



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

RIVAILDO RIBEIRO DE SOUZA FILHO

CARACTERÍSTICAS TOPOCLIMÁTICAS E ANTRÓPICAS E SEUS  
EFEITOS NA TEMPERATURA DO SOLO NA CAATINGA

João Pessoa, 21 de outubro de 2024

RIVAILDO RIBEIRO DE SOUZA FILHO

CARACTERÍSTICAS TOPOCLIMÁTICAS E ANTRÓPICAS E SEUS  
EFEITOS NA TEMPERATURA DO SOLO NA CAATINGA

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao departamento de engenharia  
ambiental como requisito parcial para obtenção do  
grau de Bacharel em Engenharia Ambiental pela  
Universidade Federal da Paraíba.

Orientador: Dr. Bartolomeu Israel de Souza

João Pessoa-PB

2024

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

F481c Souza Filho, Rivaildo Ribeiro de.

Características topoclimáticas e antrópicas e seus efeitos na temperatura do solo na Caatinga / Rivaildo Ribeiro de Souza Filho. - João Pessoa, 2024.  
26 f. : il.

Orientação: Bartolomeu Israel de Souza.  
TCC (Graduação) - UFPB/CT.

1. relevo, cobertura vegetal, desertificação. I.  
Souza, Bartolomeu Israel de. II. Título.

UFPB/CT/BSCT

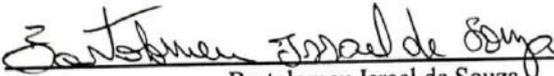
CDU 504(043.2)

## FOLHA DE APROVAÇÃO

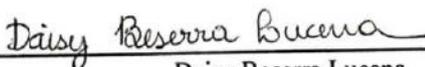
**RIVALDO RIBEIRO DE SOUZA FILHO**

### **CARACTERÍSTICAS TOPOCLIMÁTICAS E ANTRÓPICAS E SEUS EFEITOS NA TEMPERATURA DO SOLO NA CAATINGA**

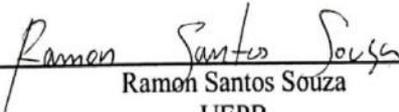
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 21/10/2024 perante a seguinte Comissão Julgadora:

  
Bartolomeu Israel de Souza  
Departamento de Geociências do  
CCEN/UEPB

APROVADO  
(Aprovado/Reprovado)

  
Daisy Beserra Lucena  
UEPB

APROVADO  
(Aprovado/Reprovado)

  
Ramon Santos Souza  
UEPB

APROVADO  
(Aprovado/Reprovado)

Documento assinado digitalmente  
 ALINE FLAVIA NUNES REMIGIO ANTUNES  
Data: 24/10/2024 08:28:03-0300  
verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa. Aline Flávia Nunes Remigio Antunes  
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental

## AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, por me permitir dar este novo passo em minha vida, por me proteger, por permitir realizar os sonhos que Ele colocou em meu coração, por me abençoar com saúde e com uma família que sempre me incentivou em todas as etapas da minha vida.

À minha esposa Nayara, por ser sempre meu porto seguro, minha calma em momentos de desespero, pelas palavras gestos que sempre me mantiveram firme no propósito. Ao meu filho Pedro Miguel, que mesmo na sua inocência foi meu ponto de paz, com seus abraços e seu lindo sorriso. À minha filha Maria Isabella, que ainda no ventre da sua mãe me deu forças para prosseguir.

Aos meus pais Magnolia e Rivaildo (*in memoriam*), a quem dedico este trabalho e agradeço por todo incentivo, à minha mãe por ter sido fonte de força e de fé no momento mais difícil das nossas vidas, me motivando sempre a continuar. Ao meu saudoso pai, agradeço por, em vida, sempre me incentivar na busca pelo conhecimento.

Aos meus irmãos, Giusep e Virginia, por todo apoio, incentivo e compartilhamento de aprendizados ao longo da vida.

Ao Prof. Dr. Bartolomeu Israel, por toda orientação, dedicação e paciência que fazem dele um profissional de excelência, por não ter desistido e acreditado em meu potencial desde os projetos de pesquisa. Agradeço, ainda, pela amizade, confiança e por todos os conhecimentos transmitidos.

Aos docentes do curso de engenharia ambiental, por todo apoio dado neste processo e pelo conhecimento transmitidos, por todo apoio e suporte dado durante o curso.

E a todos que direta ou indiretamente, contribuíram ao longo desta trajetória no curso de engenharia ambiental.

*"A natureza é muito generosa, mas nós temos que aprender a respeitá-la. Não podemos viver bem enquanto destruímos o que nos sustenta."*

*Wangari Maathai*

## RESUMO

O bioma Caatinga ocupa cerca de 11% do território brasileiro e, apesar de sua rica biodiversidade, sofre com a degradação e a desertificação, com 80% de sua vegetação alterada. Este estudo tem como objetivo analisar a influência das características topoclimáticas e do uso da terra na temperatura do solo na região do Cariri Paraibano, para tanto, foram utilizados dados de estações meteorológicas foram distribuídas ao longo do alto curso do Rio Paraíba no período entre 2017 e 2021. Os resultados indicam que estações com menor cobertura vegetal e altitudes mais baixas apresentaram temperaturas do solo superiores a 40°C, dificultando a regeneração natural da vegetação. Já as estações em altitudes elevadas ou em áreas mais preservadas, como São João do Tigre e São Sebastião do Umbuzeiro, mostraram temperaturas mais baixas, favorecendo a criação de microclimas favoráveis à regeneração natural. Além disso, os dados permitiram dividir o comportamento térmico em períodos bem definidos ao longo do ano, reforçando a importância da vegetação e do relevo para a manutenção do microclima local e combate à desertificação.

**Palavras-chave:** Caatinga, relevo, cobertura vegetal, desertificação, regeneração natural.

## **Abstract**

The Caatinga biome covers about 11% of Brazil's territory and, despite its rich biodiversity, suffers from degradation and desertification, with 80% of its vegetation altered. This study aims to analyze the influence of topoclimatic characteristics and land use on soil temperature in the Cariri Paraibano region. For this purpose, data from meteorological stations distributed along the upper course of the Paraíba River between 2017 and 2021 were used. The results indicate that stations with less vegetation cover and lower altitudes showed soil temperatures above 40°C, hindering the natural regeneration of vegetation. On the other hand, stations at higher altitudes or in more preserved areas, such as São João do Tigre and São Sebastião do Umbuzeiro, showed lower temperatures, favoring the creation of microclimates conducive to natural regeneration. Additionally, the data allowed for the division of thermal behavior into well-defined periods throughout the year, reinforcing the importance of vegetation and topography in maintaining the local microclimate and combating desertification.

**Keywords:** Caatinga, topography, vegetation cover, desertification, natural regeneration.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização das estações meteorológicas, distribuídas ao longo da área de estudo .	13
Figura 2: Estação meteorológica de Caraúbas.....	14
Figura 3: Estação meteorológica de São Sebastião do Umbuzeiro .....	14
Figura 4: Temperatura do solo horária antes de serem submetidos ao método.....	16
Figura 5: Temperatura do solo horária (01/01/2017- 30/09/2019), antes da aplicação do método. ....	17
Figura 6: Temperatura do solo horária (01/01/2017- 30/09/2019) após a aplicação do método. ....	17
Figura 7: Temperatura do solo horária (2020-2021) antes da aplicação do método. ....	18
Figura 8: Dados de temperatura do solo horária (2020-2021) após a aplicação do método. ...	18
Figura 9: Temperaturas do solo máximas (2017-2021).....	19
Figura 10: Temperaturas do solo mínimas (2017-2021). ....	19
Figura 11: Temperaturas do solo medianas (2017-2021).....	20

## Sumário

1. Introdução .....	11
2. Procedimentos Metodológicos .....	13
2.1. Área de estudos .....	13
2.2. Coleta e imputação dos dados .....	15
3. Resultados .....	16
3.1. Imputação dos dados .....	16
3.2. Análise das temperaturas do solo .....	19
4. Discussões .....	21
5. Conclusão .....	24
6. Referências Bibliográficas .....	25

## 1. Introdução

A relação entre o uso da terra e a cobertura do solo com a temperatura desempenha um papel crucial na compreensão dos impactos das atividades humanas no meio ambiente. No Cariri Paraibano, região do semiárido nordestino caracterizada por severas condições climáticas (SANTOS, 2022), assim como um acelerado processo de degradação, determinado pelo efeito combinado entre as condições climáticas próprias da região, falta de políticas públicas adequadas e práticas inadequadas de uso dos recursos naturais (LEAL; TABARELLI; SILVA, 2018), o conhecimento dessa relação torna-se ainda mais relevante devido à sua importância tanto ecológica quanto socioeconômica. A degradação do solo e a desertificação não apenas comprometem o equilíbrio ambiental, mas também afetam diretamente as atividades agrícolas, essenciais para a subsistência das populações locais. Neste contexto, a Caatinga, que ocupa aproximadamente 11% do território brasileiro (SILVA; LEAL; TABARELLI, 2018), destaca-se como o único bioma exclusivamente nacional abrangendo todos os estados do nordeste e o norte de Minas Gerais, totalizando uma área de 844.453 km<sup>2</sup> segundo o IBGE (2019). Apesar de sua rica biodiversidade, caracterizada por espécies raras e endêmicas, este bioma ainda é amplamente desconhecido e subvalorizado (GIULIETTI et al., 2004), sendo frequentemente visto como um ambiente árido e hostil.

O termo “caatinga” tem origem Tupi e significa “mata-branca”, referência ao aspecto seco que a vegetação assume em épocas de seca, resultado da estratégia adaptativa adquirida pela vegetação, a caducifolia, onde as espécies vegetais perdem suas folhas para resistir aos severos períodos de estiagem, também característicos do bioma.

Com mais de 80% de sua vegetação original alterada, principalmente devido à agropecuária e ao extrativismo, a Caatinga está entre os biomas brasileiros mais vulneráveis à desertificação (SOUZA; ARTIGAS; LIMA, 2015). A perda da cobertura vegetal provoca desequilíbrios no microclima, afetando a capacidade de regeneração natural do solo e comprometendo processos biológicos essenciais, como a germinação de sementes e o ciclo de nutrientes (PEREIRA; OLIVEIRA JUNIOR; LOBÃO, 2020). A supressão da vegetação nativa expõe o solo aos processos erosivos, aumenta a sua temperatura e, conseqüentemente, dificulta a recuperação ecológica. Além das alterações bruscas na cobertura vegetal causadas pelas atividades humanas, a caatinga está localizada na região que apresenta irregularidades climáticas com os valores meteorológicos mais extremos do

país, como a alta taxa de insolação, baixa nebulosidade, altas taxas de evaporação e temperaturas médias entre 25° e 30°C (LOIOLA et al., 2012).

O solo, por suas propriedades químicas, físicas e biológicas, desempenha um papel central na manutenção da vegetação, segundo a Embrapa (2020). Atua como um reservatório de calor durante o dia e como uma fonte de calor durante a noite, influenciando diretamente as condições climáticas locais e os processos biológicos desempenhando papel fundamental na determinação do crescimento, produtividade e sucesso reprodutivo de plantas individuais (VAN DER PUTTEN et al., 2013). Estudos realizados em outros biomas, como florestas tropicais e temperadas, destacam a importância da temperatura do solo como um fator determinante para diversos processos biogeoquímicos, como a decomposição de matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes (CONANT et al., 2011; DAVIDSON; JANSSENS, 2006). No entanto, há uma escassez de estudos focados na relação entre o uso da terra e a temperatura do solo na Caatinga, especialmente no Cariri Paraibano, onde as características climáticas extremas e a pressão antrópica são notáveis (GIULIETTI et al., 2004) e está entre as regiões que melhor representam a flora da caatinga, devido ao fato de estar inserido no domínio do clima semiárido, apresentando maior aridez e seu território abranger principalmente terrenos do complexo cristalino (ARAÚJO et al., 2005), fatores estes que têm influência sobre a flora local, de acordo com Artigas e Lima (2015).

Este estudo visa preencher essa lacuna, analisando a influência do relevo e do uso da terra sobre a temperatura do solo na região do Cariri Paraibano. A área de estudo selecionada, a bacia hidrográfica do alto curso do Rio Paraíba, representa um exemplo importante das interações entre o uso antrópico do solo e as variações microclimáticas que ocorrem na Caatinga. Ao analisar dados de temperatura do solo coletados em estações meteorológicas instaladas em diferentes municípios da região, este trabalho busca compreender como essas variáveis se relacionam, oferecendo subsídios para a formulação de políticas de conservação e manejo sustentável da terra.

## 2. Procedimentos Metodológicos

### 2.1. Área de estudos

Para realização do presente trabalho foi utilizada como área de estudo a região do Cariri paraibano, mais precisamente a bacia hidrográfica do alto curso do rio Paraíba, onde foram coletados dados meteorológicos a partir de 12 estações instaladas ao longo de municípios componentes da bacia, sendo eles: Barra de São Miguel, Cabaceiras, Camalaú, Caraúbas, Congo, Coxixola, Monteiro, Ouro Velho, São José dos Cordeiros (SJC), Serra Branca (SeB), São João do Tigre (SJT) e São Sebastião do Umbuzeiro (SSU) (Figura 1).

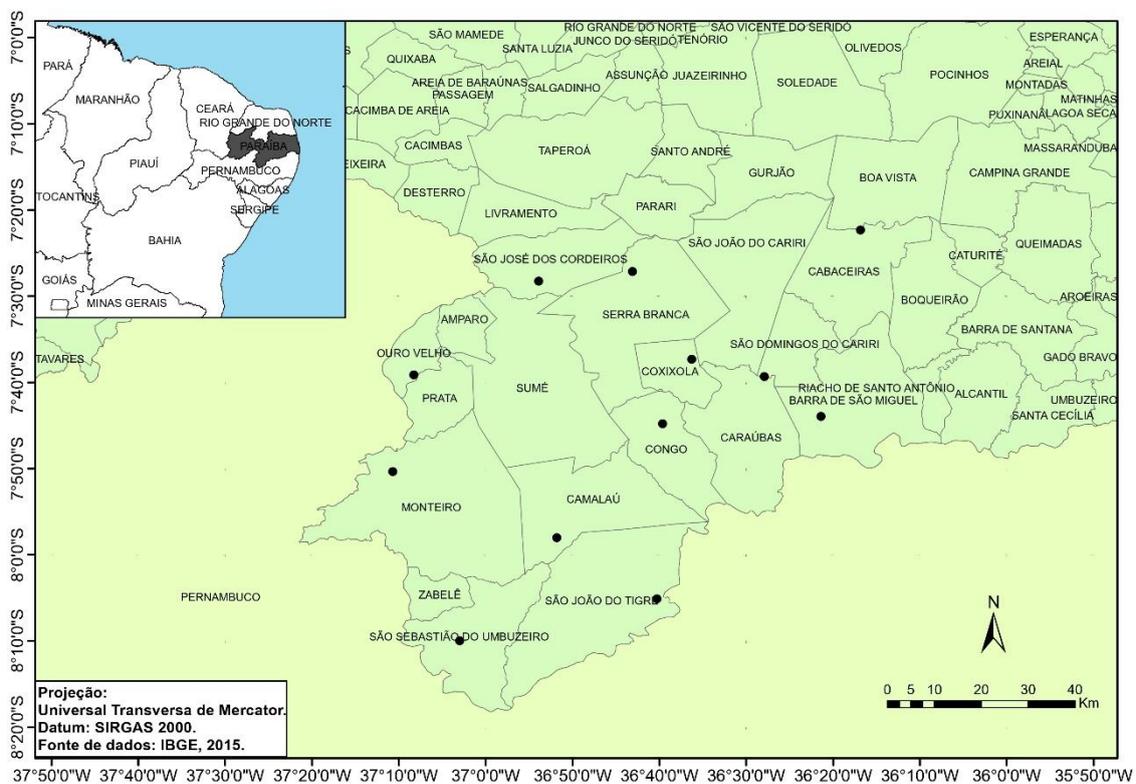


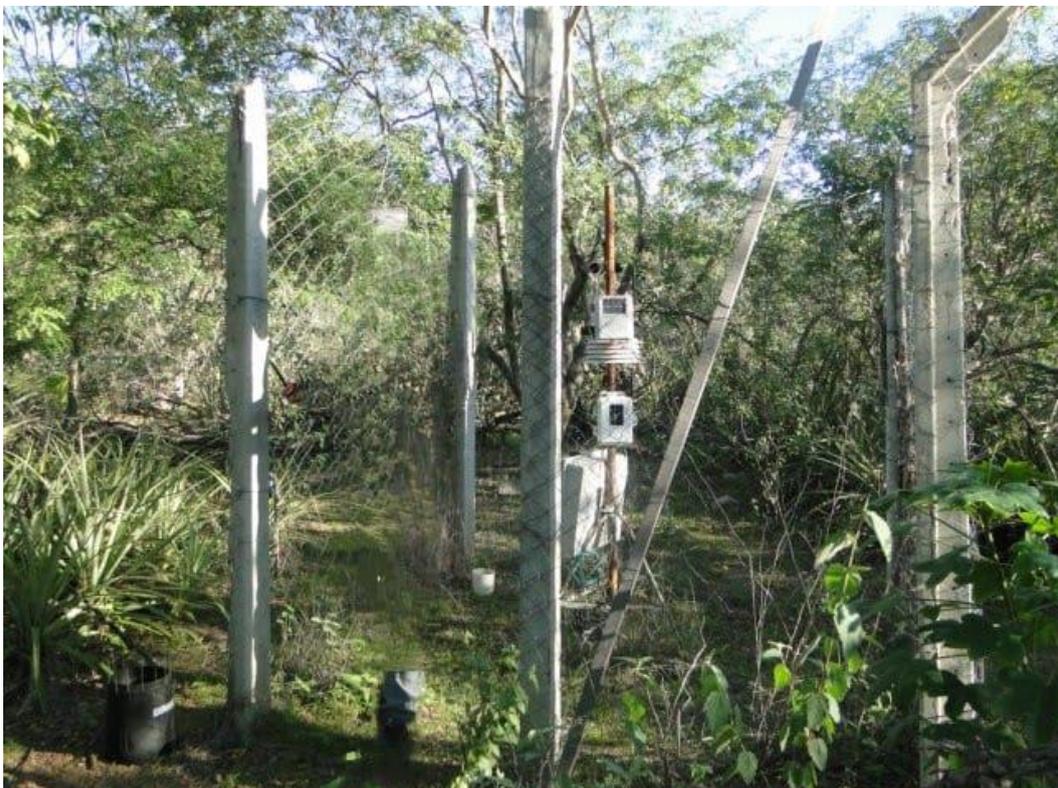
Figura 1: Localização das estações meteorológicas, distribuídas ao longo da área de estudo

Dentro da área de estudo encontram-se diferentes usos e coberturas dos solos. Vale destacar que quanto à cobertura vegetal, as estações apresentam semelhanças, com exceção de São Sebastião do Umbuzeiro, que apresenta cobertura vegetal mais preservada do que as demais. As estações também apresentam semelhanças quanto ao relevo onde estão inseridas, todas em altitudes entre 400 e 500 m, exceto São João do Tigre, que se encontra a mais de 1.000 m de altitude. A Figura 2 demonstra as condições da cobertura vegetal e de relevo da estação meteorológica de caraúbas, análoga à situação das demais estações,

exceto, como citado anteriormente, a estação de São Sebastião do Umbuzeiro, apresentada na figura 3.



*Figura 2: Estação meteorológica de Caraúbas*



*Figura 3: Estação meteorológica de São Sebastião do Umbuzeiro*

## 2.2. Coleta e imputação dos dados

As estações registram dados horários de diversos parâmetros meteorológicos, mas para a execução do presente trabalho foram utilizados dados de temperatura do solo medidos por geotermômetros instalados a 10 cm de profundidade para o período de 2017 a 2021.

Os dados coletados apresentam algumas falhas, resultantes da falta de coletas em tempo hábil, comprometendo a geração de energia através de pilhas utilizadas para suas recargas e armazenamento de informações. Por conta disso, foi necessário aplicar o Método do Vizinho Mais Próximo para a imputação de dados faltantes. Esse método é amplamente utilizado em estudos que envolvem séries temporais, pois permite preencher lacunas de dados com base em registros de estações vizinhas. O pacote MICE (*Multivariate Imputation by Chained Equations*) foi utilizado para realizar a imputação dos dados, através da linguagem de programação Python. A escolha deste método se deu por sua capacidade de gerar múltiplos valores de substituição, permitindo uma análise mais robusta dos dados ausentes.

Contudo, o método de imputação apresenta algumas limitações, especialmente em situações onde as falhas de dados ocorrem em estações isoladas ou em períodos simultâneos em várias estações. No caso deste estudo, não foi possível preencher a lacuna de dados entre outubro e dezembro de 2019, pois o método utilizado depende de dados de estações vizinhas para realizar a imputação. Em estudos futuros, seria interessante explorar outras técnicas, como modelos baseados em redes neurais ou *machine learning*, que poderiam melhorar a precisão das previsões de dados ausentes, principalmente em cenários onde as lacunas são significativas.

Devido à falha simultânea no final de 2019, e às falhas nas estações de Barra de São Miguel, Monteiro e Ouro Velho, em 2020/2021, o procedimento de imputação dos dados precisou ser dividido em duas etapas, a primeira abrangendo os dados de 01 janeiro de 2017 até 30 de setembro de 2019, e a segunda os dados de 01 de janeiro de 2020 até 31 de dezembro de 2021, com a exceção das estações anteriormente mencionadas.

### 3. Resultados

Nesta seção, são apresentados os resultados obtidos a partir da análise dos dados de temperatura do solo coletados nas 12 estações meteorológicas localizadas ao longo da bacia hidrográfica do alto curso do Rio Paraíba, na região do Cariri Paraibano. Os gráficos gerados a partir dos dados coletados ao longo do período de estudo fornecem uma visão clara do comportamento das temperaturas máximas, mínimas e medianas do solo, além de suas variações sazonais.

A análise dos resultados está dividida em dois momentos: primeiramente, são apresentados os dados de temperatura do solo antes e depois da imputação, onde se observam graficamente as falhas citadas na seção anterior e a eficácia do método de imputação utilizado. Em seguida, os gráficos de temperaturas máximas, mínimas e medianas, onde se examina o comportamento térmico de cada estação, posteriormente, serão discutidas as implicações desses resultados para o processo de regeneração da vegetação e as potenciais estratégias de mitigação da desertificação na Caatinga.

#### 3.1. Imputação dos dados

Os dados coletados a partir das estações foram organizados em forma de gráfico (Figura 4), para melhor visualização da distribuição dos dados ao longo do período de coleta de janeiro de 2017 a dezembro de 2021.

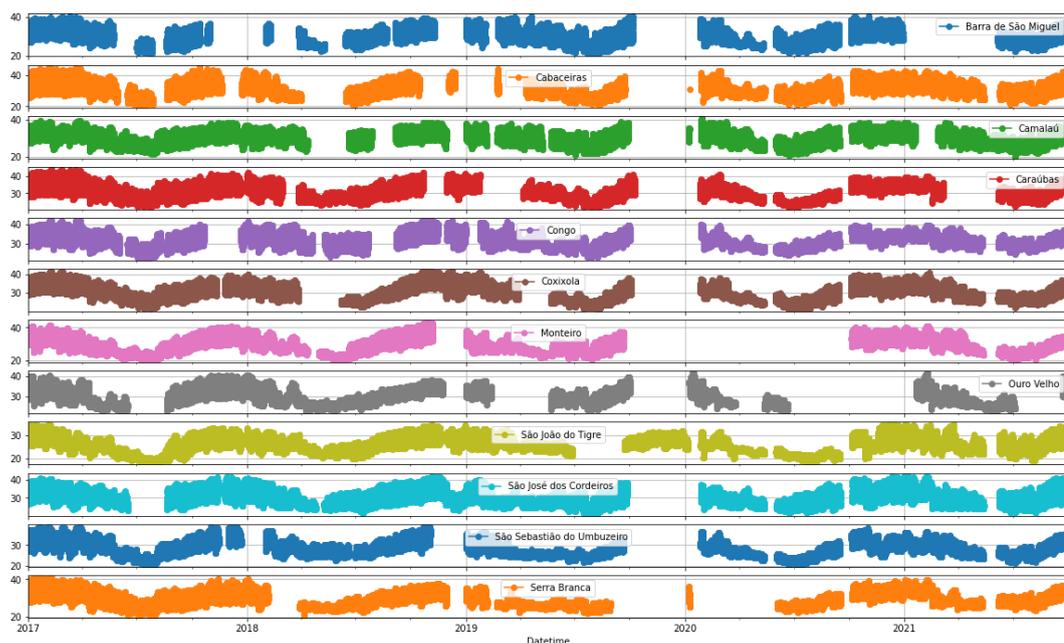


Figura 4: Temperatura do solo horária antes de serem submetidos ao método.

Ainda na Figura 4, no período entre 2020 e 2021 algumas estações registraram falhas que também impossibilitaram a aplicação do método, sendo este o caso das estações de Barra de São Miguel, Monteiro e Ouro Velho, motivo pelo qual também foram removidas da imputação. As Figuras 5, 6, 7 e 8 representam graficamente o preenchimento das falhas que, como mencionado anteriormente, precisou ser dividido em duas etapas.

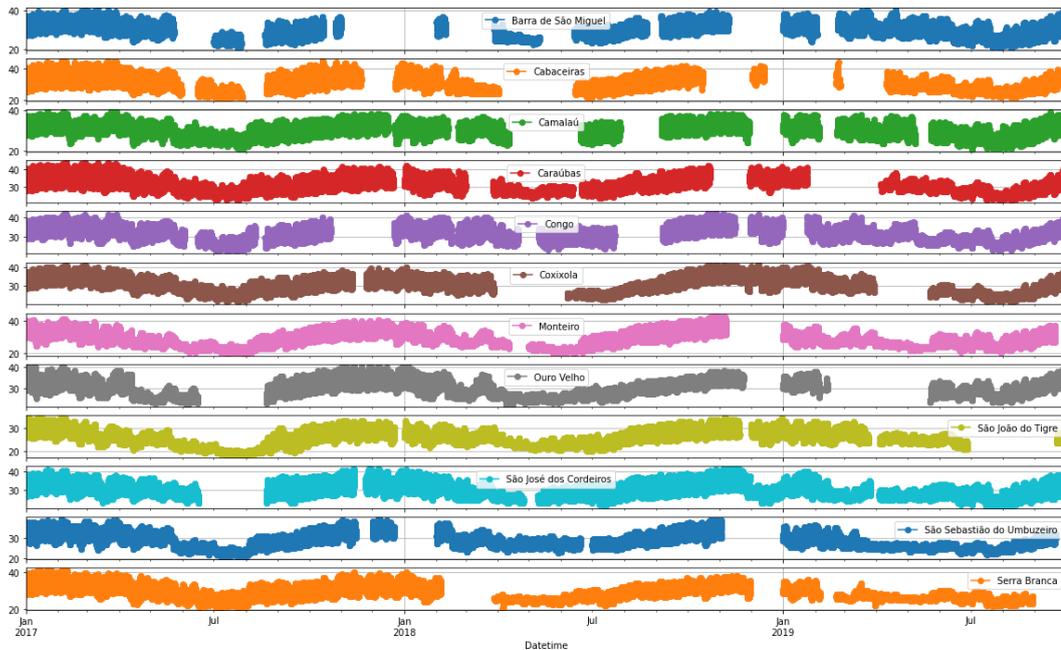


Figura 5: Temperatura do solo horária (01/01/2017- 30/09/2019), antes da aplicação do método.

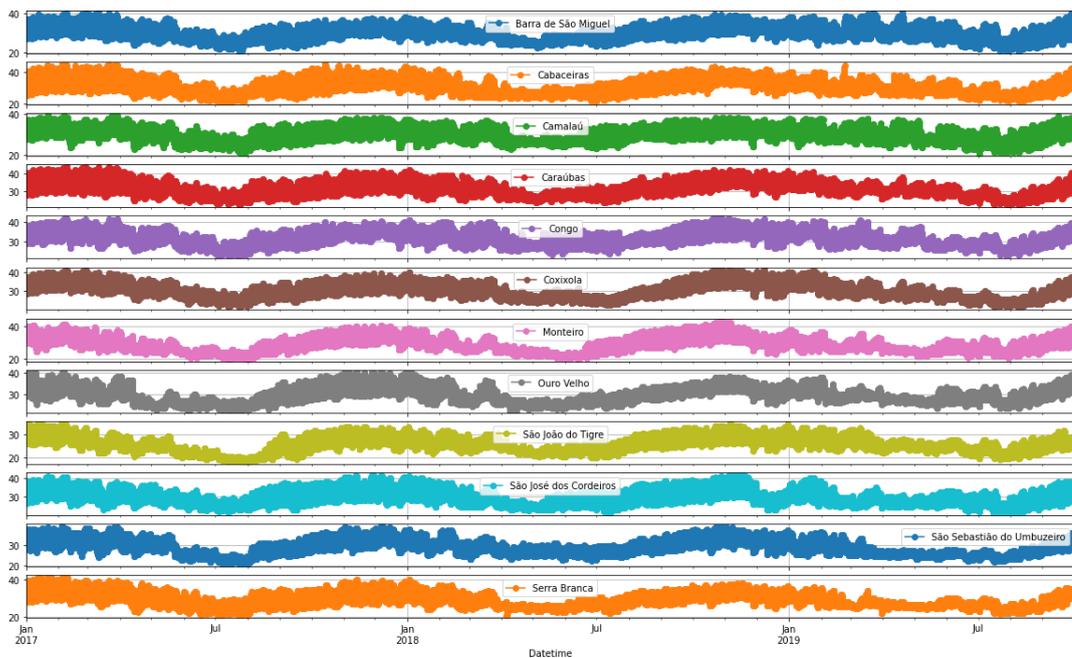


Figura 6: Temperatura do solo horária (01/01/2017- 30/09/2019) após a aplicação do método.

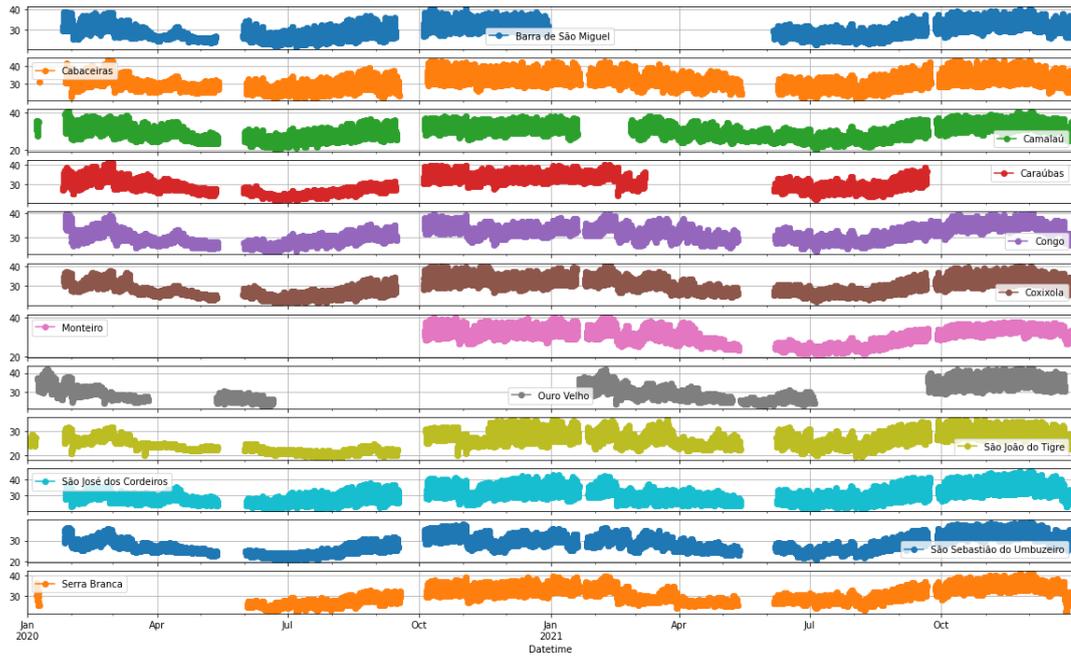


Figura 7: Temperatura do solo horária (2020-2021) antes da aplicação do método.

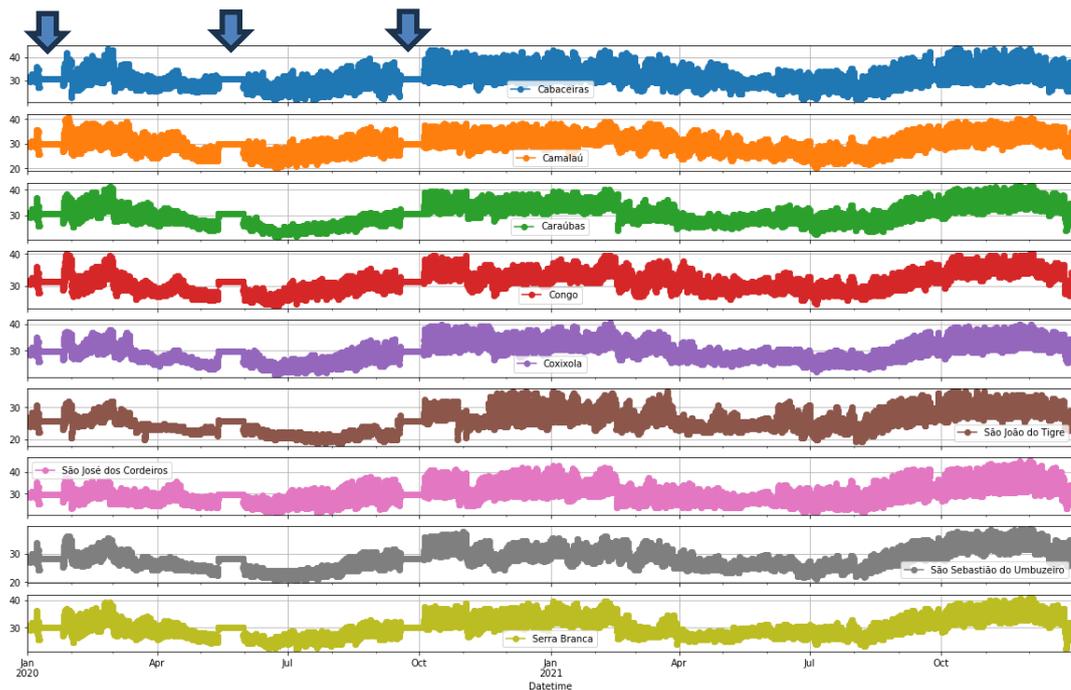


Figura 8: Dados de temperatura do solo horária (2020-2021) após a aplicação do método.

A partir da análise da Figura 7 é possível observar que, durante período analisado ocorreram, também falhas simultâneas. Porém, por se tratar de períodos menores de falhas e considerando ainda o período de coleta relativamente curto, aplicou-se o método, porém este mostrou-se ineficiente no preenchimento dessas falhas, como esperado, pois sem dados de estações vizinhas o método tende a não funcionar como esperado. Desta forma, o método apenas conectou os dados finais e iniciais da série, apresentando um comportamento retilíneo, não condizente com o padrão apresentado pelos dados, como pode ser observado

na Figura 8, nos trechos indicados pelas setas.

Os dados das duas etapas, após serem submetidos ao método de imputação foram devidamente reunidos e organizados em tabelas, para serem posteriormente analisadas estatisticamente, onde foram gerados os valores de temperaturas máximas, mínimas e as medianas, com o objetivo de, ao comparar o comportamento da temperatura do solo com as condições de cobertura vegetal e relevo, estabelecer relações entre estas variáveis.

### 3.2. Análise das temperaturas do solo

As Figuras 7, 8 e 9 permitem visualizar o comportamento da temperatura do solo em diferentes períodos e locais, destacando as diferenças entre as estações situadas em áreas mais preservadas e as submetidas a maior antropização. As variações observadas nos gráficos também auxiliam na interpretação das influências das características topográficas e do uso da terra sobre a dinâmica térmica do solo.

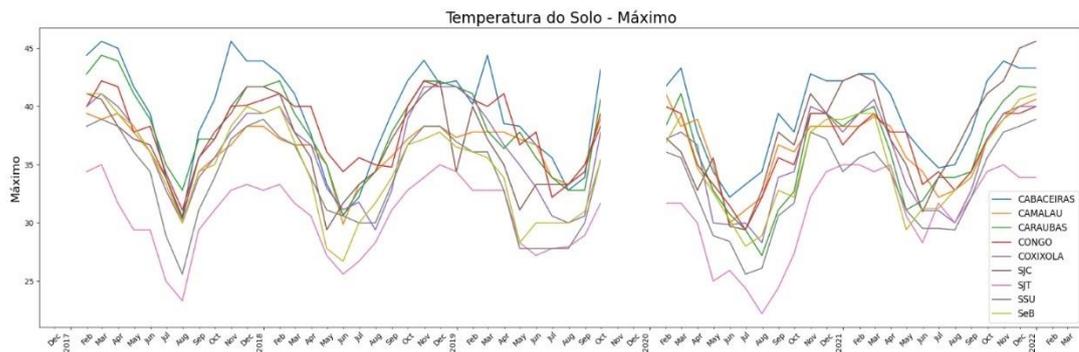


Figura 9: Temperaturas do solo máximas (2017-2021).

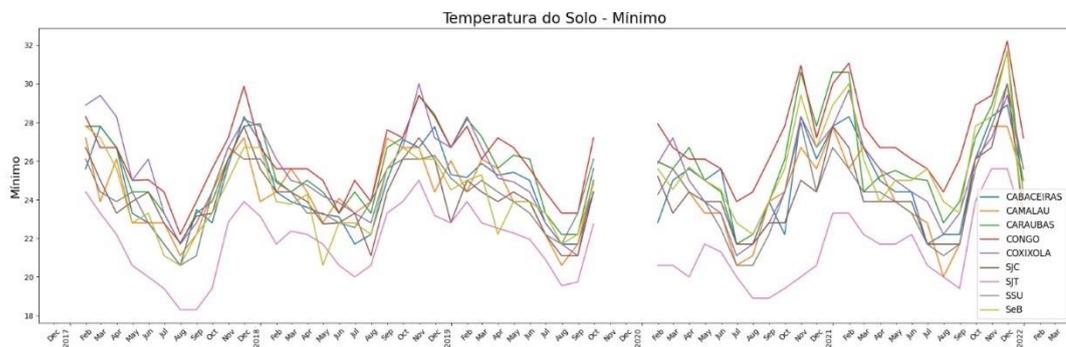


Figura 10: Temperaturas do solo mínimas (2017-2021).

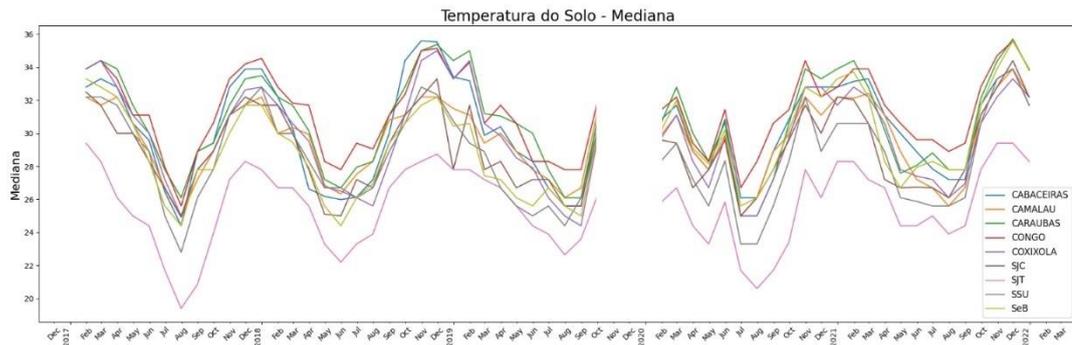


Figura 11: Temperaturas do solo medianas (2017-2021).

Os gráficos apresentados nas Figuras 7, 8 e 9 refletem o comportamento das temperaturas do solo durante todo o período analisado, se faz oportuno salientar que todas as estações se encontram sob condições análogas de relevo e cobertura vegetal, levando-as a apresentar comportamentos e valores de temperatura do solo muito próximos, sendo estes muito altos na maior parte do ano, chegando a superar a faixa dos 40°C em algumas estações nos períodos de estiagem, uma vez que é neste período onde a vegetação nativa perde sua folhagem deixando o solo ainda mais exposto, levando ao aumento dos valores de temperatura no solo, como é o caso das estações de caraúbas e cabaceiras, esta última que se caracteriza por ser a cidade com os menores índices pluviométricos do país.

Outro ponto primordial que deve ser levado em consideração se refere às estações de São João do Tigre (SJT) e São Sebastião do Umbuzeiro (SSU), onde a primeira encontra-se a uma altitude superior aos 1000m, enquanto a segunda apresenta vegetação em condições de preservação melhores em comparação às demais estações, estes fatores permitem a criação de um microclima benéfico ao solo, concedendo a este, maiores chances de sucesso na regeneração espontânea da vegetação.

#### 4. Discussões

A análise dos gráficos expõe resultados interessantes que permitem traçar estratégias para uma possível recuperação de áreas da caatinga, estes resultados evidenciam e comprovam as afirmações feitas anteriormente, é possível observar que todas as estações, com exceção de SJT e SSU, apresentam comportamentos e valores de temperatura do solo muito semelhantes durante todo o período analisado, já nas duas estações restantes é nítido um comportamento semelhante ao longo do tempo, porém valores consideravelmente menores do que os registrados nas demais estações, comprovando a afirmação de que o relevo e a cobertura vegetal propiciam um microclima diferenciado para o solo, no qual ele tem maiores chances de regeneração.

Enquanto as estações expostas a antropização intensa e baixa altitude apresentam registros de temperaturas máximas superiores aos 40°C, a estação SJT por sua vez, apesar da pouca vegetação presente, poucas vezes atinge a temperatura máxima de 35°, valor apontado por Souza, Macêdo e Silva (2016) como limite, onde poucas espécies conseguem ter sementes germinadas a partir desse valor. Em SJT, essa questão é possível devido ao fator relevo, onde as altitudes acima de 1000 m, cria condições microclimáticas mais favoráveis, chegando a registrar temperaturas mínimas na faixa dos 18°C.

A estação SSU, por sua vez, apesar de não se destacar nos gráficos tanto quanto SJT, apresenta resultados que devem ser olhados de uma perspectiva diferente das demais, dado que na maior parte do ano os valores de temperatura registrados são inferiores aos das estações que se encontram fortemente antropizadas, em razão de sua vegetação melhor preservada. Segundo Onwuka e Mang (2018), a vegetação atua como isolante térmico, impedindo que o solo fique muito quente, particularmente durante a estação secas, fato este que pode ser comprovado através da análise gráfica do comportamento da temperatura do solo nesta estação, onde a máxima se mantém na faixa dos 38°C e a mínima em torno dos 20°C.

A partir destes resultados, a estação SSU acentua a importância da preservação da vegetação na manutenção da qualidade do solo, ajudando a combater a degradação deste recurso e criando condições favoráveis à regeneração natural da caatinga, mesmo em áreas ameaçadas pela desertificação, que se caracteriza como a degradação das terras nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de vários fatores, incluindo aqueles causados por variações climáticas e atividades humanas, sendo que esta última diz respeito,

principalmente, ao uso inadequado dos recursos naturais (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS, 2005).

Na caatinga, o processo de degradação do solo inicia-se pela retirada da cobertura vegetal, pois expõe o solo às intempéries climáticas e tornando-o suscetível aos diferentes tipos de erosão (PEREIRA; OLIVEIRA JUNIOR; LOBÃO, 2020), estabelecendo microclimas onde a recuperação espontânea da vegetação por meio da germinação das sementes se torna cada vez mais difícil. O intenso extrativismo e o avanço da agropecuária causaram muitas alterações nas paisagens naturais da caatinga, levando a caatinga a assumir o posto de terceiro bioma mais degradado do Brasil (MYERS et al., 2000, apud SOUZA; ARTIGAS; LIMA, 2015). Porém, segundo Sá e Sá (2008), um dos fatores que mais contribuíram para este cenário foi a falta de estratégias alternativas de sobrevivência, uma vez que os agricultores utilizavam dos recursos naturais de forma intensiva, a vegetação para alimentação, água para beber e higiene, e a lenha como fonte energética, fazendo com que estes recursos fossem super explorados e não podiam se regenerar, no curto espaço de tempo, causando assim a crescente degradação do ambiente e aumento da pobreza.

Os gráficos apresentados nas figuras 7, 8 e 9 mostram, ainda, que o comportamento da temperatura do solo apresenta padrões de acordo com a época do ano, com características bem definidas, permitindo, desta forma, dividir a área de estudos em quatro períodos: o período chuvoso com ocorrência entre fevereiro e maio, meses nos quais se registram as maiores precipitações na região e onde observa-se o decaimento dos valores de temperatura do solo. De junho a agosto diminuem-se as precipitações e os valores de temperatura do solo voltam a subir, é o período pré-seca. A estação seca ocorre entre setembro e novembro, período este onde são registradas as mais altas temperaturas do solo, como pode-se comprovar nos gráficos apresentados. Este aumento expressivo pode ser explicado com base no fato de que, em períodos de seca, grande parte das espécies da vegetação da caatinga apresenta perda temporária de biomassa (SILVA et al., 2004), deixando o solo exposto à incidência solar, levando a maiores variações de temperatura.

Portanto, os resultados apontam a influência da precipitação sobre a temperatura do solo, uma vez que a vegetação nativa, adaptando-se aos períodos de estiagem perde sua folhagem, já no período chuvoso a cobertura vegetal torna-se mais densa, isolando termicamente o solo, viabilizando assim a germinação das sementes.

Os dados indicam assim uma relação de duplo favorecimento entre a vegetação e o solo, uma vez que, como inicialmente citado, a vegetação atua como isolante térmico para

o solo, mantendo-se na temperatura ideal (ONWUKA; MANG, 2018), preservando suas propriedades e protegendo-o dos processos erosivos. Enquanto o solo constitui-se como um dos fatores principais para a manutenção e produção da vegetação, desde a sua função de suporte até o fornecimento de condições favoráveis ao seu desenvolvimento, como água, nutrientes e calor.

## 5. Conclusão

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam a importância da preservação da vegetação nativa para o controle da temperatura do solo e, conseqüentemente, para a regeneração natural da Caatinga. Em áreas onde a cobertura vegetal é mais densa, como São Sebastião do Umbuzeiro, as temperaturas do solo foram significativamente mais estáveis, favorecendo um ambiente mais propício à germinação de sementes e à manutenção da biodiversidade local. Esse comportamento contrasta fortemente com as áreas mais degradadas, onde a remoção da vegetação contribuiu para o aumento das temperaturas, ultrapassando frequentemente os 40°C, criando um microclima desfavorável para a recuperação do ecossistema.

Além da vegetação, a variação altitudinal demonstrou ser um fator importante no comportamento da temperatura do solo. A estação localizada em altitudes mais elevadas, como São João do Tigre, apresentou temperaturas do solo mais amenas, sugerindo que o relevo, aliado à preservação da vegetação, pode criar condições microclimáticas favoráveis à regeneração natural do solo e à mitigação dos efeitos da desertificação.

O estudo sugere a criação e implementação de políticas públicas voltadas para o uso sustentável do solo na Caatinga. A desertificação, intensificada pelo uso inadequado dos recursos naturais, representa uma ameaça não apenas à biodiversidade, mas também à segurança alimentar e hídrica das populações locais.

Futuras pesquisas devem focar na análise de longo prazo das interações entre o clima e a vegetação da Caatinga, especialmente considerando os impactos das mudanças climáticas. Além disso, é recomendável investigar como diferentes práticas de manejo da terra podem influenciar a temperatura do solo e a recuperação ecológica, fornecendo assim subsídios para o desenvolvimento de estratégias de conservação mais eficazes.

## 6. Referências Bibliográficas

**ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A. de; NASCIMENTO, S. S. do.** Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. *Revista Caatinga*, v. 22, n. 3, p. 126-135, 2009.

**ARAÚJO, F. S.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. V.; MARTINS, F. R.** Repartição da flora lenhosa no domínio da Caatinga. In: **ARAÚJO, F. S.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. V.** (orgs.). *Análise das variações da biodiversidade do Bioma Caatinga: suporte a estratégias regionais de conservação*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 15-33. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/mercator/a/zxZxXjPfrx9HjpNj8PLVn4B/>. Acesso em: 23 out. 2024.

**CONANT, R. T. et al.** Temperature and soil organic matter decomposition rates – synthesis of current knowledge and a way forward. *Global Change Biology*, v. 17, p. 3392-3404, 2011. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2486.2011.02496.x>. Acesso em: 10 out. 2024.

**DAVIDSON, E. A.; JANSSENS, I. A.** Temperature sensitivity of soil carbon decomposition and feedbacks to climate change. *Nature*, v. 440, p. 165-173, 2006. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nature04514>. Acesso em: 10 out. 2024.

**EMBRAPA.** Importância do solo. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-solo>. Acesso em: 22 out. 2024.

**GIULIETTI, A. M. et al.** Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. In: *Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação*. p. 48-90, 2004.

**INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).** *Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250.000*. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. 164 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101676.pdf>. Acesso em: 05 out. 2024.

**LOIOLA, M. I. B. et al.** Caatinga: Vegetação do semiárido brasileiro. *Revista Ecologia*, v. 4, p. 14-19, 2012. ISSN: 1647-2829.

**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS.** *Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca: PAN-Brasil*. 2005. Disponível em: <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/12161>. Acesso em: 17 ago. 2022.

**OLIVEIRA, M. L. de et al.** Flutuações de temperatura e umidade do solo em resposta à cobertura vegetal. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 9, n. 4, p. 535-539, dez. 2005.

**ONWUKA, B.; MANG, B.** Effects of soil temperature on some soil properties and plant growth. *Advances in Plants & Agriculture Research*, v. 8, n. 1, p. 34-37, 2018. Disponível em: <https://medcraveonline.com/APAR/APAR-08-00288.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2022.

**PEREIRA, A. D. J.; OLIVEIRA JUNIOR, I. de; LOBÃO, J. S. B.** Análise da susceptibilidade à desertificação em ambiente de Caatinga. *Geo UERJ*, n. 37, p. e39260, 1 out. 2020. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/39260/35278>. Acesso em: 16 ago. 2022.

**SÁ, I. B.; SÁ, I. I. S.** *A cobertura vegetal do bioma Caatinga: subsídios ao monitoramento de processos de desertificação*. 2008. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/161190/1/OPB2233.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2022.

**SILVA, E. C. et al.** Aspectos ecofisiológicos de dez espécies em uma área de caatinga no município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil. *Iheringia, Série Botânica*, v. 59, n. 2, p. 201-206, 16 dez. 2004. Disponível em: <https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/218>. Acesso em: 27 jul. 2021.

**SILVA, J. M. C. da; LEAL, I. R.; TABARELLI, M.** *Caatinga: The Largest Tropical Dry Forest Region in South America*. [S.l.]: Springer, 2018. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=029GDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=DA+SILVA,+Jos%C3%A9+Maria+Cardoso%3B+LEAL,+Inara+R.%3B+TABARELLI,+Marcelo+\(Ed.\).+Caatinga:+the+largest+tropical+dry+forest+region+in+South+America.+Springer,+2018.&ots=QRSUGzjVQ2&sig=\\_Tgl5VM2Vg2lk6B2Gm5YG4y1XI8](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=029GDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=DA+SILVA,+Jos%C3%A9+Maria+Cardoso%3B+LEAL,+Inara+R.%3B+TABARELLI,+Marcelo+(Ed.).+Caatinga:+the+largest+tropical+dry+forest+region+in+South+America.+Springer,+2018.&ots=QRSUGzjVQ2&sig=_Tgl5VM2Vg2lk6B2Gm5YG4y1XI8). Acesso em: 15 ago. 2022.

**SMITH, P. et al.** Climate change: The importance of soil temperature in controlling the composition and function of microbial communities. *Global Change Biology*, v. 14, p. 3159-3167, 2008.

**SOUZA, B. I. et al.** The impact of land cover on soil temperature in urban areas: A systematic review. *Journal of Environmental Management*, v. 234, p. 383-392, 2019.

**SOUZA, B. I.; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V.** Caatinga e desertificação. *Mercator* (Fortaleza), Fortaleza, v. 14, n. 1, p. 131-150, abr. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/mercator/v14n1/1984-2201-mercator-14-01-0131.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2022.

**SOUZA, B. I. de; MACÊDO, M. L. A.; SILVA, G. J. F.** Temperatura dos solos e suas influências na regeneração natural da Caatinga nos Cariris Velhos – PB. *Raega - O Espaço Geográfico em Análise*, v. 35, p. 261, 3 abr. 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/41609>. Acesso em: 17 ago. 2022.

**VAN DER PUTTEN, W. H. et al.** Plant-soil feedbacks: the past, the present and future challenges. *Journal of Ecology*, v. 101, n. 2, p. 265-276, 22 fev. 2013.