



BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

ANÁLISE TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS DE RIO VERDE, SUDOESTE DE GOIÁS, BRASIL

Murielle Pereira da Silva

Rio Verde – GO

2025

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA, E TECNOLOGIA GOIANO –
CAMPUS RIO VERDE**

BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

**ANÁLISE TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS DE
RIO VERDE, SUDOESTE DE GOIÁS, BRASIL**

MURIELLE PEREIRA DA SILVA

Trabalho de curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Dr. Lucas Peres Angelini

Rio Verde – GO

Janeiro, 2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas (SIBI) – Instituto Federal Goiano

S586a

Silva, Murielle Pereira da.

Análise temporal da precipitação em bacias hidrográficas de Rio Verde, Sudoeste de Goiás, Brasil [manuscrito] / Murielle Pereira da Silva. – Rio Verde, GO: IF Goiano, 2025.
40 fls. : il., tabs.

Orientadora: Prof. Dr. Lucas Peres Angelini.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2025.

1. Análise temporal. 2. Estação chuvosa. 3. Estação seca. 4. Eventos climáticos. 5. Eventos astronômicos. I. Angelini, Lucas Peres. II. Título. III. Instituto Federal Goiano.

CDU 631.6(817.3)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica (assinale com X)

- ☐ Tese
- ☐ Dissertação
- ☐ Monografia – Especialização
- ☐ Artigo - Especialização
- ☒ TCC - Graduação
- ☐ Artigo Científico
- ☐ Capítulo de Livro
- ☐ Livro
- ☐ Trabalho Apresentado em Evento
- ☐ Produção técnica. Qual: _____

Nome Completo do Autor: **Murielle Pereira da Silva**

Matrícula: 2018102200740217

Título do Trabalho: **Análise Temporal da Precipitação em Bacias Hidrográficas de Rio Verde- GO**

Restrições de Acesso ao Documento [Preenchimento obrigatório]

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano:

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☒ Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? ☐ Sim ☒ Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

1. O documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
2. Obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
3. Cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde, 7 de março de 2025

Murielle Pereira da Silva

Assinado eletronicamente pelo o Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Lucas Peres Angelini

Assinatura eletrônica do(a) orientador(a)

Documento assinado eletronicamente por:

- **Lucas Peres Angelini, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 07/03/2025 10:43:59.
- **Murielle Pereira da Silva, 2018102200740217 - Discente**, em 07/03/2025 22:16:12.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 28/02/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 682426
Código de Autenticação: d911e142be



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Rio Verde

Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970

(64) 3624-1000



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 3/2025 - CCBEAMB-RV/GGRAD-RV/DE-RV/CMPRV/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

No dia 28 de Fevereiro de 2025, às 14 horas, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: Lucas Peres Angelini (orientador), Raysa Moraes Castro (membro), Alinne de Assis Veras Queiroz (membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado “**Análise Temporal da Precipitação em Bacias Hidrográficas de Rio Verde-GO**” da estudante **Murielle Pereira da Silva**, Matrícula nº 2018102200740217 do Curso de Engenharia Ambiental do IF Goiano – Campus Rio Verde. A palavra foi concedida ao estudante para a apresentação oral do Trabalho de Curso. Após a apresentação do estudante houve arguição do candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora reuniu-se e decidiu pela **APROVAÇÃO** do estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

(Assinado Eletronicamente)

Lucas Peres Angelini

Orientador

(Assinado Eletronicamente)

Raysa Moraes Castro

Membro

(Assinado Eletronicamente)

Alinne de Assis Veras Queiroz

Membro

Observação:

() O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Lucas Peres Angelini, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 28/02/2025 15:01:09.
- **Alinne de Assis Veras Queiroz, 2022202331440006 - Discente**, em 28/02/2025 15:02:59.
- **Raysa Moraes Castro, 2022102320140012 - Discente**, em 28/02/2025 15:03:31.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 28/02/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 682411

Código de Autenticação: 05544a6f45



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Rio Verde

Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970

(64) 3624-1000

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a você,
que sempre acreditou em mim,
me inspirou a seguir em frente e esteve ao meu
lado em todos os momentos.
Sua presença faz toda a diferença na minha
vida.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me proporcionar confiança de que seria possível essa conquista, sabedoria nos momentos difíceis e acima de tudo fé para que eu pudesse passar por esta etapa na minha vida.

A minha mãe Helivan Alcedina que fez o possível e o impossível para que eu pudesse chegar a este momento, sempre me incentivando a ser melhor, a continuar atrás dos meus objetivos e pela sua paciência ao longo desses anos.

Ao meu namorado Annael da Silva que sempre me apoiou, me ajudou e me incentivou todos os dias a continuar nessa jornada de aprendizado, ao carinho que teve comigo em todos os momentos e ao seu companheirismo.

Ao meu amigo André Pereira que formara junto comigo, por me acompanhar em todos os momentos complicados e permanecer mesmo perante as adversidades, pelos momentos de diversão que tivemos ao longo da graduação.

Aos professores do IF Goiano por mesmo perante a pandemia nunca deixaram de buscar formas de nos ensinar mesmo com toda dificuldade que era na época e mesmo depois com a reintegração após um longo período longe.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho. A jornada foi desafiadora, especialmente por não contar com uma orientação formal, mas cada obstáculo enfrentado reforçou minha determinação e me proporcionou um aprendizado inestimável. Agradeço pela confiança em meu potencial e pelo apoio daqueles que estiveram ao meu lado durante essa trajetória

RESUMO

O presente estudo envolve compreender a variação da precipitação ao longo do tempo, por meio de dados acumulados em dias, meses ou anos, visto o crescente cenário de mudanças climáticas é fundamental a necessidade de investigar possíveis alterações nos padrões de precipitação. O objetivo deste estudo analisou a precipitação nas bacias hidrográficas no período de 40 anos da região de Rio Verde, Goiás, Brasil, (1982 a 2022), afim de observar padrões e tendências e se houve aumento, estabilidade ou diminuição na precipitação da região. A metodologia empregada foi a obtenção dos dados históricos no site Agência Nacional de Águas (ANA) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), para os dados espaciais foi utilizado o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (SIEG) e para manipulação dos dados o software QGIS, a análise estática foi realizada no Excel, com cálculos para intervalos de confiança anual, enquanto a língua de programação R foi utilizada para os intervalos de confiança mensal. Os resultados indicaram uma alta variabilidade nos padrões de chuva anual com um leve aumento nas tendências de chuva. Assim o estudo permite concluir que a região possui duas estações bem delimitadas, que o padrão de precipitação é estável com uma leve tendência de aumento, a pesquisa pode ser aplicada em uma gestão sustentável de recursos hídricos e na agronomia local para uma possível otimização de plantio e colheita.

Palavras-chaves: análise temporal; estação chuvosa; estação seca; eventos climáticos; eventos astronômicos.

ABSTRACT

The present study aims to understand precipitation variation over time through accumulated data in days, months, or years. Given the growing scenario of climate change, investigating possible alterations in precipitation patterns is essential. This study analyzed precipitation in the river basins of the Rio Verde region, Goiás, Brazil, over a 40-year period (1982 to 2022) to identify patterns and trends and determine whether precipitation in the region has increased, remained stable, or decreased. The methodology involved obtaining historical data from the National Water Agency (ANA) and the National Institute of Meteorology (INMET). For spatial data, the Water Resources Information System (SIEG) was used, while data manipulation was performed using QGIS software. Statistical analysis was conducted in Excel, with calculations for annual confidence intervals, while the R programming language was used for monthly confidence intervals. The results indicated a high variability in annual rainfall patterns, with a slight increasing trend in precipitation. Thus, the study concludes that the region has two well-defined seasons, and the precipitation pattern is stable with a slight upward trend. The research can be applied to sustainable water resource management and local agronomy for potential optimization of planting and harvesting.

Keywords: temporal analysis; rainy season; dry season; climate events; astronomical events.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de distribuição dos pontos pluviométricos e bacias hidrográficas do município de Rio Verde, Goiás, Brasil.	19
Figura 2: Precipitação acumulada anual ao longo de 40 anos com linha de tendencia ajustada.	21
Figura 3: Intervalo de confiança mensal dos anos de 1982 a 2022 paras as estações 1751001, 1750008 e 83470 do município de Rio Verde, Goiás, Brasil.	28
Figura 4: Intervalo de confiança de 10 em 10 anos da precipitação do munucípio de Rio Verde, Goiás, Brasil.	30
Figura 5: Relação entre os volumes acumulados anual das estações 1751001 e 1750008 do município de Rio Verde, Goiás, Brasil.	33
Figura 6: Relação entre os volumes acumulados anual das estações 1751001 e 83470 do município de Rio Verde, Goiás, Brasil.	34
Figura 7: Relação entre os volumes acumulados anual das estações 1750008 e 83470 do município de Rio Verde, Goiás, Brasil.	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Códigos, localizações e coordenadas geográficas das estações pluviométricas do município de Rio Verde, Goiás, Brasil.....	20
Tabela 2 - Médias das precipitações mensais, média geral e mensal acumulada entre os anos de 1982 e 2022 para as estações 1751001, 1750008 e 83470, do Município de Rio Verde, Goiás, Brasil.....	23
Tabela 3 - Precipitação anual acumulada entre os anos de 1982 e 2022 para as estações 1751001, 1750008 e 83470, do Município de Rio Verde, Goiás, Brasil.	24
Tabela 4 - Análise dos eventos El Niño e La Niña de 1982 e 2022.	26

SUMÁRIO

RESUMO.....	5
ABSTRACT	6
LISTA DE FIGURAS.....	7
LISTA DE TABELAS.....	8
SUMÁRIO	9
1. INTRODUÇÃO	10
1.1 Objetivos.....	12
1.1.1 Objetivo Geral.....	12
1.1.2 Objetivo Específico.....	12
2. REFERENCIAL TEORICO.....	12
2.1 ÁREA DE ESTUDO	12
2.2 CLIMA DA REGIÃO DE ESTUDO.....	14
2.3 ANÁLISE TEMPORAL DE PRECIPITAÇÃO	15
2.4 EVENTOS ASTRONÔMICOS E CLIMÁTICOS	18
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	19
3.2 AQUISIÇÃO DE DADOS.....	20
3.4 ANÁLISE DOS DADOS	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1 ANÁLISE MENSAL DE PRECIPITAÇÃO	22
4.2 ANÁLISE ANUAL DE PRECIPITAÇÃO	24
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	30
5. CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS	37

1. INTRODUÇÃO

A análise temporal da precipitação envolve o estudo da variação da quantidade de chuva ao longo do tempo, utilizando dados registrados em diferentes intervalos, como diário, mensal ou anual, por meio de instrumentos como pluviômetros, que medem a precipitação em um local específico. Diversas abordagens são empregadas nessa análise, incluindo o uso de séries históricas para identificar padrões e tendências. Conforme apontado por Diniz (2013) e Salviano et al. (2016), a análise da distribuição temporal da precipitação nas bacias hidrográficas é fundamental para avaliar a disponibilidade hídrica em relação às demandas. Essa avaliação é indispensável não apenas para a gestão dos recursos hídricos e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, mas também para o dimensionamento seguro de infraestruturas, como sistemas de drenagem, barragens, vertedouros e irrigação.

A água, como recurso natural de grande abundância e importância vital, é essencial para a sobrevivência de inúmeros organismos e desempenha um papel importante na regulação da temperatura global e na preservação do equilíbrio da biodiversidade, entre outras funções fundamentais. Com origem tão antiga quanto o próprio planeta, a água é indispensável ao ciclo da vida e imprescindível para a existência de todas as formas de vida conhecidas. A sua escassez representa uma ameaça significativa à vida na Terra. O ser humano estabeleceu um pensamento de que sendo um recurso renovável ele continuaria consecutivamente nisso, põem toda a terra em risco, já que tal pensamento já foi refutado, o uso indiscriminado da água por exemplo causa impactos e um desequilíbrio no ciclo conforme apontado por Friede (2020).

De acordo com Nunes et al.; (2020) “o crescimento populacional, dos níveis de urbanização e industrialização, bem como o aumento na produção e consumo vem aumentando cada vez mais a demanda por água potável.” Nesse sentido, a preservação dos recursos hídricos torna-se de extrema relevância, uma vez que a água é necessária para atividades essenciais como o consumo humano, a produção agrícola e as operações industriais. Além disso, uma gestão sustentável dos recursos hídricos é imperativa para assegurar sua disponibilidade às gerações futuras, evitando crises de escassez e promovendo a saúde e o equilíbrio dos ecossistemas.

A precipitação, sendo um dos elementos fundamentais do clima, desempenha um papel fundamental na organização das atividades humanas, influenciando aspectos como hidrologia, agricultura, economia, planejamento urbano e obras de engenharia. Segundo Petrucci e Oliveira

(2019), essa influência abrange diversas esferas, tornando a precipitação um fator essencial para a gestão de recursos e o desenvolvimento socioeconômico. Como um dos três principais componentes do ciclo hidrológico, a precipitação é vital para abastecer nascentes e repor os reservatórios de água. O termo precipitação abrange qualquer forma de água, seja líquida ou sólida, que se forma na atmosfera e retorna à superfície da Terra, como chuva, neve ou granizo. No Brasil, a neve e o granizo são eventos raros, especialmente na região Centro-Oeste. A escolha dessa região para um estudo sobre a precipitação nas bacias hidrográficas do Rio Verde, Goiás, deve-se à sua importância tanto no contexto hidrológico quanto climático.

A gestão de recursos hídricos é necessária para assegurar a disponibilidade e o uso sustentável da água, especialmente em regiões onde atividades como a agricultura e o abastecimento humano dependem de uma gestão eficiente. Nesse contexto, a análise temporal de precipitação permite identificar padrões históricos, sazonalidades e mudanças climáticas que afetam diretamente a oferta hídrica. A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei Federal nº 9.433/97, estabelece que a gestão das águas deve ser realizada com base nas bacias hidrográficas como unidades territoriais, promovendo um planejamento integrado e orientado por dados, como os provenientes de análises de precipitação (Brasil, 1997).

A escolha do tema fundamenta-se na necessidade de investigar possíveis alterações nos padrões de precipitação, dado que esta é uma das principais fontes de abastecimento das bacias hidrográficas. Diante do cenário de mudanças climáticas, torna-se imprescindível compreender os fenômenos extremos, como secas prolongadas ou chuvas intensas, já que a população é diretamente afetada por esses eventos, seja pela escassez de água, inundações, enchentes ou deslizamentos de terra, conforme destacado por Carmello e Sant'Anna Neto (2015) e Giulio et al. (2019).

Uma redução significativa na precipitação acarretaria uma diminuição proporcional na captação de água, o que deve ser evitado para garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos. É essencial para uma compreensão aprofundada das dinâmicas climáticas e hidrológicas da região. Tal análise pode revelar padrões significativos de variações sazonais e anuais, proporcionando informações valiosas que auxiliam na tomada de decisões informadas sobre a gestão dos recursos hídricos. Além disso, a análise pode identificar tendências de longo prazo e possíveis anomalias climáticas, contribuindo para a formulação de estratégias de adaptação e mitigação frente às mudanças climáticas. A compreensão detalhada dessas dinâmicas é crucial para garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos, especialmente em um contexto de crescente demanda e variabilidade climática.

A relevância de monitorar essas mudanças climáticas está diretamente ligada à capacidade de identificar grandes variações. A análise de tendências, padrões e variações sazonais é essencial para orientar a tomada de decisões mais precisas e preparar-se de maneira adequada para as possíveis mudanças climáticas. Conforme observado por Muthoni et al. (2018), a interpretação dos padrões espaço-temporais da variabilidade da precipitação é um passo crucial para o desenvolvimento de novos projetos, visando a implementação de estratégias adaptativas eficazes. Monitorar essas mudanças climáticas permite identificar padrões e tendências que permite adaptar estratégias para mitigar possíveis desastres ambientais e garantir uma gestão sustentável.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Realizar uma análise temporal das séries históricas de precipitação nas bacias hidrográficas de Rio Verde, Sudoeste de Goiás, Brasil, abrangendo o período de 1982 a 2022.

1.1.2 Objetivo Específico

- Obter e observar dados de precipitação ao longo de 40 anos.
- Estruturar um banco de dados em séries mensais e anuais.
- Medir tendências: diminuição, estabilidade ou aumento ao longo dos anos.
- Identificar períodos de seca e chuvosos.
- Analisar mudanças nos padrões de precipitação.
- Avaliar a concentração e a distribuição dos eventos de chuva na área estudada.

2. REFERENCIAL TEORICO

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Rio Verde, Goiás situado na região Sudoeste do estado, ocupa uma posição estratégica no estado, destacando-se no cenário do agronegócio brasileiro. Esse protagonismo deve-se, em grande parte, às políticas públicas voltadas para a expansão da fronteira agrícola, aliadas às condições favoráveis de solo e clima. Essas características tornaram a cidade conhecida como a “capital do agronegócio” (GUIMARÃES, 2010). Com uma extensão territorial de aproximadamente 8.379 km² e uma população estimada de 238,025

mil habitantes (IBGE 2022), Rio Verde, Goiás consolidou-se como um expressivo centro agrícola e pecuário, impulsionado por sua localização geográfica, clima propício e abundância de recursos hídricos, visto que uma análise da precipitação é fundamental para a agricultura, influenciando o planejamento, o plantio e a colheita. Esse processo garante a produção de alimentos e impulsiona o desenvolvimento econômico e social (RICKLI, CATANEO & VIRGENS FILHO, 2008).

O município está inserido na bacia hidrográfica do Rio Paranaíba, uma das mais importantes da região Centro-Oeste e afluente direto da bacia do Paraná, a segunda maior bacia hidrográfica do Brasil. O Rio Paranaíba desempenha um papel fundamental no abastecimento hídrico regional, além de ser responsável por parte da geração de energia hidrelétrica da região, integrando importantes usinas ao longo de seu curso, como usina hidrelétrica de São Simão, Cachoeira Dourada, Itumbiara, Emborcação, sendo estas as mais destacadas, todas situadas na divisa de Goiás e Minas Gerais.

Além de sua integração com o Rio Paranaíba, Rio Verde possui diversas sub-bacias hidrográficas, que exercem funções essenciais no equilíbrio ambiental e no desenvolvimento socioeconômico local. Entre as principais sub-bacias da região, destacam-se:

- Sub-bacia do Rio Verde – Principal curso d'água da região, que dá nome ao município e possui importância estratégica para o abastecimento hídrico, irrigação agrícola e conservação ambiental.
- Sub-bacia do Rio São Tomás – Relevante para a drenagem regional e conservação da biodiversidade e abastecimento público (Ribeirão abóbora).
- Sub-bacia do Rio Preto – Contribui significativamente para o regime hidrológico local.
- Outras sub-bacias menores, como as do Córrego do Sapo e do Ribeirão Abóbora, que complementam o sistema hídrico da região e desempenham papel essencial na recarga de aquíferos e no suporte à biodiversidade local.

A configuração hidrográfica do município favorece a disponibilidade de recursos hídricos para múltiplos usos, incluindo abastecimento humano, irrigação, dessedentação animal e atividades industriais. No entanto, essa abundância de recursos também impõe desafios relacionados à gestão sustentável da água, considerando que o uso intensivo para a agropecuária pode impactar a qualidade e a disponibilidade hídrica caso não sejam adotadas práticas de manejo adequadas.

2.2 CLIMA DA REGIÃO DE ESTUDO

O clima de Rio Verde, Goiás, é classificado como tropical de savana (Aw), segundo a classificação de Köppen-Geiger (2024), caracterizado por duas estações bem definidas: uma chuvosa, que se estende de outubro a abril, e seca, de maio a setembro. Durante a estação chuvosa, os volumes de precipitação aumentam significativamente devido à atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e da umidade proveniente da Floresta Amazônica. Já na estação seca, a influência das massas de ar seco predomina, resultando em baixos índices pluviométricos e redução da umidade relativa do ar (Quadro e Abreu, 1994).

Segundo a prefeitura do município de Rio Verde, Goiás (2024), está situado a uma altitude média de 748 metros acima do nível do mar, o que influencia na variação térmica diária, com noites mais amenas em comparação às regiões de menor altitude. A topografia da região é predominantemente plana a levemente ondulada, com declividades médias de aproximadamente 5%, favorecendo a drenagem natural das águas pluviais e a formação de pequenas bacias hidrográficas.

As temperaturas médias anuais em Rio Verde, Goiás giram em torno de 23,4°C, com valores máximos frequentemente superiores a 30°C no verão, enquanto as mínimas podem atingir 10°C durante o inverno, especialmente nos meses de junho e julho (CLIMATE-DATA 2025). A amplitude térmica diária é significativa, especialmente na estação seca, devido à menor cobertura de nuvens e à baixa umidade do ar.

A precipitação média anual é de aproximadamente 1.493 mm, sendo que a distribuição das chuvas ao longo do ano segue um padrão sazonal bem definido (CLIMATE-DATA 2025). Durante o período chuvoso, a média mensal de precipitação pode ultrapassar 200 mm, enquanto nos meses mais secos, como junho, julho e agosto, os acumulados mensais costumam ser inferiores a 20 mm. Esse regime de chuvas influencia diretamente os recursos hídricos da região, impactando a vazão dos rios e a disponibilidade hídrica para a agricultura e abastecimento urbano.

Além disso, o clima de Rio Verde, Goiás está sujeito à influência de fenômenos climáticos globais, como El Niño e La Niña, que podem modificar os padrões pluviométricos da região. As tendências de precipitação destes eventos extremos estão ligadas a anomalias de temperaturas que ocorrem nas águas do pacífico equatorial segundo Marcuzzo e Romero (2013). Durante eventos de El Niño, há tendência de redução das chuvas e aumento das temperaturas, enquanto a La Niña pode intensificar os períodos chuvosos e reduzir as temperaturas médias conforme apontado por Lucchesi e Schaeffer, (2023).

A vegetação predominante é o Cerrado o segundo maior bioma da América do Sul, sendo reconhecido com a savana mais rica do mundo que abriga inúmeras espécies de plantas já catalogadas (MMA 2025), com presença de remanescentes de vegetação nativa ao longo dos cursos d'água. A interação entre clima e vegetação desempenha um papel fundamental na regulação do balanço hídrico regional, sendo a evapotranspiração um fator determinante na manutenção do ciclo hidrológico local, já que o processo faz com que a vegetação converta água em vapor, assim liberando calor latente na atmosfera, que tem um efeito de resfriamento e pode influenciar na formação de chuva de acordo com Campos (2018).

2.3 ANÁLISE TEMPORAL DE PRECIPITAÇÃO

Uma análise temporal de precipitação consiste no estudo dos padrões de chuva de uma região específica ao longo de um determinado período, os padrões de chuva e suas características atuam como indicadores da variabilidade climática regional conforme destacado Soares et al. (2016). Este tipo de análise permite a compreensão de séries temporais, que são conjuntos de dados de precipitação organizados por dias, meses ou anos. Através da identificação de tendências e sazonalidades, é possível detectar aumentos ou diminuições nos níveis de precipitação e compreender as variações climáticas que ocorrem ao longo do ano.

Destaca a importância da análise dos padrões de precipitação para as mais diversas áreas da sociedade, como a área agrícola para que seja planejado suas atividades de forma mais eficiente, pois garante uma irrigação adequada e uma proteção das culturas sobre eventuais eventos climáticos adversos Silva e Reboita (2013). Além do mais este conhecimento pode ajudar na previsão de desastres naturais que podem causar danos significativos a infraestruturas e comunidades. Detectar, medir e estudar padrões de chuvas fornece dados imprescindíveis para planejar e operar diversos setores das sociedades, atividades agrícolas, mitigação de possíveis desastres e controle em melhorar a gestão dos recursos hídricos (Soares 2016).

Além do setor agrícola e da mitigação de desastres, a gestão dos recursos hídricos também se beneficia, com dados precisos de precipitação é possível otimizar o uso da água, garantindo que os reservatórios sejam geridos de forma sustentável e que o abastecimento para consumo humano e para as indústrias sejam mantidos, dessa forma a análise precipitação contribui para segurança hídrica e para um desenvolvimento sustentável, visto a limitação no uso deste recurso na atualidade que é um condicionante no desenvolvimento social e econômico que acarreta desafios no gerenciamento de acordo com Sousa, Dantas e Limeira (2015).

Analisar os padrões de precipitação é fundamental por diversas razões. Primeiramente, contribui para o equilíbrio do ecossistema e para a gestão segura dos recursos hídricos, uma vez que a água é utilizada em várias atividades. Além disso, esse estudo gera inúmeros temas que podem ser explorados posteriormente, que visa a geração de conhecimento ou a contribuição para outras atividades. Pois a compreensão desse assunto pode levar a informações precisas e seguras, evidenciando possíveis mudanças em padrões e tendências.

A precipitação, manifestada sob a forma de granizo, neve ou chuva, é um fenômeno atmosférico cujas características espaciais, temporais e de intensidade são fundamentais para a compreensão da relação entre a hidrologia, a modelagem da paisagem e a interação com a sociedade (Bertoni & Tucci, 2001; Franchito et al., 2009). A influência da precipitação pode resultar em secas ou excessos nos corpos hídricos, sendo, portanto, essencial para o planejamento ambiental. Além disso, ela é crucial para o planejamento urbano e rural, impactando os setores econômico e social (Nery & Machado, 2019).

A análise das características da precipitação, incluindo sua distribuição espacial, temporal e intensidade, é essencial para compreender o comportamento da água no meio ambiente e seu impacto nos ecossistemas e nas atividades humanas, segundo Luis et al. (2011). A precipitação não se limita a ser um fenômeno natural; ela desempenha um papel crítico no desenvolvimento sustentável e na gestão dos recursos hídricos. A variação espacial da precipitação ajuda a identificar áreas com maior ou menor disponibilidade de água, enquanto a análise temporal permite prever padrões sazonais e tendências de longo prazo. A intensidade da precipitação é crucial para avaliar o risco de eventos extremos, como inundações e secas, que podem ter consequências significativas para a infraestrutura, a agricultura e a segurança hídrica, de acordo com Alves (2017) “A precipitação é uma variável instável do ciclo hidrológico, pois sua ocorrência depende de diversos fatores atmosféricos e regionais.”. Portanto, a compreensão detalhada desses aspectos é fundamental para o planejamento ambiental, urbano e rural, garantindo a resiliência das comunidades e a proteção dos recursos naturais.

A análise temporal de precipitação estuda as variações das chuvas ao longo do tempo e pode ser caracterizada por três aspectos essenciais, de acordo com Abreu, Sobrinha e Brandão (2017) é importante considerar a variabilidade da distribuição temporal da chuva em acordo com o tipo de precipitação, localidade e clima da região. A distribuição temporal, que se refere às mudanças na quantidade de chuva em diferentes escalas, como diária, mensal e anual, esse tipo de análise é fundamental para identificar padrões sazonais e tendências de longo prazo, além de contribuir para a delimitação dos climas em determinada região segundo Fontão e

Zavattini (2019). Além disso, a avaliação da distribuição temporal auxilia na previsão de eventos extremos, como secas e inundações, e na gestão de recursos hídricos.

Analisar a intensidade e duração permite observar a quantidade de chuva que cai por um determinado período e a duração que corresponde ao tempo em que o evento de precipitação persiste, sendo uma das características da análise temporal, pois uma chuva de alta intensidade e curta duração pode ser um agravante como tempestades, inundações repentinas e erosão do solo, enquanto chuvas de baixa intensidade e longa duração são importantes para a recarga de aquíferos e manutenção de fluxos dos rios. Esta análise é essencial para o planejamento de infraestruturas e mitigação de desastres naturais SANTOS et al. (2010); PEREIRA et al., (2017).

Além disso, é essencial ressaltar a importância da análise de tendências, a qual se baseia na utilização de métodos estatísticos para detectar mudanças nos padrões de precipitação ao longo do tempo. Esse processo permite identificar variações significativas que podem estar associadas às transformações climáticas em curso. Ao compreender essas alterações, é possível obter uma visão mais precisa dos impactos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos e outros aspectos ambientais. Consequentemente, a análise de tendências desempenha um papel crucial no desenvolvimento de estratégias eficazes de adaptação e mitigação, orientando políticas públicas e ações que busquem minimizar os efeitos adversos sobre ecossistemas e sociedades Lyra et al. (2014).

A representação da distribuição de chuva seja no espaço como no tempo é essencial para determinar a influência que a precipitação tem no ciclo hidrológico (Koutsoyiannis, 2006). Já Joseph et al. (2013) acredita que a identificação de tendências sazonais de precipitação é essencial para o desenvolvimento de modelos hidrológicos, previsão hidrológica e gestão de recursos hídricos. Ou seja, descobrir sobre distribuição de precipitação fornece a identificação de sazonalidades e tendências das chuvas, sendo essencial para gestão dos recursos hídricos e atividades humanas.

Deste modo pode se observar quantas características valiosas a análise de precipitação fornece e em como ela está ligada em várias das atividades humanas, é preciso estudar a distribuição de chuvas para verificar a influência que ela possui no ciclo, se quantificar a duração e a intensidade é possível analisar e verificar as tendências de precipitação com todas essas características, pois a correlação que este estudos tem é que necessita de todos para poder gerar uma análise e posteriormente aplicá-los a vários componentes, usar na agricultura para plantio, prever inundações em regiões com maiores acúmulos de precipitação, planejar barragens e gerir o uso da gestão hidrológica, esses são poucos do uso que estudo fornece.

2.4 EVENTOS ASTRONÔMICOS E CLIMÁTICOS

Os solstícios e equinócios são eventos astronômicos fundamentais, resultantes da inclinação do eixo terrestre e da órbita da Terra ao redor do Sol, em decorrência da inclinação do eixo cada hemisfério tem uma variação de incidência solar ao longo do ano de acordo com Veloso (2022). Esses fenômenos marcam as transições sazonais e influenciam diretamente a distribuição da luz solar na superfície terrestre. O solstício ocorre duas vezes ao ano: no verão, caracterizado pelo dia mais longo, e no inverno, pela noite mais longa. Os equinócios, por sua vez, também ocorrem duas vezes ao ano, quando o dia e a noite têm a mesma duração, sinalizando a transição entre inverno e primavera, assim como entre verão e outono conforme apontado por Milone (2018).

Além disso, os solstícios estão intimamente ligados ao comportamento das precipitações. Durante o solstício de verão, a maior incidência de radiação solar aumenta a evaporação da água, elevando, conseqüentemente, a precipitação na área estudada. Em contraste, no solstício de inverno, a menor incidência de luz solar resulta em uma redução das precipitações. Essa correlação com o clima é bem definida em locais como Rio Verde; os equinócios, ao proporcionarem períodos de duração igual entre dia e noite, permitem a análise das transições climáticas entre esses períodos.

Os fenômenos climáticos El Niño e La Niña resultam em interações complexas entre o oceano e a atmosfera no Pacífico. O El Niño é marcado pelo aquecimento anômalo das águas do Pacífico equatorial, alterando a circulação atmosférica e causando eventos extremos, como chuvas intensas em algumas regiões e secas severas em outras, em contrapartida, a La Niña se caracteriza pelo resfriamento anômalo dessas águas, influenciando o clima de forma oposta, com aumento da precipitação em certas áreas e intensificação da estiagem em outras de acordo com Reboita et al. (2021). Ambos os fenômenos afetam significativamente os padrões de chuva, impactando a agricultura, os ecossistemas e diversas questões socioeconômicas, dependendo de sua intensidade.

Os eventos El Niño e La Niña ocorrem em intervalos de 3 a 7 anos, podendo variar entre 1 e 10 anos. No entanto, devido às mudanças climáticas, sua frequência tem aumentado, influenciando a circulação dos ventos, os padrões de umidade e, conseqüentemente, a distribuição das chuvas, especialmente em regiões tropicais (CPTEC, 2021).

Além disso, a conexão entre esses fenômenos e os anos de chuvas intensas ou escassas é evidente em Rio Verde, Goiás, destacando períodos de pico. Dependendo da região analisada, esses eventos climáticos têm efeitos distintos, ressaltando a necessidade de investigações mais

detalhadas. Por serem fenômenos anuais, é viável realizar análises estratégicas que contribuam para a gestão eficaz dos recursos hídricos, permitindo um melhor preparo e resposta a essas variáveis climáticas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado no município de Rio Verde, Goiás, localizado na região sudoeste do estado. O município está inserido na bacia hidrográfica do Rio Paranaíba, e possui diversas sub-bacias que desempenham um papel fundamental na dinâmica hídrica local.

A distribuição dos pontos pluviométricos e das bacias hidrográficas na região de Rio Verde, Goiás, está representada na Figura 1. O mapa destaca o limite do município, as bacias hidrográficas e a localização das estações pluviométricas utilizadas para análise temporal da precipitação. Devido as demais estações localizadas no município de Rio Verde Goiás apresentarem muitas falhas de acumulo de precipitação, foram utilizadas somente as três mais completas descritas no estudo.

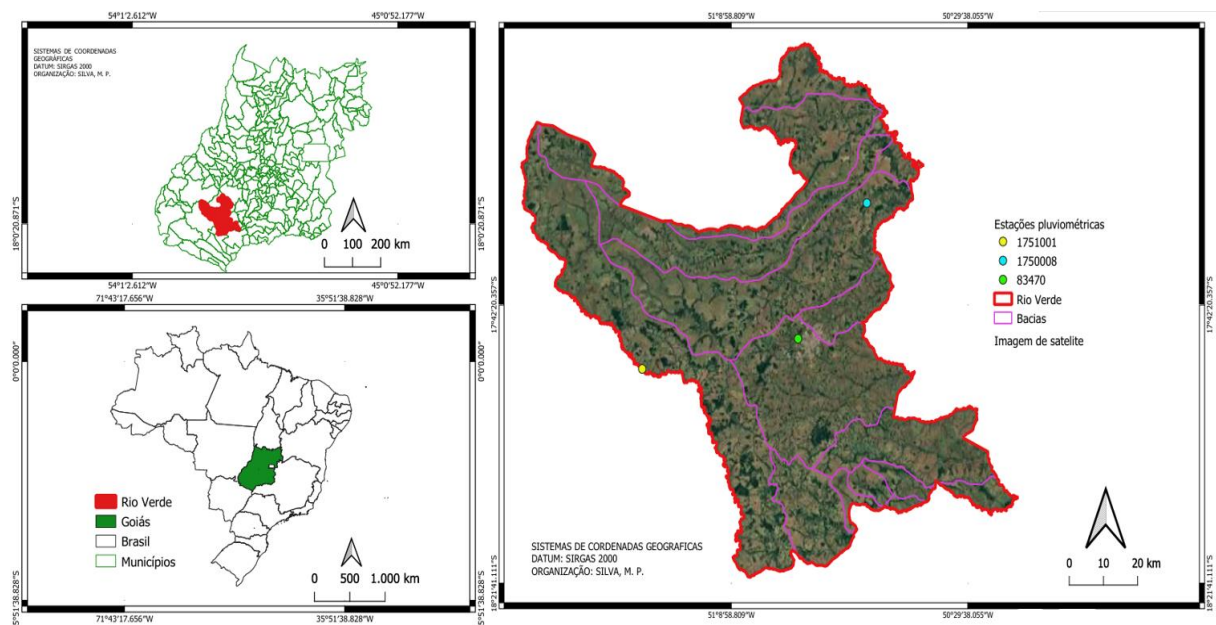


Figura 1: Mapa de distribuição dos pontos pluviométricos e bacias hidrográficas do município de Rio Verde, Goiás, Brasil.

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

1751001: Localizado na Bacia do Rio Doce, essa região apresenta significativa contribuição para a drenagem da área, influenciando o regime hidrológico local.

1750008: Posicionado na Bacia do Rio Verde, que é a principal sub-bacia do município, dando nome à cidade e sendo essencial para o abastecimento e a irrigação agrícola.

83470: Situado na região da UniRV (Universidade de Rio Verde), abrangendo uma área representativa do município, permitindo a análise da variabilidade da precipitação dentro do contexto urbano e rural.

Tabela 1 - Códigos, localizações e coordenadas geográficas das estações pluviométricas do município de Rio Verde, Goiás, Brasil.

Códigos	Estações	Latitude	Longitude	Altitude
1751001	Sub-bacia do Rio Doce	-17,86	-51,4	755.00
1750008	Sub-bacia do Rio Verde	-17,47	-50,77	680
83470	UniRV (Universidade de Rio Verde)	-17,79	-50,96	780.04

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

3.2 AQUISIÇÃO DE DADOS

Os dados de precipitação foram obtidos por meio das plataformas governamentais, a partir de base de dados disponibilizadas pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Para a aquisição, foi utilizado o portal Hidroweb para obtenção da série histórica (ANA 2024). A série histórica contempla um período de 40 anos, organizado inicialmente por períodos de médias mensais, de janeiro a dezembro, e posteriormente médias anuais, que abrangeu o intervalo de 1982 a 2022. Em alguns períodos não houve a computação de dados proeminente de manutenção de equipamento ou estava fora de funcionamento, poderia ter sido feito a interpolação dos dados, porem a decisão de não interpolar foi tomada para garantir a transparência metodológica do trabalho, visando manter a fidelidade dos dados originais e evitar possíveis distorções que poderiam surgir com o preenchimento destas lacunas. A tabela dos eventos climáticos El Niño e La Niña foi organizada para comparação com os resultados encontrados, os dados foram organizados no intervalo de tempo de 1982 a 2022 e foram retirados de um site internacional intitulado como *Golden Gate Weather Services*, que cataloga os eventos e suas respectivas intensidades.

Os dados espaciais foram obtidos a partir da área do município de Rio Verde, Goiás, disponibilizado pelo Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (SIEG 2024). O sistema de projeção utilizado para a manipulação dos dados foi o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000), garantindo maior precisão e compatibilidade com os dados utilizados. Toda a manipulação espacial e integração com os dados de precipitação foi realizada

por meio do QGIS versão 3.14.16-Pi, que se mostrou uma ferramenta robusta e eficiente para atender às demandas do estudo (QGIS 2024).

3.4 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados consistiu inicialmente na obtenção das médias mensais e anuais de precipitação, para compreender os padrões climáticos predominantes no município de Rio Verde, Goiás. Em seguida, foram gerados gráficos de correlação das variações de precipitação ao longo dos anos, o que permitiu avaliar se houve tendências de aumento, estabilidade ou diminuição dos índices pluviométricos. Para validar as observações, foi utilizada a estatística de intervalo de confiança que foi realizada para um período de 10 em 10 anos, e posteriormente foi utilizado o software R Studio para verificar se houve diferença significativa entre os meses (figura 4), foram gerados gráficos para representar o intervalo de confiança, esses gráficos exibem limites inferior e superior, juntamente com as suas respectivas linhas de tendência lineares. Assim garantiu um nível adequado de segurança nas conclusões obtidas a partir dos resultados. Essas análises foram fundamentais para compreender a dinâmica da precipitação no município de Rio Verde, Goiás, e embasar as discussões propostas neste estudo.

O cálculo de média amostral ($\bar{x}$) é dado por:

$$\bar{x} = (\sum x_i) / n \quad (1)$$

Onde:

- $\bar{x}$: média amostral;
- $\sum x_i$: soma de todos valores observados;
- n : número total de observações.

O desvio padrão amostral (s) é calculado pela seguinte formula:

$$s = \sqrt{((\sum (x_i - \bar{x})^2) / (n-1))} \quad (2)$$

Onde:

- s : desvio padrão amostral;
- x_i : valor individual da amostra;
- $\bar{x}$: média da amostra;
- n : número total de observações.

O erro padrão da média (SE) é definido por:

$$SE = s / \sqrt{(n)} \quad (3)$$

O intervalo de confiança (IC) é dado por:

$$IC = \bar{x} \pm t \times SE \quad (4)$$

Onde:

- t: valor crítico da distribuição t-Student para um determinado nível de confiança e graus de liberdade (n-1).

Os limites inferior e superior do intervalo de confiança são dados por:

$$\begin{aligned} LI &= \bar{x} - Z * SE \\ LS &= \bar{x} + Z * SE \end{aligned} \quad (5)$$

Onde:

- LI: limite inferior do intervalo de confiança;
- LS: limite superior do intervalo de confiança.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE MENSAL DE PRECIPITAÇÃO

Os maiores valores de precipitação observadas na série histórica ocorreram nos meses de janeiro (265,44), março (257,07) e dezembro (246,02). Os menores valores de precipitação observadas na série histórica ocorreram entre os meses de maio a setembro. A maior redução média de precipitação ocorreu no mês de abril, onde houve redução média de 150 mm mês⁻¹. A menor redução média de precipitação ocorreu no mês de junho, onde houve redução média de 6 mm mês⁻¹. Os maiores incrementos de precipitação ocorreram nos meses de outubro e novembro, com aumento médio de 79 e 92 mm mês⁻¹ (Tabela 2).

A estação que apresentou o maior volume acumulado médio foi a 83470 e a estação que apresentou o menor volume acumulado médio foi a 1751001. A diferença do volume acumulado entre as estações foi de até 9% para as estações 1751001 e 83470, e 7,8% para as estações 1751001 e 1750008. (Tabela 2).

Tabela 2 - Médias das precipitações mensais, média geral e mensal acumulada entre os anos de 1982 e 2022 para as estações 1751001, 1750008 e 83470, do Município de Rio Verde, Goiás, Brasil.

Meses	Estação 1	Estação 2	Estação 3	Média Geral
Janeiro	257,63	256,51	282,18	265,44
Fevereiro	209,44	218,78	238,82	222,35
Março	244,13	250,89	276,19	257,07
Abril	97,32	123,01	101,59	107,31
Maio	34,62	48,60	38,62	40,61
Junho	10,45	16,01	15,82	14,10
Julho	4,82	8,62	8,83	7,43
Agosto	15,14	21,51	13,23	16,63
Setembro	41,53	69,42	49,08	53,34
Outubro	123,87	133,01	142,25	133,04
Novembro	202,18	232,63	241,36	225,39
Dezembro	262,59	241,68	233,79	246,02
Média Acumulada	1503,78	1620,73	1641,80	1588,77

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Os meses mais secos do ano em Rio Verde, Goiás são predominantemente concentrados entre maio e setembro, enquanto abril e outubro apresentam valores intermediários em relação à precipitação. Os demais meses do ano são caracterizados por um regime pluviométrico mais elevado. De acordo com dados climáticos coletados ao longo de quatro décadas, o padrão de precipitação em Rio Verde, Goiás permanece estável, o que reforça a ideia de uma sazonalidade bem delimitada. Assim os dados apresentados indicam variações significativas nos padrões de precipitação ao longo do ano, com os maiores valores observados nos meses de janeiro, março e dezembro, e os menores valores entre maio e setembro. Essas variações podem ser correlacionadas aos fenômenos astronômicos dos solstícios e equinócios, que influenciam diretamente as estações do ano e, conseqüentemente, os padrões climáticos.

Os solstícios, que ocorrem em junho e dezembro, marcam os pontos de maior inclinação da Terra em relação ao Sol. No solstício de verão, que ocorre em dezembro no Hemisfério Sul, a maior incidência de radiação solar resulta em temperaturas mais altas e maior evaporação, o que pode contribuir para os altos índices de precipitação observados nesse mês. Por outro lado,

o solstício de inverno, em junho, está associado a temperaturas mais baixas e menor evaporação, o que pode explicar a redução média de precipitação observada nesse período.

Os equinócios, que ocorrem em março e setembro, representam momentos em que a Terra recebe radiação solar de maneira mais equilibrada entre os hemisférios. O equinócio de outono, em março, pode estar relacionado ao aumento de precipitação observado nesse mês, uma vez que a transição do verão para o outono pode trazer mudanças nos padrões de circulação atmosférica e aumento das chuvas. Da mesma forma, o equinócio de primavera, em setembro, marca o início de um período de transição climática que pode resultar em menores índices de precipitação, como observado nos dados históricos.

Além disso, a análise das estações meteorológicas revela que a 83470 apresentou o maior volume acumulado médio de precipitação, enquanto a 1751001 apresentou o menor volume. A diferença de até 9% no volume acumulado entre as estações pode ser atribuída a fatores locais, como a topografia e a vegetação, que influenciam a distribuição das chuvas. A variação de precipitação entre as estações também pode ser modulada pelos efeitos dos solstícios e equinócios, que alteram a distribuição da radiação solar e, consequentemente, os padrões de precipitação.

Em resumo, os dados históricos de precipitação mostram uma clara influência dos solstícios e equinócios nos padrões climáticos, com variações significativas ao longo do ano que podem ser explicadas pela dinâmica da radiação solar com a sua interação na atmosfera da terra.

4.2 ANÁLISE ANUAL DE PRECIPITAÇÃO

Os maiores valores observados de acúmulo de precipitação anualmente foram os anos de 2009, 2011, 2020 e 2021. Os menores valores observados no acúmulo de precipitação anualmente foram os anos de 1990, 1994, 1999 e 2022. A maior redução média de precipitação anual ocorreu no ano de 2021, onde houve uma redução média de 2201,1 mm mês⁻¹. A menor redução média de precipitação anual ocorreu no ano de 2004, onde houve redução média de 3 mm mês⁻¹. Os maiores incrementos de precipitação ocorrerão nos anos de 2008 e 2019 com aumento médio de 2037,8 e 1681,1 mm mês⁻¹.

Tabela 3 - Precipitação anual acumulada entre os anos de 1982 e 2022 para as estações 1751001, 1750008 e 83470, do Município de Rio Verde, Goiás, Brasil.

Anos	Estação 1	Estação 2	Estação 3	Acumulado
1982	1632	1935	1993,8	1853,6

1983	1774	1852,5	2056,7	1894,4
1984	1288,8	1423,9	1553,6	1422,1
1985	1375	1503,9	1488,4	1455,7
1986	1399,9	1519,3	1276,9	1398,7
1987	1512	1782,2	0	1647,1
1988	1475,3	1380,5	0	1537,5
1989	1549,8	1825,7	1153,6	1509,7
1990	823,4	1235,7	0	1029,5
1991	1392,8	1816,6	0	1604,7
1992	0	2275,2	0	2275,2
1993	0	1630,5	0	1630,5
1994	0	748,8	0	748,8
1995	1036,9	1623,1	0	1330
1996	1453,2	1060,7	858,4	1124,1
1997	1352,5	1222,8	1488,3	1354,5
1998	1270,1	1493,2	1391	1384,7
1999	884,9	1141,6	1172,4	1066,3
2000	1691,8	1930,3	2229,8	1950,6
2001	1314	1574,2	1441,8	1443,3
2002	1180,5	1016,8	1313,3	1170,2
2003	1487,4	1516,7	1562,3	1522,1
2004	1585,3	1317,7	1892,7	1598,5
2005	1663,5	1589,1	1534,1	1595,5
2006	1742,9	1778,5	1673	1731,4
2007	0	0	1474,4	1474,4
2008	1383,4	1549,3	1769,9	1567,5
2009	1861,7	0	1743,7	3605,4
2010	1461,5	0	1488	2949,5
2011	1715,2	0	1658,3	3373,5
2012	1037,8	1352,7	1379,3	1256,6
2013	2043,2	2574,5	2305,8	2307,8
2014	1546,2	1527,1	1401,7	1491,6
2015	2527,1	2357,6	1609,4	2164,7
2016	2256,7	1965,5	1415,5	1879,2
2017	1470,1	1143,2	1737,4	1450,2
2018	0	1553,4	1333	1443,2
2019	1456	1143,3	1449,5	1349,6
2020	1609,4	0	1421,3	3030,7
2021	1416,7	0	1720,6	3137,3
2022	763	724,2	1321,4	936,2

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

A análise dos padrões de precipitação anual revela que, durante a década de 1990, a região experimentou períodos significativamente mais secos. Em contrapartida, a partir dos anos 2000, observou-se um aumento considerável no acúmulo de chuvas, indicando uma tendência ascendente nas precipitações ao longo dos anos. No entanto, em 2022, essa tendência

foi interrompida por uma queda acentuada na precipitação, fenômeno que pode ser correlacionado a eventos astronômicos e fenômenos climáticos globais.

Adicionalmente, os anos com variações significativas na precipitação podem estar intimamente relacionados aos fenômenos El Niño e La Niña. No Centro-Oeste do Brasil, esses fenômenos influenciam diretamente o regime de chuvas da região. Durante os eventos de El Niño, há uma tendência de redução nas chuvas, especialmente no período de verão, que é tipicamente a estação chuvosa, resultando em uma estação seca mais prolongada. Em contrapartida, a La Niña provoca um aumento das chuvas, beneficiando a agricultura local, embora também possa causar enchentes em áreas mais baixas devido ao volume elevado de precipitação. Esses fenômenos são determinantes para a gestão dos recursos hídricos.

Estes fenômenos são oscilações climáticas que ocorrem no Oceano Pacífico e têm impactos globais. El Niño é caracterizado pelo aquecimento anômalo das águas do Pacífico equatorial, o que pode alterar os padrões de vento e precipitação, resultando em chuvas mais intensas em algumas regiões e secas em outras. La Niña, por outro lado, é marcada pelo resfriamento anômalo dessas águas, o que geralmente provoca efeitos opostos aos do El Niño.

A tabela 4 apresenta a ocorrência de eventos climáticos relacionados ao fenômeno El Niño e La Niña entre os anos de 1982 e 2022, juntamente com suas respectivas intensidades. Observa-se que o El Niño ocorreu com maior intensidade nos períodos de 1982-83, 1997-98 e 2015-16, sendo classificado como "Muito Forte". Além disso, houve eventos de El Niño de intensidade "Moderada" nos anos de 1986-1987, 1991-1992, 1994-1995, 2002-2003, 2006-2007, 2009-2010, e um evento de intensidade "Frac" em 2004-2005, 2014-2015 e 2018-2019. Por outro lado, a La Niña apresentou maior intensidade nos anos de 1988-1989, 1998-1999, 2007-2008 e 2010-2011, sendo classificada como "Forte". Também foram observados eventos de La Niña com intensidade "Moderada" nos anos de 1984-1985, 1995-1996, 1999-2000, 2005-2006, 2011-2012, 2020-2021 e 2021-2022, além de eventos de intensidade "Frac" em 2004-2005, 2005-2006, 2016-2017 e 2017-2018. Esses eventos climáticos desempenham um papel significativo na variabilidade climática global, influenciando padrões de precipitação, temperatura e outros fenômenos meteorológicos.

Tabela 4 - Análise dos eventos El Niño e La Niña de 1982 e 2022.

Ano	Evento	Intensidade
1982-83	El Niño	Muito Forte
1984-85	La Niña	Moderada
1986-87	El Niño	Moderada

1988-89	La Niña	Forte
1990-91	Sem evento	Neutro
1991-92	El Niño	Moderada
1993-94	Sem evento	Neutro
1994-95	El Niño	Moderada
1995-96	La Niña	Moderada
1997-98	El Niño	Muito Forte
1998-99	La Niña	Forte
1999-00	La Niña	Moderada
2001-02	Sem evento	Neutro
2002-03	El Niño	Moderada
2004-05	El Niño	Fraca
2005-06	La Niña	Fraca
2006-07	El Niño	Moderada
2007-08	La Niña	Forte
2008-09	Sem evento	Neutro
2009-10	El Niño	Moderada
2010-11	La Niña	Forte
2011-12	La Niña	Moderada
2013-14	Sem evento	Neutro
2014-15	El Niño	Fraca
2015-16	El Niño	Muito Forte

Fonte: El Niño and La Niña Years and Intensities

Ao comparar os dados dos eventos de El Niño e La Niña com os valores observados de precipitação anual, é possível observar algumas relações entre esses fenômenos climáticos e as variações de precipitação ao longo dos anos. A La Niña geralmente está associada a um aumento nas chuvas em várias regiões do mundo, enquanto o El Niño tende a reduzir os índices pluviométricos em muitas áreas.

Os anos de maior acúmulo de precipitação, como 2009, 2011, 2020 e 2021, coincidem com a presença de eventos de La Niña de intensidade "Forte" (2010-2011) e "Moderada" (2020-2021). Este padrão reforça a influência da La Niña em aumentar a precipitação, especialmente em regiões tropicais, onde o fenômeno tende a provocar chuvas mais intensas. Por exemplo, em 2011, sob um evento de La Niña Forte, observou-se um dos maiores acumulados anuais de precipitação, o que é consistente com o comportamento esperado durante esse fenômeno.

Por outro lado, os menores valores de precipitação observados em 1990, 1994, 1999 e 2022 podem ser correlacionados com os efeitos de El Niño e La Niña em períodos anteriores ou subsequentes. Em 1999, por exemplo, um evento de La Niña Forte em 1998-1999 poderia ter provocado a diminuição da precipitação em algumas regiões ao final do fenômeno. Já os

anos de 1990 e 1994 são próximos a eventos de El Niño (1986-1987 e 1994-1995), sendo que este fenômeno, conhecido por causar secas em várias partes do globo, pode ter contribuído para a redução da precipitação nesses anos.

Os maiores incrementos de precipitação em 2008 e 2019, com aumentos médios de 2037,8 mm e 1681,1 mm mês^{-1} , podem estar relacionados à ausência de eventos significativos de El Niño ou La Niña, o que pode ter proporcionado uma maior normalidade climática, favorecendo padrões de chuva mais elevados. Em contrapartida, a maior redução média de precipitação em 2021, com uma diminuição de 2201,1 mm mês^{-1} , ocorreu durante um evento de La Niña Moderada, o que pode indicar que, apesar da tendência geral de aumento das chuvas em eventos de La Niña, as condições locais ou regionais nesse ano resultaram em uma significativa redução das precipitações.

Por fim, o ano de 2004, que apresentou a menor redução média de precipitação anual (3 mm mês^{-1}), coincidiu com um evento de El Niño Fraco, o que pode ter influenciado a estabilidade dos padrões de chuva, já que o impacto desse evento foi menos severo em termos de redução da precipitação. A análise desses dados sugere uma clara interação entre os fenômenos El Niño, La Niña e os padrões de precipitação, onde a intensidade e o tempo desses eventos desempenham um papel crucial nas variações anuais de chuva.

Na Figura 2 exibe o acumulado anual de precipitação ao longo de um período de 40 anos. Adicionalmente, uma linha de tendência indica uma leve inclinação positiva ao longo do tempo. Isso sugere que, embora os valores anuais variem significativamente, existe uma tendência de aumento no total acumulado de precipitação ao longo dos anos. A inclinação da linha é relativamente baixa (2,465), o que indica um aumento médio anual na precipitação.

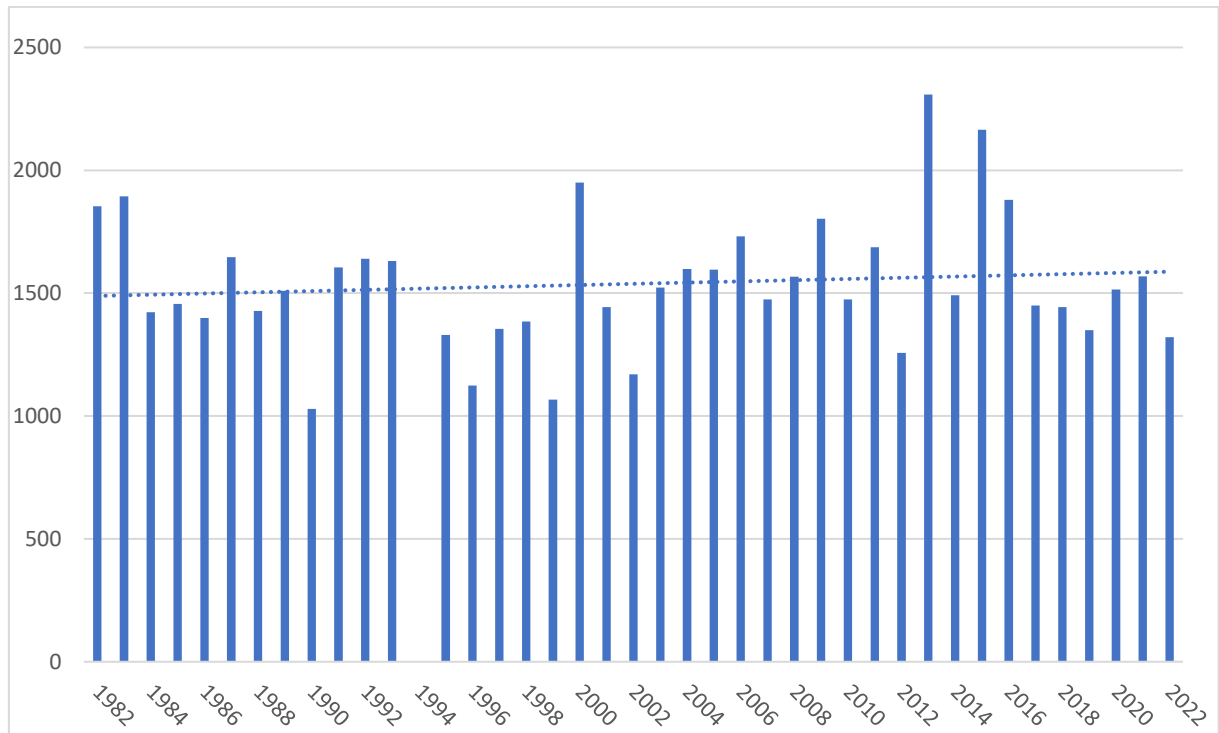


Figura 2: Precipitação acumulada anual ao longo de 40 anos com linha de tendência ajustada.

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Os dados indicam que, embora a quantidade de precipitação anual acumulada flutue consideravelmente, há uma tendência geral de aumento ao longo dos 40 anos analisados. Essa leve inclinação positiva, sugere que, em média, a precipitação aumenta em cerca de 2,5 mm a cada ano. No entanto, a amplitude das variações entre os anos indica que o padrão de chuvas é altamente variável, com anos registrando tantos valores elevados (próximos de 2000 mm) quanto baixos (próximos de 500 mm).

O estudo de Espíndola (2024) em Corumbá, Mato Grosso do Sul apresentou variabilidade anual em sua análise, mostrando que mesmo em outro estado os resultados desse estudo foram parecidos devido a climas semelhantes. Essa variabilidade pode estar associada a diversos fatores climáticos, como mudanças sazonais, eventos meteorológicos extremos (por exemplo, secas ou enchentes), ou mesmo à variabilidade climática de longo prazo. A análise de longo prazo apresentada na figura 2, com base na linha de tendência, sugere que, apesar das flutuações, o regime de precipitação tem se mantido relativamente estável, com uma ligeira tendência de aumento.

É importante ressaltar que, embora a tendência geral seja de aumento, a variabilidade significativa observada destaca a importância de uma análise mais detalhada em escalas temporais menores (por exemplo, sazonais ou mensais), para verificar a ocorrência de padrões

cíclicos ou a influência de fenômenos climáticos específicos, como El Niño e La Niña. Adicionalmente, a compreensão da dinâmica da precipitação ao longo desses 40 anos requer uma investigação sobre possíveis fatores externos, como mudanças no uso do solo ou a influência de variações na temperatura global, que possam estar afetando o ciclo hidrológico da região estudada.

A análise das precipitações em Rio Verde, Goiás, realizada ao longo de 40 anos, revelou uma leve tendência de aumento na precipitação anual, com variações significativas entre os anos. Esses dados foram comparados com os resultados de estudos em regiões com clima tropical semelhante, como o estudo de Espíndola (2024) em Corumbá, Mato Grosso do Sul que observou uma tendência de redução nas precipitações durante os períodos chuvosos, e o estudo de Oliveira et al. (2023) em Morrinhos, Goiás, que indicou uma ligeira redução nos volumes anuais de precipitação. Embora as metodologias dos estudos sejam distintas, os resultados apresentados indicam tendências de variação nas precipitações, sugerindo a existência de padrões de mudança climática semelhantes em diferentes localidades tropicais

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise do intervalo de confiança mensal revela a variação da precipitação ao longo do ano e indica a incerteza associada às médias mensais. Observa-se que os meses de janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro apresentam limites superiores mais elevados, indicando maior variabilidade na precipitação e, possivelmente, a ocorrência de eventos extremos de chuva.

Por outro lado, os meses de maio a setembro apresentam intervalos de confiança mais baixos e próximos de zero, sugerindo uma menor ocorrência de precipitação e menor variação, o que coincide com a estação seca da região estudada.

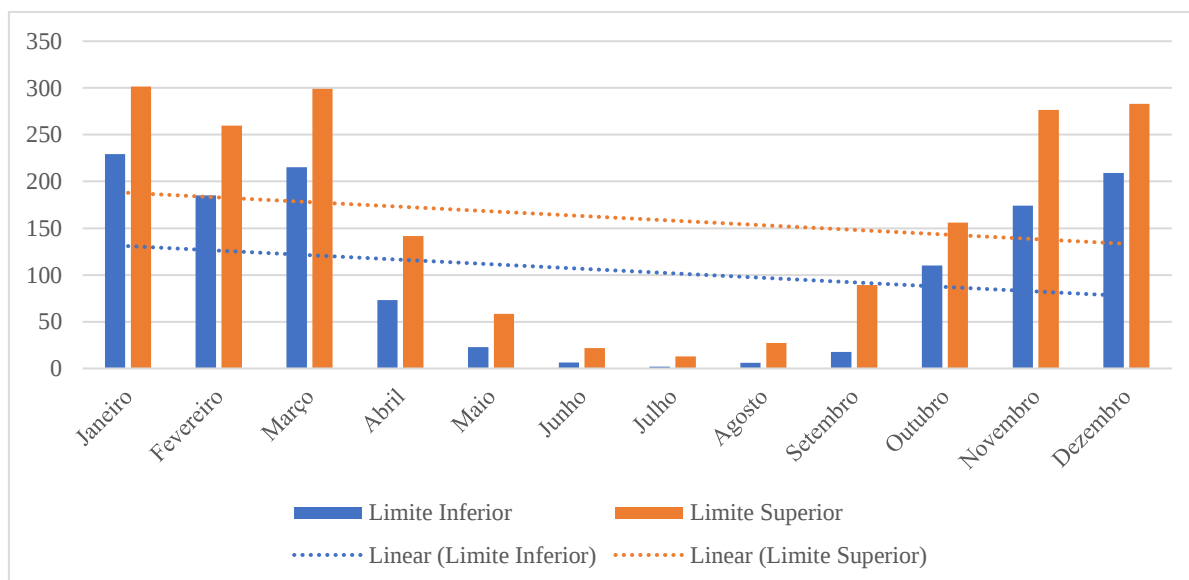


Figura 3: Intervalo de confiança mensal dos anos de 1982 a 2022 para as estações 1751001, 1750008 e 83470 do município de Rio Verde, Goiás, Brasil.

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

As tendências lineares para os limites inferior e superior indicam uma ligeira redução nos valores ao longo dos meses, o que pode sugerir uma tendência de diminuição na precipitação média ao longo do período analisado. No entanto, essa tendência deve ser avaliada em conjunto com outros fatores, como variabilidades climáticas e eventos extremos, para uma interpretação mais precisa. Observa-se que não houve alterações entre as estações, obtendo valores próximos.

No intervalo de 1982-1991, o limite inferior foi de 966,01 mm, enquanto o limite superior atingiu 1702,07 mm. No período seguinte, de 1992-2001, houve uma redução significativa no limite inferior, chegando a 646,22 mm, enquanto o limite superior também caiu para 1506,14 mm. Entre 2002-2011, observa-se uma recuperação no limite inferior, que subiu para 914,18 mm, e um aumento no limite superior para 1683,09 mm. Já no período mais recente, de 2012-2022, o limite inferior continuou sua tendência de crescimento, alcançando 1061,83 mm, e o limite superior atingiu seu maior valor registrado, 1820,75 mm.

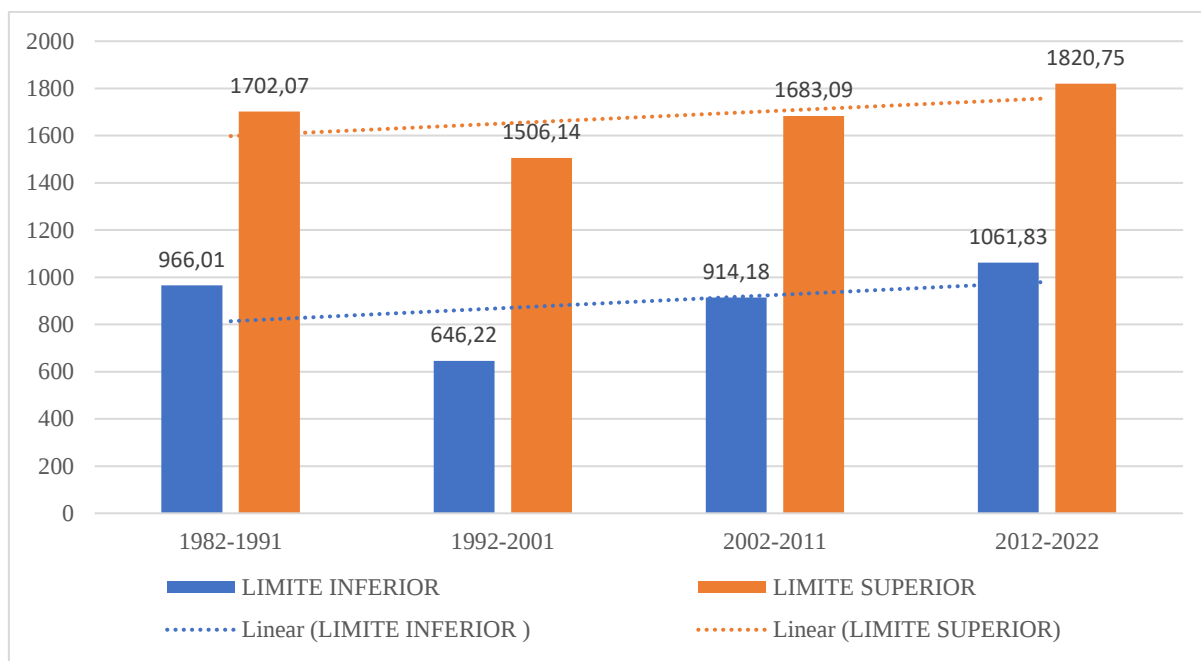


Figura 4: Intervalo de confiança de 10 em 10 anos da precipitação do município de Rio Verde, Goiás, Brasil.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A análise das tendências mostra que os períodos mais secos estão se tornando menos severos, com um aumento gradual no limite inferior ao longo dos anos. Essa recuperação pode indicar uma redução na intensidade das secas, contrastando com a significativa queda observada entre 1992 e 2001. Paralelamente, o limite superior também apresenta uma leve tendência de crescimento, sugerindo que os eventos de precipitação mais intensa se mantêm elevados ou até mesmo aumentam. Essas variações podem estar associadas a fatores climáticos, como os fenômenos de El Niño e La Niña, mudanças na circulação atmosférica e possíveis impactos das mudanças climáticas globais. De modo geral, o comportamento dos dados indica que os períodos secos estão menos extremos e que os eventos chuvosos podem estar se intensificando, reforçando a importância do monitoramento contínuo da precipitação na região.

O coeficiente angular da linha de tendência (1,0581) indica que os valores de precipitação da 1750008 são ligeiramente superiores aos da 1751001. Para cada 1 mm de precipitação registrada pela 1751001, a 1750008 tende a registrar, em média, 1,06 mm. Esse leve aumento pode ser explicado por fatores locais que influenciam os níveis de precipitação capturados pelas estações, como diferenças topográficas, variações microclimáticas, ou características da infraestrutura de medição. Embora a diferença entre as duas estações seja pequena, ela é estatisticamente significativa e deve ser levada em consideração ao se analisar os padrões de precipitação da região.

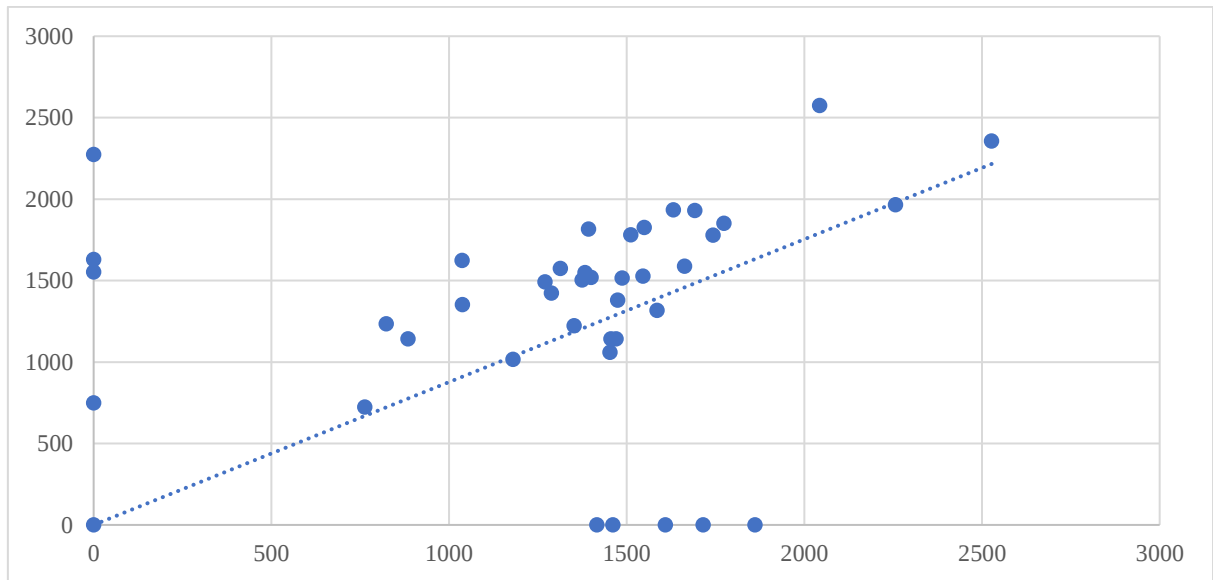


Figura 2: Relação entre os volumes acumulados anual das estações 1751001 e 1750008 do município de Rio Verde, Goiás, Brasil.

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

O valor de $R^2 = 0,9565$ sugere que a relação linear entre as duas estações é forte, o que implica uma similaridade substancial nos padrões de precipitação capturados por ambas. Esta consistência entre os dados das duas estações indica que, apesar de possíveis variações locais, ambas registram a mesma tendência geral de precipitação na região estudada. Essa alta correlação pode ser útil para validação cruzada de dados meteorológicos entre as duas estações, garantindo a confiabilidade das medições.

No entanto, é importante notar a presença de alguns pontos que se afastam da linha de tendência (figura 5), o que indica a possibilidade de eventos extremos ou de valores atípicos coletados. Esses outliers podem ser consequência de variações meteorológicas excepcionais, como tempestades isoladas ou fenômenos climáticos localizados, que afetaram as medições de uma estação de maneira mais acentuada do que a outra. A análise desses pontos pode fornecer informações adicionais sobre a variabilidade climática na área de estudo.

A análise dos dados de precipitação acumulada comparando as 1751001 e 83470, representada na figura 6, revela uma forte relação linear entre os valores registrados em ambas as estações. A linha de tendência sugere que os dados de precipitação na 83470 seguem de maneira quase proporcional os valores observados na 1751001. O coeficiente angular próximo de um indica que as variações de precipitação entre as estações são muito semelhantes, ou seja, um aumento ou diminuição na precipitação medida na 1751001 reflete quase diretamente na 83470.

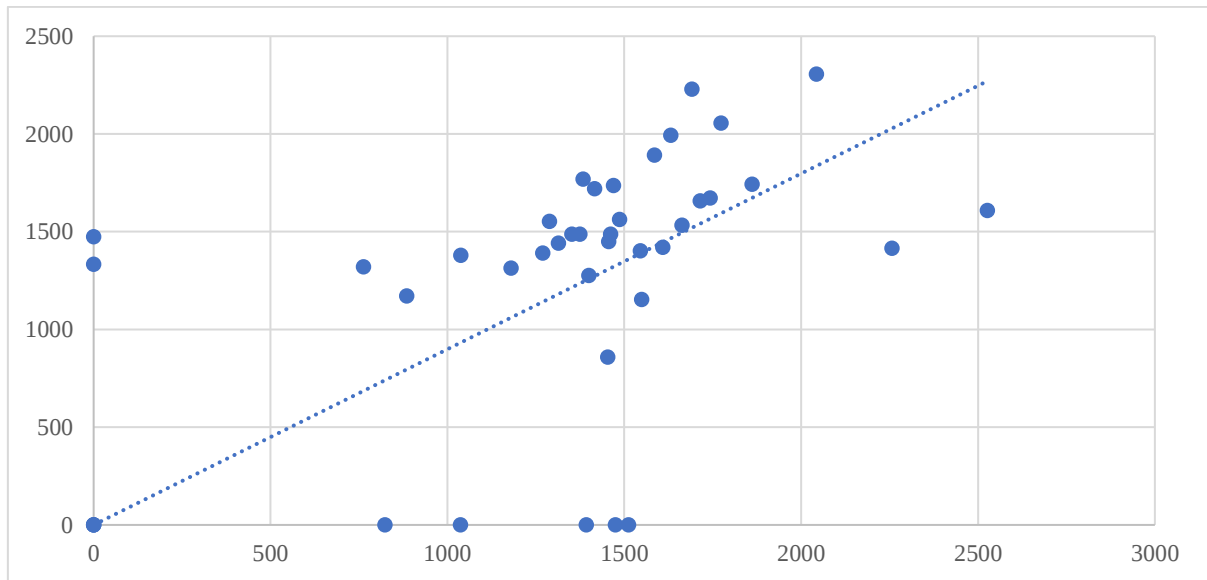


Figura 3: Relação entre os volumes acumulados anual das estações 1751001 e 83470 do município de Rio Verde, Goiás, Brasil.

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Observa-se que o resultado, demonstra que 95,16% da variação nos dados da 83470 pode ser explicada pelos valores da 1751001 ($R^2 = 0,9516$), (figura6). Isso indica uma correlação bastante significativa entre os conjuntos de dados, sugerindo que as condições climáticas que afetam a precipitação em uma estação são amplamente replicadas na outra. Essa alta correlação é esperada quando as estações estão geograficamente próximas ou estão sob a influência de sistemas meteorológicos semelhantes.

No entanto, vale destacar que a pequena diferença observada nos valores pode ser atribuída a variações locais de microclima ou a possíveis diferenças na precisão dos instrumentos de medição. Pequenos desvios dos pontos em relação à linha de tendência linear podem ser explicados por essas variações específicas, mas, no geral, os dados sugerem uma grande consistência entre as medições das duas estações.

Esses resultados são importantes porque mostram que, para os fins de monitoramento climático ou gestão de recursos hídricos, os dados de uma das estações poderiam ser usados com segurança na outra estação, com uma margem mínima de erro já que a diferença é mínima. Assim, a forte correlação observada entre as estações proporciona uma base sólida para a utilização desses dados em análises mais amplas sobre o comportamento da precipitação em uma determinada região.

Os resultados mostram uma forte correlação linear positiva entre as medições das Estações 1750008 e 83470, (figura 7). Este valor demonstra que 95,51% da variação nos dados

de uma estação pode ser explicada pelos dados da outra, o que sugere uma grande consistência entre os sistemas de medição das duas estações ($R^2 = 0,9551$). Embora os valores sejam muito próximos, há uma leve diferença nas medições entre as estações, mas que pode ser considerada mínima para efeitos práticos. Esses resultados reforçam a confiabilidade dos dados obtidos e a possível utilização de ambas as estações para fins de validação ou redundância em monitoramentos climáticos ou ambientais. A alta correlação é especialmente importante em estudos de larga escala, pois demonstra a precisão e uniformidade nas medições, garantindo a robustez das análises e conclusões subsequentes.

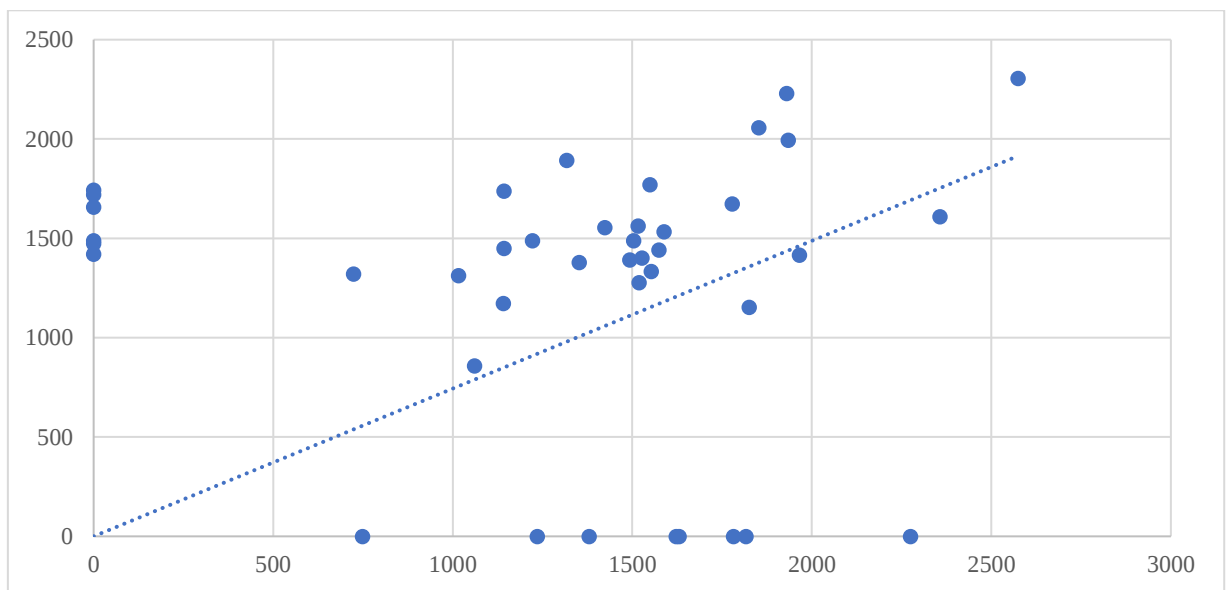


Figura 4: Relação entre os volumes acumulados anual das estações 1750008 e 83470 do município de Rio Verde, Goiás, Brasil.

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

5. CONCLUSÃO

O estudo apresenta considerável relevância, uma vez que possibilita a observação de eventuais mudanças nos padrões de precipitação ao longo tempo. As alterações climáticas, têm o potencial de impactar os regimes pluviométricos em diversas regiões. Embora, nos últimos 40 anos, o padrão de precipitação no município de Rio Verde, Goiás tenha permanecido relativamente estável, com uma leve tendência de aumento, a compreensão das dinâmicas climáticas é essencial para a previsão e adaptação a futuras variações. Ademais, a gestão eficiente dos recursos hídricos torna-se fundamental para garantir o uso sustentável das bacias hidrográficas. Este estudo também apresenta aplicações diretas na gestão de recursos hídricos

e, conseqüentemente, na área da agronomia. A partir de análises precisas, é possível utilizar as estações climáticas bem definidas em benefício da produção agrícola, otimizando os períodos de plantio e reduzindo perdas ocasionadas por eventos climáticos adversos.

A precipitação no município de Rio Verde, Goiás permaneceu estável ao longo das últimas quatro décadas, apresentando, contudo, uma tendência crescente. Assim, o estudo permite concluir que o clima da região é claramente marcado por duas estações bem definidas, fortemente influenciadas por eventos astronômicos, como solstícios e equinócios. Além disso, fenômenos climáticos, como El Niño e La Niña, também foram identificados nos dados históricos analisados, o que evidenciou sua influência nos padrões de precipitação local. Dessa forma, o estudo contribui para uma melhor compreensão das dinâmicas climáticas que afetam a região e oferece diversas aplicações práticas, especialmente nas áreas de gestão ambiental e agricultura. A compreensão dos padrões de precipitação e das influências de fenômenos astronômicos e climáticos, como solstícios, equinócios, El Niño e La Niña, permite um planejamento mais eficiente no uso dos recursos hídricos, essencial para a sustentabilidade das bacias hidrográficas. Na agricultura, essa análise climática pode ser aplicada para otimizar o calendário de plantio e colheita, minimizando perdas decorrentes de variações climáticas e maximizando a produtividade. Assim, o estudo tem impacto direto na adaptação e planejamento estratégico em setores chave da economia local.

Diante da ocorrência desses eventos climáticos, é possível desenvolver estratégias eficazes para mitigar os impactos de anos com escassez hídrica. Em períodos de seca, torna-se imprescindível a adoção de práticas que previnam a falta de recursos hídricos, garantindo sua gestão sustentável. Em contrapartida, em anos com maior precipitação, é essencial preparar o solo e as infraestruturas adequadas, de modo a otimizar a absorção de água e minimizar os riscos de erosão. Assim, a implementação de medidas adaptativas contribui para a resiliência frente às variações climáticas, assegurando a conservação dos recursos naturais e a estabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Fernando; SOBRINHA, Loide; BRANDÃO, João. **Análise da distribuição temporal das chuvas em eventos hidrológicos extremos**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 22, n. 2, p. 239-249, 2017.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Política Nacional de Recursos Hídricos**. Disponível em: [Política Nacional de Recursos Hídricos — Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico \(ANA\)](#). Acesso em: 15 out. 2024.
- ALVES, Keylyane. **Validação da precipitação estimada pelos produtos 3B42 e 3B43 do TRMM sobre a Reserva Biológica Jaru – RO**. 2017. 150 f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Cuiabá, 2017.
- BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. **Precipitação**. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. 2. reimpr. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 2001.
- CAMPOS, J. de O. **Variabilidade da precipitação no Cerrado e sua correlação com a mudança no uso da terra**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Departamento de Engenharia Florestal, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2018.
- CARMELO, Vinicius; SANT'ANNA NETO, João. **Variabilidade das chuvas na vertente paranaense da bacia do Rio Paranapanema - 1999-2000 a 2009-2010**. Ra'ega: O Espaço Geográfico em Análise, Curitiba, v. 33, p. 225-247, 2015.
- CERES. **Cerrado: fotos, fauna, flora, clima, tipos, mapa e mais**. Disponível em: <https://www.ceres.ufv.br/ceres/revista/2021/01/12/cerrado-fotos-fauna-flora-clima-tipos-mapa-e-mais/>. Acesso em: 10 jan. 2025.
- CLIMATE DATA. **Clima de Rio Verde, Brasil**. Rio Verde, 2025. Disponível em: [Clima Rio Verde: Temperatura, Tempo e Dados climatológicos Rio Verde](#). Acesso em: 14 nov. 2024.
- DINIZ, Marco; PEREIRA, Vitor. **Climatologia do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil: sistemas atmosféricos atuantes e mapeamento de tipos de clima**. Revista UFG, Goiânia, v. 35, n. 3, p. 488-506, 2015.
- EL NIÑO AND LA NIÑA YEARS AND INTENSITIES. Disponível em: [El Niño e La Niña Anos e Intensidades](#). Acesso em: 20 fev. 2025.
- EMBRAPA. **Bioma Cerrado**. Portal Embrapa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/cerrado>. Acesso em: 12 dez. 2024.
- ESPINDOLA, Ferbônio. **Análise temporal de precipitação com teste de Mann-Kendall entre os anos 1981 a 2020 em Corumbá MS**. 2024. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2024.
- FONTÃO, Pedro Augusto Breda; ZAVATTINI, João Afonso. **Variabilidade das chuvas anuais na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e no Sistema Cantareira:**

classificação e frequência dos anos-padrão. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 12, n. 2, p. 457-469, 2019.

FRIEDE, Reis. **Aumento populacional e degradação ambiental: a conta que não quer fechar.** Revista Augusto, Rio de Janeiro, v. 25, n. 52, p. 82-93, 2020.

GIULIO, Gabriela et al. **Eventos extremos, mudanças climáticas e adaptação no Estado de São Paulo.** Ambiente & Sociedade, São Paulo, v. 22, p. 1-20, 2019.

GUIMARÃES, Gislene. Rio Verde (GO) – **Um expoente do agronegócio no Cerrado.** 2010. 300 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

HIDROWEB. Disponível em: <http://www.hidroweb.ana.gov.br>. Acesso em: 15 jan. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **População no último censo.** 2024. Disponível em: [IBGE | Cidades@ | Goiás | Rio Verde | Panorama](#). Acesso em: 02 jan. 2025.

JOSEPH, J. F.; FALCON, H. E.; SHARIF, H. O. **Hydrologic Trends and Correlations in South Texas River Basins: 1950-2009.** Journal of Hydrologic Engineering, v. 18, p. 1653-1662, 2013.

KÖPPEN BRASIL. **Classificação climática de Köppen para o Brasil.** 2024. Disponível em: <https://koppenbrasil.github.io/>. Acesso em: 16 jan. 2025

LONG-TERM SPATIAL-TEMPORAL TRENDS AND VARIABILITY OF RAINFALL OVER EASTERN AND SOUTHERN AFRICA. Theoretical and Applied Climatology. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00704-023-04500-6>. Acesso em: 10 fev. 2025.

LUCCHESI, Diego; SCHAEFFER, Natalia. **Relação dos fenômenos El Niño, La Niña e Ano neutro na agricultura brasileira.** Agro Extensão, Rio Grande do Sul, v. 1, n. 1, 2023.

LUIS, M.; GONZALEZ-HIDALGO, J. C.; BRUNETTI, M.; LONGARES, L. A. **Precipitation concentration changes in Spain 1946–2005.** Natural Hazards and Earth System Sciences, v. 11, p. 1259-1265, 2011.

LYRA, G. B.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; ZERI, M. **Cluster analysis applied to the spatial and temporal variability of monthly rainfall in Alagoas state, Northeast of Brazil.** International Journal of Climatology, v. 34, p. 3546-3558, 2014. Disponível em: <https://doi-org.ez369.periodicos.capes.gov.br/10.1002/joc.39267>. Acesso em: 17 dez. 2024.

MARCUZZO, Francisco; ROMERO, Vanessa. **Influência do El Niño e La Niña na precipitação máxima diária do Estado de Goiás.** Revista Brasileira de Meteorologia, v. 28, n. 4, p. 429-440, 2013.

MILONE, A. C. **A Astronomia no dia a dia.** In: MILONE, A. C.; WUENSCH, C. A.; RODRIGUES, C. V.; AMICO, F. D.; JABLONSKI, F. J.; CAPELATO, H. V.; BRAGA, J.;

CECATTO, J. R.; BOAS, J. W. V.; AGUIAR, O. D.; MIRANDA, O. D. (org.). *Introdução à Astronomia e Astrofísica*. São José dos Campos: INPE, 2018. Cap. 1, p. 1-24.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **O bioma Cerrado**. 2025. Disponível em: [Cerrado](#). Acesso em: 15 fev. 2025.

NERY, Flávio; MACHADO, Maria. **Análise multifractal da variabilidade espacial pluviométrica no Estado de Minas Gerais**. *Ra'ega, Curitiba*, v. 45, p. 233-249, 2018.

PEREIRA, D. C.; DUARTE, L. R.; SARMENTO, A. P. **Determinação da curva de intensidade, duração e frequência do município de Ipameri–Goiás**. *Revista Eletrônica de Engenharia Civil, Goiânia*, v. 13, n. 2, p. 233-246, 2017.

PREFEITURA DE RIO VERDE. **Localização e clima**. Rio Verde, 2025. Disponível em: [Localização e Clima - Prefeitura Municipal de Rio Verde](#). Acesso em: 18 dez. 2024.

PREVIATTO, Gabriel. **Hidrologia Agosto/2006 CAPÍTULO 4. PRECIPITAÇÃO 4.1. Definição**. Academia.edu. Disponível em: https://www.academia.edu/12345678/Hidrologia_Agosto_2006_CAPITULO_4_PRECIPITACAO. Acesso em: 25 out. 2024.

QUADRO, M. F. L.; ABREU, M. L. **Estudos de episódios de Zonas de Convergência do Atlântico Sul sobre a América do Sul**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 8., 1994, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte, 1994. v. 2, p. 620-623

REBOITA, Michelle et al. **Influência dos diferentes tipos do fenômeno El Niño na precipitação da América do Sul**. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 14, n. 2, p. 729-742, 2021.

RICKLI, L. I.; CATANEO, A.; VIRGENS FILHO, J. S. **Comparação de três métodos para estimativa dos parâmetros da distribuição gama em dados diários de precipitação pluviométrica**. *Energia na Agricultura, Botucatu*, v. 23, n. 2, p. 53-61, 2008.

SANTOS, G. G.; GRIEBELER, N. P.; OLIVEIRA, L. F. C. **Chuvvas intensas relacionadas à erosão hídrica**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande*, v. 14, n. 2, p. 115-123, 2010.

SILVA, E. D. da; REBOITA, M. S. **Estudo da precipitação no estado de Minas Gerais–MG**. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 13, p. 120-136, 2013.

SOARES, Alexleide; PAZ, Adriano; PICCILLI, Daniel. **Avaliação das estimativas de chuva do satélite TRMM no Estado da Paraíba**. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre*, v. 21, n. 2, p. 288-299, 2016.

SOUSA, Nadja; DANTAS, Renilson; LIMEIRA, Rodrigo. **Influência de variáveis meteorológicas sobre a incidência de dengue, meningite e pneumonia em João Pessoa-PB**. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 22, n. 2, p. 183-192, 2007.

SOUZA, Luiz; OLIVEIRA, Luiz; RODRIGUES, Silvio. **Análise temporal de chuva-vazão em uma seção amostral do Rio Claro, região noroeste de Minas Gerais**. Revista Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 24, n. 92, p. 356-374, 2023.

STOODI. **O que é precipitação, formação e tipos e mais!** Disponível em: <https://www.stoodi.com.br/blog/geografia/precipitacao/>. Acesso em: 15 nov. 2024.

SUSTAINABLE REVIEW. **Escassez de água: O desafio global do acesso à água limpa**. Disponível em: <https://sustainablereview.com/escassez-de-agua/>. Acesso em: 30 jan. 2025.

VELOSO, João. **Cartografia dos elementos climáticos necessários à geração de energia solar no Estado do Maranhão**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2022.