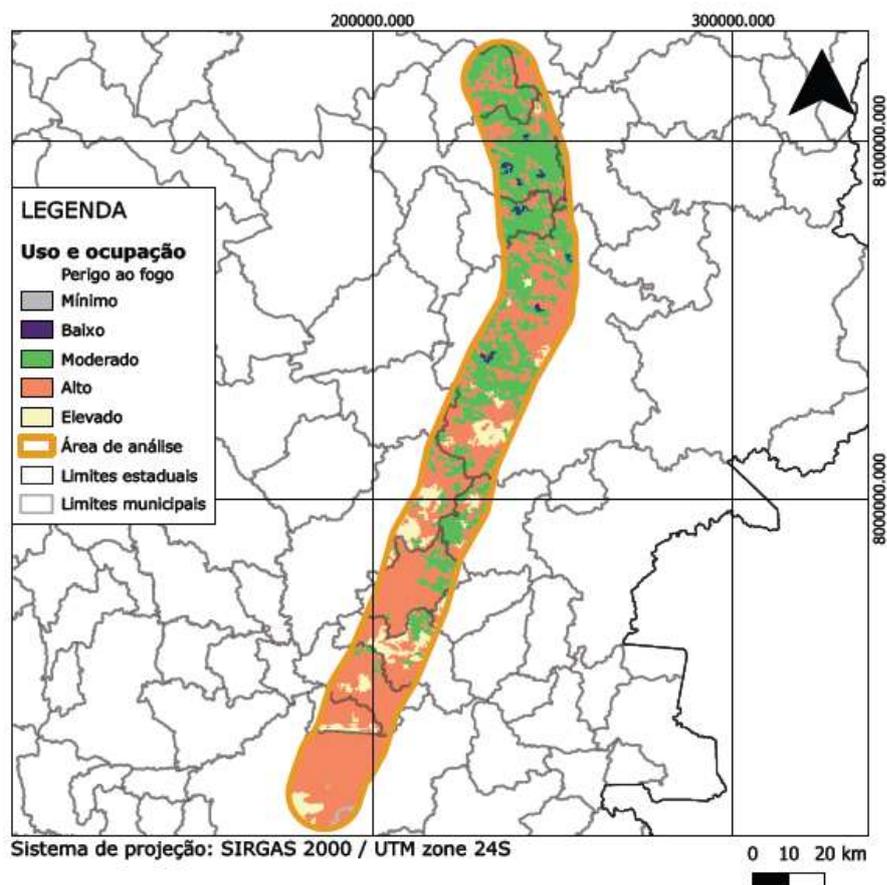


Fonte: Autora (2022)

Uso e ocupação

A maior parte da área de análise apresentou perigo alto ao fogo, seguido por moderado e elevado. Na porção norte a maior parte da área foi classificada com perigo moderado, já na porção sul foi de perigo alto. Quanto ao perigo mínimo e baixo, foram poucas áreas identificadas com essas classificações.

Figura 14: Mapa perigo ao fogo quanto o uso e ocupação

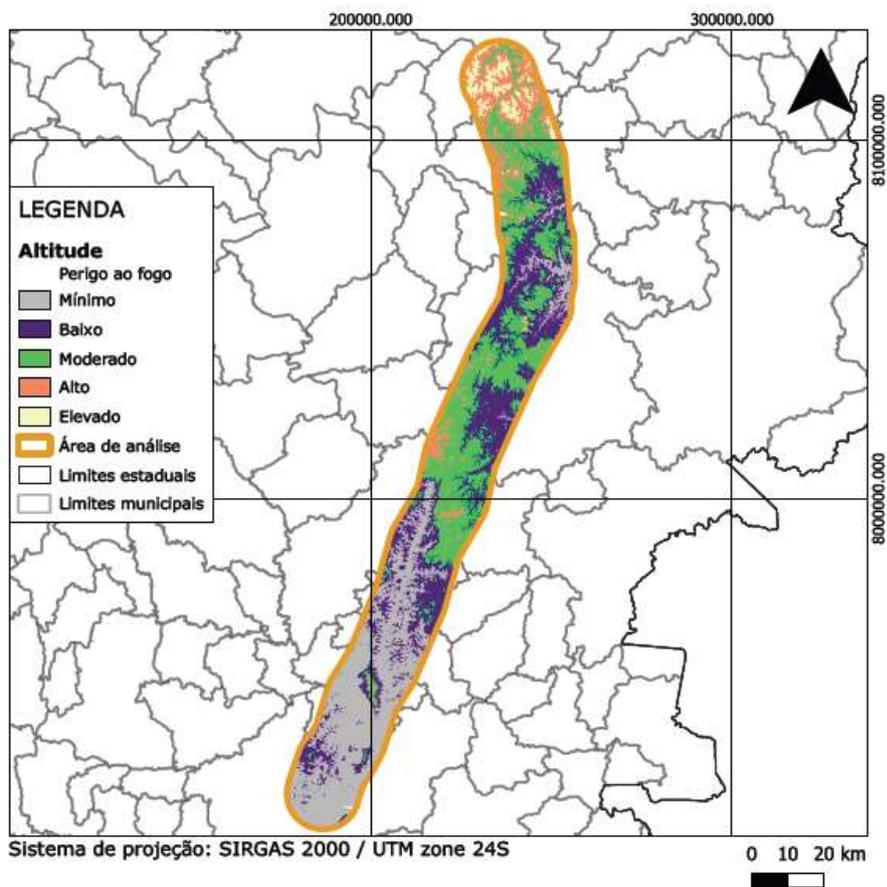


Fonte: Autora (2022)

Aspectos topográficos

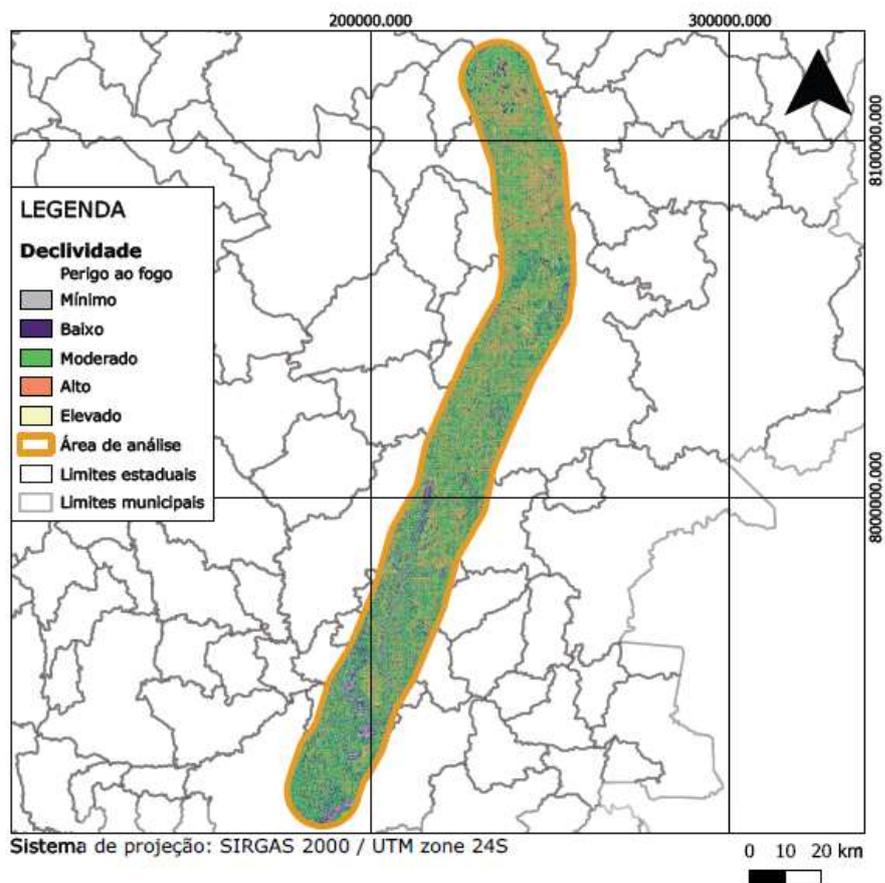
Na porção norte da área de estudo foi a região onde apresentou maior perigo em relação ao fogo, com perigo alto e elevado, já na área central, concentrou-se moderado e baixo e na porção sul perigo mínimo e baixo, com poucos pontos de perigo elevado.

Figura 15: Mapa perigo ao fogo quanto à altitude



Fonte: Autora (2022)

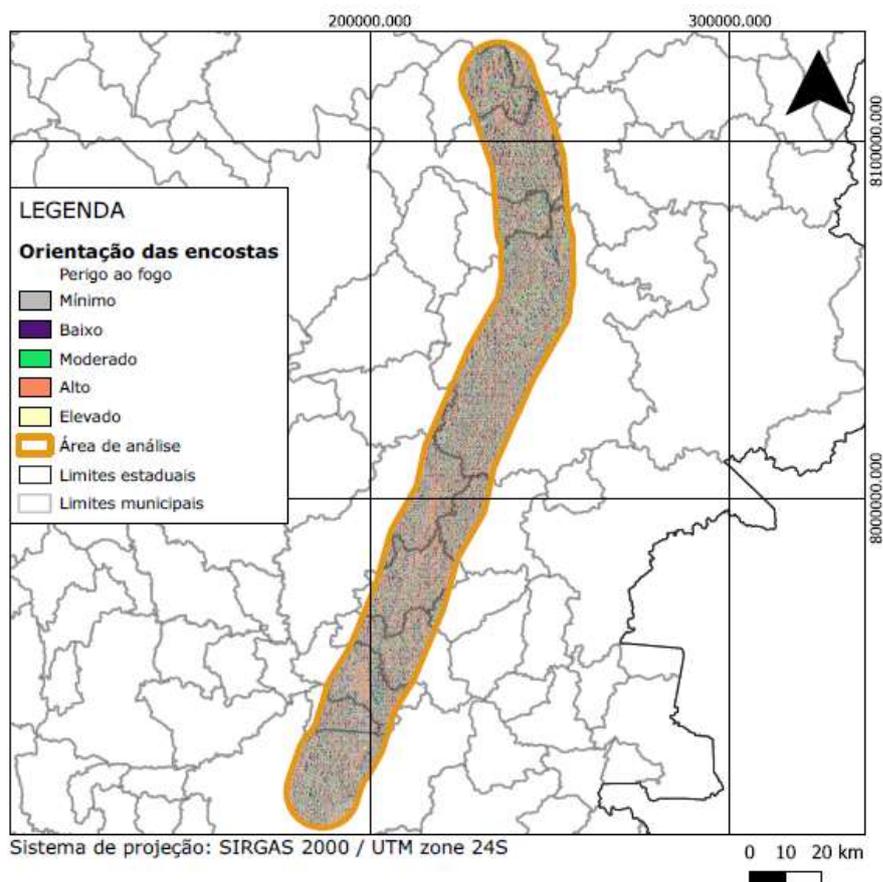
O aspecto de perigo ao fogo em relação a declividade apresentou-se com a classificação de moderado na maior parte da área. Na porção norte com uma porção de áreas com classificação alta e na porção sul com mais pontos de baixo perigo.

Figura 16: Mapa perigo ao fogo quanto a declividade

Fonte: Autora (2022)

Em relação a orientação das encostas, a área mostrou-se com classificação muito difusa em relação ao perigo, não sendo possível identificar regiões com perigo maior ou menor para incidência às queimadas.

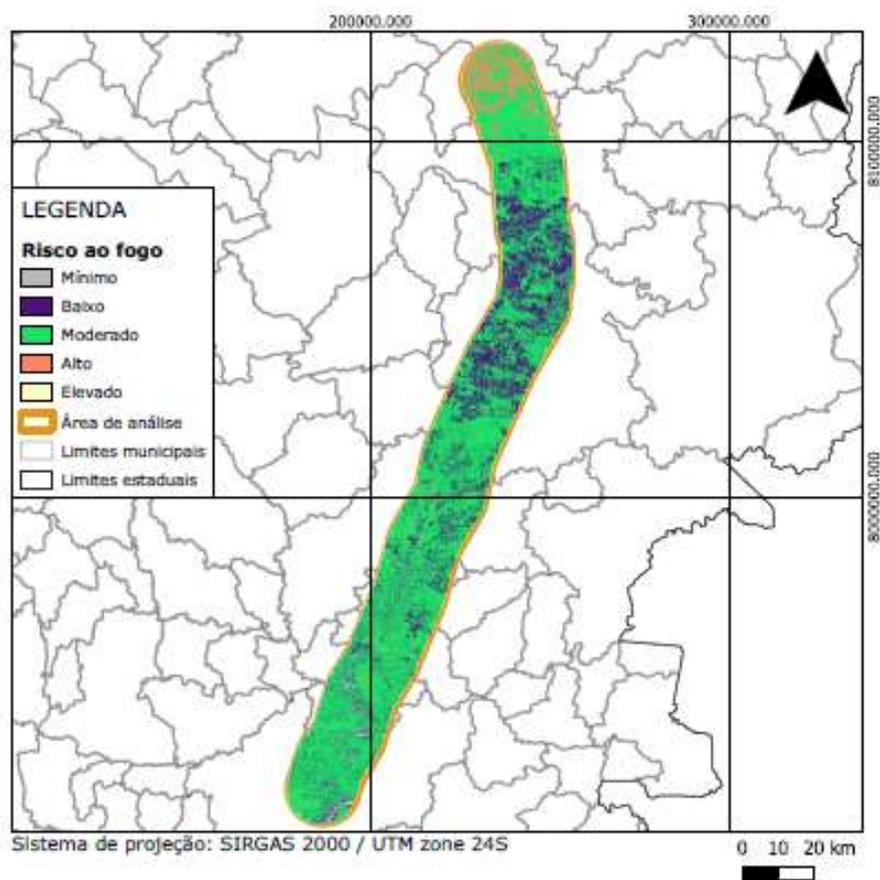
Figura 17: Mapa perigo ao fogo em relação a orientação das encostas



Fonte: Autora (2022)

Tendo como base os resultados parciais dos aspectos ambientais analisados, obteve-se após a aplicação da equação que determina o Risco de ocorrência às queimadas o mapa da **Figura 18**. Esse mapa representa a união de todos aspectos analisados com as devidas ponderações de acordo com o grau de criticidade determinados conforme apresentado na **Tabela 14**.

Na região ao norte da área de análise apresentou maior risco às queimadas, assim como já apontado essa tendência nos mapas de perigo ao fogo de precipitação, umidade relativa, temperatura, altitude e declividade, ou seja, cinco dos sete fatores avaliados. Na porção central e sul concentrou o risco moderado e em nenhuma área ficou evidente o risco mínimo

Figura 18: Mapa risco ao fogo na área de análise

Fonte: Autora (2022)

6. CONCLUSÃO

Diversos aspectos ambientais podem interferir na incidência de queimadas, fatores que contribuem diretamente no triângulo do fogo considerando a sua ignição ou fatores que contribuem para o favorecimento da propagação dele. Em grandes empreendimentos como nas linhas de transmissão de energia, o risco às queimadas deve ser considerado para a concepção do projeto e também para atuar nas ações de manutenção da linha., devido a probabilidade de causar prejuízos no abastecimento de energia e prejuízos econômicos tanto para manutenção da linha quanto pela falta de energia em uma região.

A análise do mapeamento às queimadas da área de análise, que contemplada por um *buffer* de 10 km nas proximidades da linha do lote 4 leilões 013/2015, permitiu verificar por meio dos aspectos climáticos, de uso ocupação e topográficos, as áreas mais e menos propensas a propagação de fogo. A região norte da área de análise foi a que merece maior atenção para evitar o risco às queimadas.

A partir deste mapeamento é possível que a empresa dona da concessão possa criar estratégias para evitar à queimada como programas de educação ambiental para a população da região, já que a linha está em processo final de construção, além equipes de brigada de incêndio e ações específicas para a área no Programa de Atendimento a Emergências (PAE).

A metodologia de levantamento de dados da região, aplicação do método multicritérios AHP, pode ser utilizada para escolha de melhor traçado da linha em sua concepção, sendo mais um fator que pode contribuir para o com o critério locacional da linha. Além disso, pode-se pensar de forma crítica sobre a largura da faixa de servidão, podendo assim ser recomendado uma faixa mais ou menos larga dependendo da criticidade da região

7. RECOMENDAÇÃO

Para enriquecer os dados com os aspectos que podem contribuir com a proliferação do fogo, pode ser utilizado a existência de vias na região como mais um fator. Além disso, pode ser feita uma comparação com a incidência de fogo na região através de dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), para verificar a confiabilidade dos critérios utilizados.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Campanha de Prevenção a Queimadas Irregulares**. 2018. Disponível em:

https://www.aneel.gov.br/campanha-queimadas/-/asset_publisher/AOD278suhowe/content/folder-educativo/656877?inheritRedirect=false&redirect=https%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fcampanhaqueimadas%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_AOD278suhowe%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2. Acesso em: 16 ago. 2021.

AMBIENTARE. **RELATÓRIO AMBIENTAL SIMPLIFICADO LT 500 kV PADRE PARAISO 2 - GOVERNADOR VALADARES 6 - C2**. Minas Gerais: Ambientare Soluções Ambientais, 2018. 1320 p.

ARAÚJO FILHO, José Coelho de. Floresta Estacional Semidecidual. 2009. Disponível em:

https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000gt7eon7102wx7ha087apz2x2zjco4.html. Acesso em: 29 jul. 2021.

BEN, Fernando. Utilização do método AHP em decisões de investimento ambiental. ENEGEPXXVI. 2006, Fortaleza. Artigo [...], Fortaleza, CE, Brasil.

BRASIL. Constituição (1998). **Decreto nº 2661, de 8 de julho de 1998**. Regulamenta o parágrafo único do art. 27 da Lei n. 4771, de 15 de setembro de 1965 (código florestal), mediante o estabelecimento de normas de precaução relativas ao emprego do fogo em práticas agropastoris e florestais, e dá outras providências... Brasília,

DZEDZEJ, Maíra et al. Mapeamento e Classificação de Risco à Queimadas 0 Linhas de Transmissão de Energia Elétrica. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - Sbr, Santos, v. 1, n. 1, p. 1-1, 28 maio 2017.

CAMARA, G. MEDEIROS, J. Geoprocessamento para Projetos Ambientais *In*:

CAMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (Org.). **Introdução à Ciência da Geoinformação**. 2006. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>.

CAMPOS, Odette Lima. Estudo de caso sobre impactos ambientais de linhas de transmissão na Região Amazônica. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 32, p. [231]-266, set. 2010

EMBRAPA. Árvore do conhecimento. [S. l.], 2022. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_ernambucana/arvore/CONT000fbz2ztdp02wx5eo0sawqe3yywvr68.html. Acesso em: 29 jan. 2022.

EPE, BEM Interativo. 2021. Balanços de Centros de Transformação - Centrais Elétricas - Total. Disponível em: <http://shinyepe.brazilsouth.cloudapp.azure.com:3838/ben/>. Acesso em: 24 jul. 2021

FEARNSIDE, Philip M. Fogo e emissão de gases de efeito estufa dos ecossistemas florestais da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, [S.L.], v. 16, n. 44, p. 99-123, abr. 2002. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142002000100007>.

HEXAG EDUCAÇÃO (Brasil) (org.). **Combustível e comburente – As principais diferenças**. 2020. Disponível em: <https://cursinhoparamedicina.com.br/blog/quimica-blog/combustivel-e-comburente-as-principais-diferencas/>. Acesso em: 12 jan. 2022.

IDE-SISEMA- Infraestrutura de dados espaciais. Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis> Acesso em: dezembro 2021.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Normais Climatológicas – dados históricos (1981-2010). Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/servicos/bdmepdados-hist%C3%B3ricos> Acesso em: Dezembro 2021

JORDAIM, Renan Baptista. COMPORTAMENTO DO FOGO SOB DIFERENTES DECLIVIDADES, EM COMBUSTÍVEIS PROVENIENTES DE UM POVOAMENTO DE *Eucalyptus grandis*. 2015. 36 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2015.

MINISTÉRIO da Infraestrutura. In: Mapas e Bases dos Modos de Transportes. [S. l.], 15 out. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/dados-de-transportes/bit/bitmodosmapas>. Acesso em: 31 jan. 2022.

MOTTA, Daniel Souza. IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES QUE INFLUENCIAM NO COMPORTAMENTO DO FOGO EM INCÊNDIOS FLORESTAIS. 2008. 32 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Belo Horizonte, 2008.

REIS, Ruiبران Januário dos. **Mapeando a climatologia das descargas atmosféricas em Minas Gerais, utilizando dados de 1989 a 2002 - uma análise exploratória.** 2005. 2016 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

RIBEIRO, ISABELA GOMES. **Mapeamento de áreas susceptíveis a queimadas na Bacia do Rio Paraúna – MG.** 2021. 66 pg. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

ROLIM, Glauco de Souza; et al. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. *Bragantia*, [S.L.], v. 66, n. 4, p. 711-720, 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0006-87052007000400022>.

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira *et al.* Influência do relevo nos incêndios em vegetação em Juiz de Fora (MG). *Geographia*, Viçosa, v. 36, n. 18, p. 170-182, jul. 2015

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira; SILVA JÚNIOR, Milton Ribas da; LIMA, Gumercindo Souza (ed.). Influência dos Elementos Meteorológicos Sobre o Comportamento do Fogo. *Revista Brasileira de Meteorologia*, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 33-41, 12 maio 2018.

VASCONCELOS, Bernardo Lopes Vieira. Usi de geoprocessamento para delimitação de áreas susceptíveis a inundação na região nordeste do município de Belo Horizonte/MG. 2016. 60 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Dcta, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

FERNANDA MIRANDA CARDOSO

**MAPEAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DE RISCO À QUEIMADAS EM
LINHA DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Aprovado em 11 de fevereiro de 2022

Banca examinadora:



Prof. Carlos Wagner G Andrade Coelho - Orientador



Prof. Diego Fontes Lustosa



Prof. DSc. Evandro Carrusca de Oliveira