

# METODOLOGIA DE ESTIMAÇÃO DE DADOS DE TEMPERATURA AMBIENTE PARA APLICAÇÕES NO SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA

1<sup>st</sup> João Augusto Beladona Menezes  
Coordenação Acadêmica Campus Cachoeira do Sul  
Universidade Federal de Santa Maria  
Cachoeira do Sul, Brasil  
joao.menezes@acad.ufsm.br

2<sup>nd</sup> Laura Lisiane Callai dos Santos  
Coordenação Acadêmica Campus Cachoeira do Sul  
Universidade Federal de Santa Maria  
Cachoeira do Sul, Brasil  
laura.santos@ufsm.br

**Resumo**—Este estudo tem como objetivo desenvolver e aplicar uma metodologia, utilizando Octave para estimar a temperatura ambiente em locais com dados limitados no Sistema Elétrico de Potência (SEP). A pesquisa se propõe a responder à questão de como obter estimativas precisas de temperatura em áreas com coleta de dados restrita. A metodologia adotada inclui o uso de interpolação, por meio do método IDW, com base em dados de outras regiões para gerar modelos e algoritmos. Os resultados evidenciam a eficácia da abordagem, proporcionando estimativas precisas em cenários desafiadores. Este estudo contribui para a gestão térmica no setor elétrico, oferecendo soluções adaptáveis para a falta de dados, promovendo uma metodologia robusta e ajustada às nuances locais, ampliando sua aplicabilidade prática.

**Palavras Chave**—Temperatura ambiente, Energia elétrica, Interpolação.

## I. INTRODUÇÃO

A temperatura ambiente desempenha um papel crucial nos Sistemas Elétricos de Potência (SEP), afetando a eficiência e a segurança de componentes e equipamentos elétricos. Variações incorretas na temperatura ambiente podem resultar em falhas, redução na eficiência do sistema e aumento dos riscos de acidentes elétricos [1]. Essa influência se estende à previsão de geração de energia elétrica, ao dimensionamento e operação de linhas de transmissão, à distribuição de energia e ao consumo de energia elétrica, impactando o desempenho de cabos, capacitores, disjuntores e outros componentes do SEP.

A obtenção de dados precisos de temperatura ambiente é essencial para a projeção e prevenção de perdas em todas as etapas de operação do SEP. Atualmente, os dados são principalmente adquiridos por estações meteorológicas e satélites, sendo cruciais para previsões de demanda, geração e perdas. O histórico de temperatura ambiente, obtido de estações meteorológicas e modelos de reanálise climática, é utilizado pelas empresas de energia elétrica para calibrar seus modelos de previsão.

A temperatura ambiente desempenha um papel vital na demanda de energia, influenciando a necessidade de refrigeração ou aquecimento em edifícios e ambientes. Além disso, na

previsão de geração, afeta a eficiência de vários processos de conversão de energia elétrica, como energia térmica, solar, eólica, hidrelétrica e nuclear. No dimensionamento de linhas de transmissão, a temperatura ambiente impacta a capacidade de carga, as tensões mecânicas e as perdas de energia, exigindo considerações térmicas cuidadosas.

A importância de dados de temperatura ambiente precisos é destacada na necessidade de previsões assertivas para diferentes condições climáticas. A falta de medição em certos locais pode ser abordada através de técnicas de interpolação, como a interpolação linear, polinomial, por splines, krigagem e o método IDW. O presente trabalho propõe uma metodologia utilizando o Octave®, uma linguagem computacional de código aberto, para determinar dados de temperatura ambiente por meio da interpolação de informações de estações meteorológicas existentes [2]. O Octave® oferece recursos como interpolação espacial e manipulação de matrizes, proporcionando um ambiente propício para implementar a metodologia de forma eficiente.

## II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A temperatura ambiente é uma variável determinante no SEP, exercendo um papel crucial que permeia todas as etapas, desde a geração até a previsão de demanda de energia elétrica. A sensibilidade do SEP à temperatura ambiente se evidencia em diversas áreas, destacando-se pela complexidade de suas influências.

### A. Temperatura ambiente no Sistema Elétrico de Potência

Na geração de energia elétrica, a temperatura ambiente desempenha um papel vital na eficiência de diversos processos de conversão energética. Tanto em sistemas térmicos quanto em fontes renováveis como solar, eólica e hidrelétrica, as variações térmicas impactam diretamente a eficiência operacional. Estudos detalhados revelam como a temperatura ambiente afeta não apenas a produção total, mas também a confiabilidade

e segurança desses sistemas, destacando a importância de considerar essas variáveis no planejamento e operação [3].

No âmbito da transmissão, a temperatura ambiente influencia a capacidade de carga das linhas de transmissão. O aumento da temperatura pode resultar em uma redução da capacidade de corrente suportada pelos condutores devido ao aumento da resistência elétrica. Além disso, as variações térmicas impactam as tensões mecânicas nas linhas, exigindo um cuidadoso dimensionamento para evitar falhas e garantir a integridade estrutural. As perdas de energia também são sensíveis às condições térmicas, sendo crucial otimizar o sistema para mitigar essas perdas [4].

As perdas de energia elétrica, muitas vezes negligenciadas, são significativamente influenciadas pelas condições ambientais. O aumento da temperatura pode levar a um aumento na resistência elétrica dos condutores, resultando em perdas adicionais durante a transmissão e distribuição de energia. Compreender e minimizar essas perdas não apenas contribui para a eficiência do SEP, mas [5].

A temperatura ambiente é um fator determinante na previsão de demanda de energia elétrica. Em climas mais quentes, a demanda por energia destinada à refrigeração aumenta consideravelmente. Em contrapartida, em regiões mais frias, a necessidade de energia para aquecimento assume um papel proeminente. Prever com precisão a temperatura ambiente é crucial para antecipar variações sazonais na demanda, permitindo um planejamento eficiente dos recursos energéticos [6].

Após analisar a significativa influência da temperatura ambiente nos SEP, torna-se pertinente ampliar a investigação para incluir o emprego da interpolação na determinação da temperatura ambiente em locais específicos, baseando-se em dados de outras localidades. A precisão na medição e previsão da temperatura ambiente é desafiadora, especialmente em regiões com poucas estações meteorológicas e limitação de dados. Nesse cenário, a interpolação surge como uma ferramenta eficaz, empregando modelos matemáticos e algoritmos que utilizam dados de temperatura ambiente de outras áreas para proporcionar estimativas precisas da temperatura em um local desejado.

### B. Método para Estimação de Dados de Temperatura Ambiente

O Método de Interpolação Inverso da Distância Ponderada (IDW) destaca-se como uma ferramenta crucial em análises espaciais e geoprocessamento, aplicável em diversas disciplinas, como geologia, geografia e engenharia ambiental. Sua abordagem central envolve a estimação de valores em locais desconhecidos com base na influência inversamente proporcional das distâncias ponderadas dos pontos conhecidos mais próximos. As equações referentes ao método IDW são vistas nas Equações (1) e (2).

$$\hat{y} = \sum_{i=1}^n \lambda_i y(S_i) \quad (1)$$

Em que  $\hat{y}(S_0)$  é o valor que pretende-se interpolar em um ponto  $S_0$ , dado os valores observados  $y(S_i)$  nos pontos  $S_i$ , por último, os valores  $\lambda_i$  são os pesos, deve-se observar que  $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$ . Basicamente o valor a ser estimado em  $\hat{y}(S_0)$  é a combinação linear entre os pesos e os valores nos pontos observados. Estes pesos são definidos na Equação (2).

$$y_i = d_{0i}^{-\alpha} / \sum_{i=1}^n d_{0i}^{-\alpha} \quad (2)$$

Em que  $d_{0i}$  é o inverso da distância entre o ponto a ser estimado e os pontos observados e  $\alpha$  é a potência. Nota-se que a potência é um parâmetro deste método e que quanto maior o valor de  $\alpha$ , maior será a contribuição dos pontos mais próximos para o valor estimado  $\hat{y}(S_0)$  e, conseqüentemente, menor será a contribuição dos pontos mais distantes.

A formulação matemática do IDW inclui parâmetros ajustáveis, como a potência  $\alpha$ , permitindo uma adaptação flexível às características específicas dos dados. Sua simplicidade e eficiência computacional tornam-no acessível e eficaz, sendo particularmente útil para interpolações locais em pequenas escalas. No entanto, é crucial considerar suas limitações, como a suposição de estacionariedade dos dados e a sensibilidade a valores atípicos, ao escolher este método em contextos específicos. Em resumo, o IDW é uma técnica valiosa, mas sua aplicação deve ser cuidadosamente ponderada em relação ao contexto e às características dos dados em questão.

A escolha do método IDW para a determinação de dados de temperatura ambiente representa uma decisão estratégica na metodologia deste trabalho. Após uma análise comparativa entre métodos de interpolação, como krigagem e splines, concluiu-se que o IDW se destaca não apenas por sua eficácia, mas também pela praticidade de implementação. Essa seleção se alinha diretamente à abordagem adotada na metodologia, onde a eficiência e a facilidade de aplicação são cruciais para alcançar resultados precisos na determinação de dados de temperatura em locais carentes dessas informações. A utilização do IDW, portanto, contribui significativamente para a robustez e praticidade da metodologia empregada neste estudo, evidenciando uma escolha estratégica que fortalece a capacidade do trabalho em lidar com a escassez de dados em áreas específicas.

## III. METODOLOGIA

A falta de dados de temperatura ambiente em certas regiões apresenta um desafio significativo para diversas áreas que necessitam utilizar dados de temperatura ambiente para realizar planejamentos e outras ações, como a agricultura, planejamento urbano e o SEP.

Diversos fatores contribuem para essa lacuna de informações climáticas. Em primeiro lugar, a infraestrutura limitada em áreas remotas ou de difícil acesso dificulta a instalação e manutenção de estações meteorológicas. Recursos financeiros e logísticos são necessários para operar tais estações, o que pode ser complicado em regiões isoladas.

Além disso, a manutenção de estações meteorológicas é cara, especialmente em áreas com climas severos ou difíceis. O alto custo pode ser um obstáculo para estabelecer e manter uma rede confiável de coleta de dados de temperatura ambiente.

Em algumas regiões, a falta de conscientização sobre a importância dos dados meteorológicos pode ser um problema. Isso pode acontecer em comunidades rurais isoladas ou em áreas onde as pessoas não compreendem os benefícios que as informações climáticas podem trazer para facilitar a tomada de decisões em diversas áreas.

Este trabalho propõe uma metodologia para coletar e analisar dados de temperatura ambiente de diferentes locais, a fim de encontrar padrões, tendências e possíveis incongruências e, com base nessa análise, utilizar esses dados para determinar a temperatura ambiente do local desejado com o auxílio de uma ferramenta desenvolvida durante a realização do presente trabalho a partir de princípios de interpolação.

A Figura 1 demonstra um cenário hipotético, em que possui-se três locais com dados de temperatura ambiente estabelecidos por meio de métodos convencionais (satélites, estações meteorológicas e dados históricos, que são registros de temperatura ambiente obtidos ao longo do tempo), e uma localidade em que os dados de temperatura ambiente não são conhecidos.

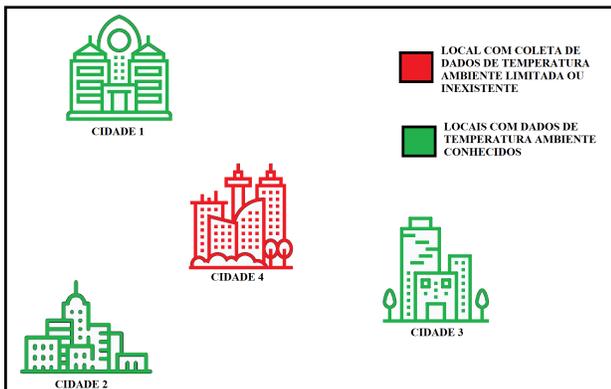


Fig. 1. Exemplo de cenário com local sem dados de temperatura ambiente definido.

A partir do cenário visto na Figura 1 será aplicado a metodologia proposta, o fluxograma da Figura 2 exemplifica os passos que serão realizados para a aplicação da mesma.

No fluxograma da Figura 2 pode-se ver as etapas à serem seguidas para a realização da metodologia proposta.

A primeira etapa da metodologia adotada para determinar a temperatura ambiente em locais desprovidos de dados de temperatura ambiente baseia-se na seleção da região alvo. Inicialmente, define-se a região de interesse, que consiste em áreas geográficas que carecem de informações de temperatura ambiente. Simultaneamente, identifica-se regiões com dados de temperatura ambiente previamente disponíveis.

Após a coleta de dados, realiza-se a aquisição de informações de temperatura ambiente, coordenadas geográficas e altitude. Este processo inclui a identificação de

fontes confiáveis, a extração e limpeza dos dados para garantir sua qualidade.

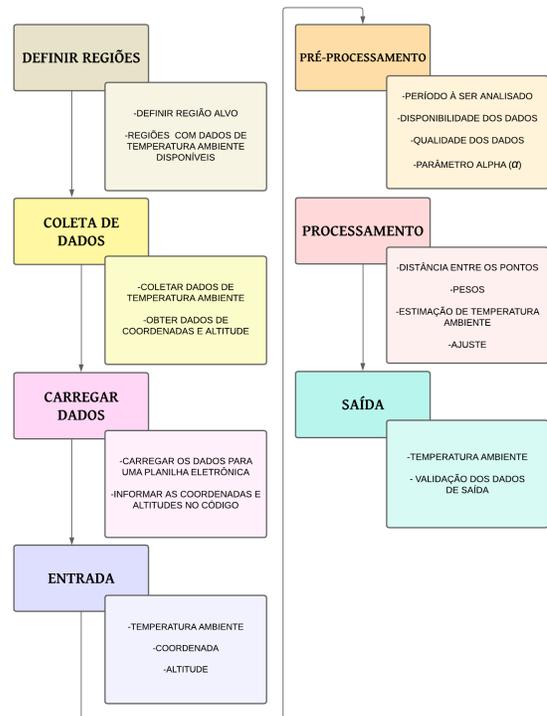


Fig. 2. Exemplo de cenário com local sem dados de temperatura ambiente definido.

Os dados brutos são organizados em uma planilha eletrônica. Medidas de interpolação e análise empírica são adotadas para preencher lacunas de dados e garantir precisão. Por exemplo, usa-se uma interpolação para regiões com dados insuficientes e um ajuste de 2,5°C para quedas de temperatura entre 18h e 23h em um mesmo dia, devido à falta de dados.

As coordenadas e altitudes são inseridas em software como Octave®, incluindo dados de pelo menos duas outras regiões. Segue-se a etapa de entrada de dados para interpolação, processando informações sobre temperatura, coordenadas e altitude. A formatação correta desses dados é crucial para a interpolação.

O processamento dos dados inclui a definição do período de análise e a qualidade dos dados disponíveis. Utiliza-se a Interpolação pelo Inverso da Distância para calcular parâmetros essenciais, como distância entre pontos e pesos, para estimar a temperatura ambiente nas áreas alvo, integrando variações de altitude (ajuste de 2,5°C a cada 1000 metros acima de 600 metros).

Os resultados estimados são apresentados de forma adequada para a compreensão das condições térmicas nas regiões alvo. Uma análise de caso é conduzida para comparar os resultados com dados pré-coletados, avaliando a eficácia da metodologia. Esta análise é vital para avaliar a confiabilidade dos dados em regiões sem informações específicas.

A influência da variação de temperatura nos componentes do sistema de geração de energia é considerada. Por exemplo,

a eficiência dos painéis fotovoltaicos pode diminuir 0,5

Assim, a metodologia robusta e confiável permite coletar e analisar dados de temperatura ambiente, otimizando o desempenho dos componentes, analisando a estabilidade térmica e promovendo a eficiência energética. Isso possibilita decisões precisas e eficientes, garantindo a operação segura e confiável do sistema de energia elétrica, melhorando o desempenho e aprimorando o Sistema Elétrico de Potência (SEP).

#### IV. ESTUDO DE CASO

Este estudo abrange diversos cenários para avaliar a robustez e eficácia da metodologia proposta na determinação da temperatura ambiente em regiões com dados de temperatura ambiente escassos, como ilustrado na Figura 2. Utilizando dados de temperatura do INMET (INMET, 2023), tanto como dados de entrada quanto da região alvo, o estudo analisa o desempenho da metodologia atuando em diferentes cenários. A análise considerou casos com diferentes disponibilidades de dados, já que no INMET os dados são disponibilizados apenas nos horários de 18h, 00h e 12h, enquanto a metodologia visa determinar a temperatura para todos os horários do dia. Foram simuladas essas condições analisando regiões específicas com dados limitados para avaliar a capacidade da metodologia em lidar com essas limitações.

Cenários mensais de 30 e 31 dias foram analisados para abranger as possíveis variações, excluindo fevereiro. Diferentes regiões geográficas foram incluídas, incorporando variações nas coordenadas e altitudes para representar uma ampla gama de condições climáticas e geográficas, validando a adaptabilidade da metodologia.

O parâmetro  $\alpha$ , que determina o peso das distâncias entre coordenadas na estimativa final da temperatura, foi ajustado para diversos casos. Essa variação visa entender a influência das diferentes ponderações nos resultados, otimizando a metodologia.

O objetivo central é validar a metodologia, assegurando sua eficácia em diferentes condições, e identificar fraquezas para evitá-las quando possível. Essa abordagem proativa visa aprimorar a metodologia, consolidando-a como uma ferramenta confiável na determinação da temperatura ambiente em regiões com dados escassos.

Para o estudo de caso foram analisados cinco cenários diferentes, cada um com suas particularidades em relação aos dados disponíveis. Dois desses cenários (Tabelas I e II), selecionados por serem os mais recorrentes na prática, foram analisados detalhadamente, destacando a importância de considerar a heterogeneidade na qualidade dos dados ao aplicar a metodologia.

Para cada cenário analisou-se as temperaturas ambientes obtidas por meio da metodologia e, as temperaturas obtidas por meio de estações meteorológicas disponíveis no site do INMET. Relacionando elas, é possível calcular-se o erro médio, que é obtido por meio da Equação (3).

$$E_{m\u00e9dio} = |T_{INMET} - T_{metodologia}| \quad (3)$$

Em que  $E_{m\u00e9dio}$  é o erro médio,  $T_{INMET}$  é a temperatura ambiente obtida no site do INMET e  $T_{Metodologia}$  é a temperatura ambiente obtida por meio da metodologia.

E a variação pode ser obtida por meio da Equação (4).

$$E_{m\u00e9dio} = T_{INMET} - T_{metodologia} \quad (4)$$

Em que  $E_{m\u00e9dio}$  é o erro médio,  $T_{INMET}$  é a temperatura ambiente obtida no site do INMET e  $T_{Metodologia}$  é a temperatura ambiente obtida por meio da metodologia.

TABELA I  
DISPONIBILIDADE DE DADOS DO CENÁRIO 1

Cenário 1 - Uma Cidade Com Dados Incompletos	
Cidades	Status dos Dados
Encruzilhada	Dados Completos
Soledade	Dados Completos
Santa Maria	Dados Incompletos
Rio Pardo	Por Definir

TABELA II  
DISPONIBILIDADE DE DADOS DO CENÁRIO 4

Cenário 4 - Nenhuma Cidade Com Dados Incompletos	
Cidades	Status dos Dados
Diamante do Norte	Dados Completos
Paranapoema	Dados Completos
Cidade Gaúcha	Dados Completos
Paranava\u00ed	Por Definir

No primeiro cenário, os dados de entrada foram derivados das cidades de Soledade, Encruzilhada e Santa Maria. Nesse contexto, Santa Maria foi escolhida especificamente por apresentar uma disposição limitada de dados de temperatura ambiente. O objetivo principal desse cenário foi determinar os dados de temperatura ambiente para a cidade de Rio Pardo, utilizando a metodologia proposta. Ao selecionar Santa Maria como uma cidade com dados limitados, o estudo visou avaliar a capacidade da metodologia em lidar com situações desafiadoras, em que as informações disponíveis são mais escassas. Assim, os resultados obtidos para Rio Pardo seriam consequência da aplicação da metodologia aos dados das outras cidades, com ênfase na cidade com dados limitados, neste caso, Santa Maria.

Os resultados referentes a esse cenário analisado podem ser vistos na Tabela III.

TABELA III  
RESULTADOS DA METODOLOGIA PARA O PRIMEIRO CENÁRIO - JANEIRO

Alpha ( $\alpha$ )	Erro Médio (°C)	Varição (°C)
0	1,542850	0,892925
1	2,341402	-0,713790
2	2,820553	-1,303773

A Tabela III mostra os resultados da metodologia proposta para o primeiro cenário com variações no parâmetro  $\alpha$ . Com  $\alpha = 0$ , observou-se um erro médio positivo, indicando que minimizar a influência das distâncias entre regiões tende a

superestimar as temperaturas. Com  $\alpha = 1$ , a variação aumenta significativamente e se torna negativa, sugerindo subestimação das temperaturas reais. Para  $\alpha = 2$ , a variação continua a crescer e permanece negativa, indicando maior subestimação.

Esses resultados destacam a sensibilidade da metodologia ao parâmetro  $\alpha$ . Cada configuração afeta a precisão das estimativas de maneira distinta, ressaltando a importância de escolher um valor apropriado de  $\alpha$  conforme o cenário estudado. A Figura 3 mostra a relação entre a temperatura obtida pela metodologia (em laranja) e a do INMET (em azul) para  $\alpha = 0$ , valor mais adequado para este cenário.

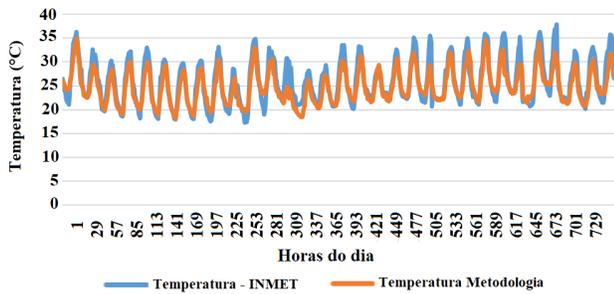


Fig. 3. Melhor Resultado: Primeiro Cenário - Janeiro

Com esses resultados analisados, é oportuno realizar a transição do Primeiro Cenário, que aborda uma cidade com poucos dados de temperatura ambiente em janeiro e fevereiro, para o Quarto Cenário, que envolve três cidades com informações completas sobre temperatura ambiente no mesmo período, destacando a importância desses dados abrangentes. A comparação entre os dois cenários pode revelar diferenças na disponibilidade de informações meteorológicas, enfatizando como a precisão desses dados pode influenciar decisões em estudos sobre eficiência energética e gestão de recursos.

O Quarto Cenário representa o ideal para a aplicação da metodologia, utilizando dados completos de três cidades (Diamante do Norte, Paranapoema e Cidade Gaúcha) para estimar a temperatura ambiente de Paranaíba. Analisar os resultados desse cenário permite avaliar a eficácia da metodologia com conjuntos de dados extensos, oferecendo uma visão mais abrangente de seu desempenho em diferentes contextos práticos. Os resultados desse cenário estão na Tabela IV.

TABELA IV

RESULTADOS DA METODOLOGIA PARA O QUARTO CENÁRIO - FEVEREIRO

Alpha ( $\alpha$ )	Erro Médio (°C)	Varição (°C)
0	1,231586022	-0,998342294
1	1,311273542	-1,01093409
2	1,408763445	-1,019975452

No cenário com  $\alpha = 0$ , observa-se um erro médio e uma variação que sugerem que, ao minimizar a influência das distâncias entre as regiões, a metodologia tende a gerar estimativas que superam a média real de temperatura ambiente. Ao aumentar  $\alpha$  para 1, nota-se um pequeno aumento no erro médio, indicando maior sensibilidade da metodologia às

distâncias entre as regiões. Curiosamente, a variação torna-se negativa, sugerindo uma propensão à subestimação das temperaturas ambientais reais, alterando a dinâmica das estimativas. Para  $\alpha = 2$ , observa-se um crescimento adicional no erro médio, indicando ênfase ainda maior na influência das distâncias. A variação permanece negativa, evidenciando uma tendência persistente de subestimação das temperaturas ambientais reais. Em síntese, essa análise dos resultados foi promissora, destacando que  $\alpha = 0$  e  $\alpha = 1$  proporcionaram os melhores resultados. Cada configuração do parâmetro  $\alpha$  afeta de forma distinta a precisão das estimativas, ressaltando a importância de selecionar cuidadosamente  $\alpha$  com base nas características específicas do cenário. A Figura 4 ilustra a relação entre a temperatura ambiente obtida pela metodologia (em laranja) e a temperatura ambiente do INMET (em azul) para  $\alpha = 1$ .

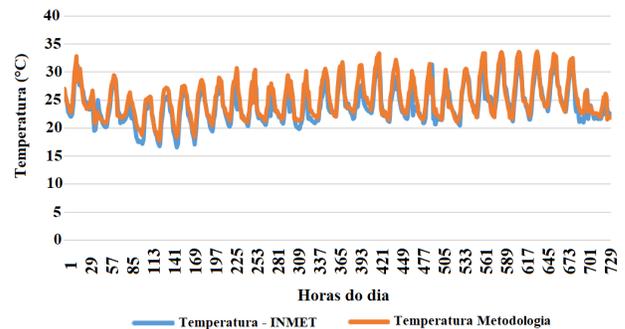


Fig. 4. Melhor Resultado: Quarto Cenário - Fevereiro

Percebe-se que diferente da Figura 4, as temperaturas ambientes estão bem mais coerentes entre si, validando que para uma análise com três regiões com dados de temperatura ambiente disponíveis de forma completa, os resultados se mostram muito mais fiéis com a realidade.

A partir disso é oportuno realizar uma análise abrangente de todos os resultados obtidos, buscando extrair conclusões significativas e relevantes à respeito da presente metodologia. Ao revisitar cada configuração, é possível identificar padrões, tendências e peculiaridades que podem fornecer uma compreensão mais profunda do desempenho da metodologia em diferentes cenários.

#### A. Análise de Resultados

Após um estudo detalhado, algumas conclusões importantes sobre a metodologia proposta emergem, fornecendo *insights* cruciais para sua aplicação prática. Em regiões com dados completos de temperatura ambiente e características geográficas similares, a influência das distâncias entre essas regiões é significativa. Nesses casos, é vantajoso aumentar o valor de  $\alpha$  (entre 1 e 2), o que reflete uma maior ponderação das distâncias na estimativa das temperaturas ambientais. Por outro lado, em cenários com diferenças geográficas significativas ou dados incompletos, minimizar a influência das distâncias ajustando  $\alpha$  para valores próximos a 0 proporciona estimativas mais precisas. A Tabela V resume os cenários

analisados, mostrando os erros médios conforme o valor de  $\alpha$  adotado.

TABELA V  
RESULTADOS DA METODOLOGIA PARA OS CENÁRIOS 1 E 4 - JANEIRO E FEVEREIRO

Alpha ( $\alpha$ )	0	1	2
Erro Médio - Cenário 1 (°C)	1,54	2,341402	2,820553
Erro Médio - Cenário 4 (°C)	1,23158	1,31127	1,408763

A partir desses resultados, é possível traçar um gráfico relacionando cada cenário com seus respectivos  $\alpha$ , a fim de tornar mais fácil a visualização dos melhores. Esse gráfico pode ser visto na Figura 5.

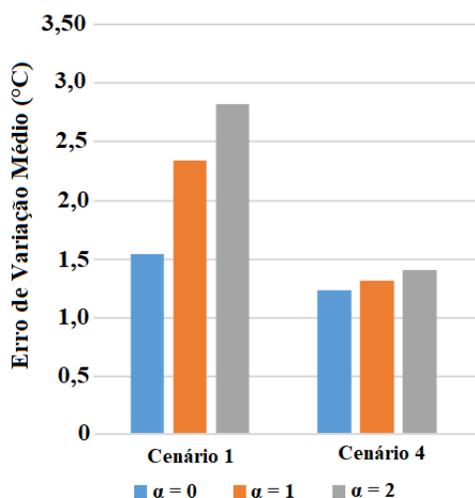


Fig. 5. Resultados do Estudo de Caso - Janeiro e Fevereiro

Analisando os diferentes cenários do estudo de caso, padrões consistentes são observados: no cenário 1, onde uma das três regiões possui dados incompletos,  $\alpha = 0$  mostrou-se mais eficaz. No cenário 4, ideal com todas as cidades completas,  $\alpha$  entre 1 e 2 mostrou-se mais apropriado, destacando a vantagem de aumentar a influência das distâncias quando os dados de entrada são de alta qualidade.

Além disso, é relevante destacar que o cenário mais frequente na prática é semelhante ao cenário 4, onde todas as regiões têm dados de temperatura ambiente completos. Isso reforça a robustez e a aplicabilidade prática da metodologia proposta, alinhando-se com as condições comumente encontradas em estações meteorológicas.

Portanto, os resultados indicam que pequenas variações nos dados de temperatura ambiente não comprometeriam substancialmente a utilidade e precisão da metodologia em questão, especialmente no contexto de Sistemas Elétricos de Potência.

## V. CONCLUSÃO

O estudo destacou várias conclusões importantes, ressaltando a influência crucial da temperatura ambiente no Sistema Elétrico de Potência (SEP). A precisão dos dados de temperatura é vital para o planejamento e operação eficaz

do sistema, afetando transmissão, geração e distribuição de energia.

A metodologia desenvolvida, utilizando o método de interpolação IDW, mostrou-se promissora para definir a temperatura ambiente em locais com dados limitados. Aplicável em diversas áreas, como previsão de demanda de energia, planejamento térmico de sistemas de transmissão e otimização da geração de energia, a metodologia demonstrou eficácia prática nos estudos de caso.

Os estudos de caso evidenciaram a capacidade da metodologia de fornecer estimativas precisas da temperatura ambiente em tempo real, mesmo em regiões com dados escassos. No entanto, a eficiência da metodologia depende da disponibilidade de dados completos, destacando a necessidade de considerar a heterogeneidade na qualidade dos dados ao aplicar a abordagem.

Em resumo, as conclusões sublinham a relevância dos dados de temperatura ambiente no SEP e a eficácia da metodologia proposta para sua definição em locais com limitações de informações. O uso do IDW mostra-se valioso para fornecer estimativas precisas, contribuindo para a compreensão e gestão térmica no setor elétrico. Esta pesquisa propõe soluções adaptáveis para a falta de dados de temperatura em algumas regiões, promovendo uma metodologia robusta e ajustada, capaz de lidar eficazmente com as nuances específicas de cada região, melhorando a aplicabilidade prática e generalização da metodologia desenvolvida.

## REFERÊNCIAS

- [1] HAGHDAD, K.; JAFFARI, J.; ANIS, M. Power grid analysis and verification considering temperature variations. *Microelectronics Journal*, Elsevier, v. 43, n. 3, p. 189–197, 2012.
- [2] EATON, J. W. et al. *Gnu octave*. [S.l.]: Network theory London, 1997.
- [3] MELO, G. O. L. de. ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA PRODUÇÃO DE ENERGIA GERADA POR PLACAS FOTOVOLTAICAS. 2021. 53 f. Monografia (Especialização) — PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DOS MATERIAIS, FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL, Campo grande, 2021.
- [4] RAHMAN, A.; NOR, S.; NASIR, N. M. Review of thermal stress and condition monitoring technologies for overhead transmission lines: Issues and challenges. 2020.
- [5] ELÉTRICA, A. N. de E. Perdas de Energia. Ministério de Minas e Energia, 2022. Acesso em 4 de junho de 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br>.
- [6] ANDRADE, G. N. de; SANT'ANNA, A. P. Estimativa do impacto das variações de temperatura sobre o consumo residencial de energia elétrica no rio de janeiro. *Simpósio brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 949–260, 2013.
- [7] PIRES, J. M. et al. Análise da exatidão de diferentes métodos de interpolação para geração de modelos digitais de elevação e obtenção de características morfométricas em bacias hidrográficas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 10, n. 2, p. 39–47, 2005. RAHMAN, A.;
- [8] NOR, S.; NASIR, N. M. Review of thermal stress and condition monitoring technologies for overhead transmission lines: Issues and challenges. 2020. REBOUÇAS, P. M. et al. Influência da oscilação térmica na água da piscicultura. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, v. 2, n. 2, p. 35–42, 2014.
- [9] REMY, N.; BOUCHER, A.; WU, J. *Applied geostatistics with SGeMS: A user's guide*. [S.l.]: Cambridge University Press, 2009.
- [10] RIGHI, E.; BASSO, L. A. Aplicação e análise de técnicas de interpolação para espacialização de chuvas. *Ambiência*. Guarapuava (PR). Vol. 12, n. 1 (jan./abr. 2016), p. 101-117, 2016.
- [11] LITES, T. É. Utilização de imagens transmitidas por satélites meteorológicos. 2002.