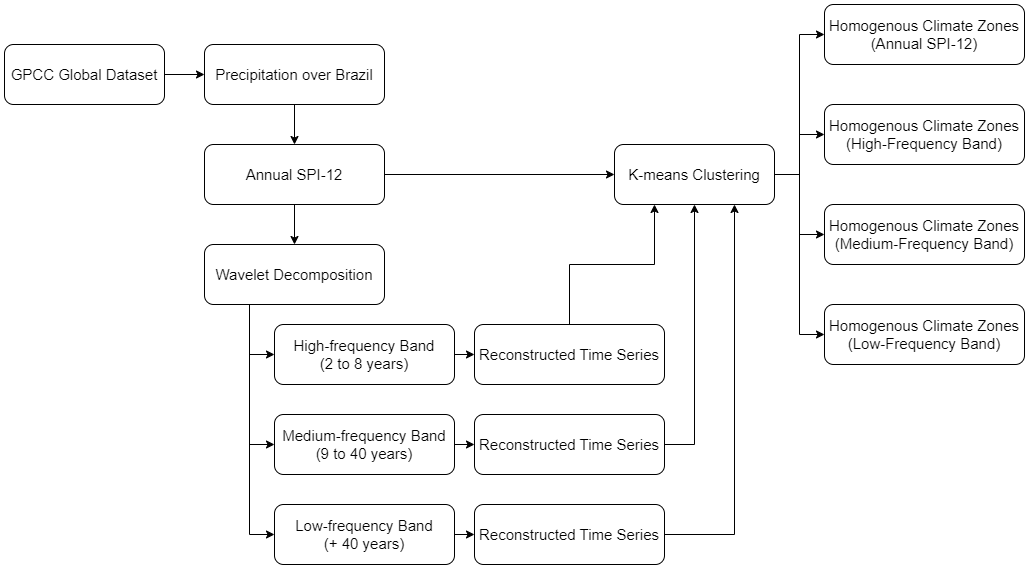
# introdução

# metodologia

A metodologia utilizada para determinação das zonas homogêneas de risco climático no Brasil considera técnicas de padronização das séries temporais de precipitação, através do *Standard Precipitation Index* (SPI)*,* Transformada em Ondeletas (T.O) para decomposição das bandas de alta, média e baixa frequência, reconstrução dessas bandas de frequência no domínio do tempo e a determinação dos agrupamentos para as séries de precipitação padronizada e para cada uma das séries temporais reconstruídas utilizando k-means. A Figura 1 apresenta um fluxograma esquemático que sintetiza os procedimentos supracitados.

Figure 1 –



## Área de Estudo

Falar um pouco sobre a variabilidade climática do Brasil. A área de estudo do presente trabalho é apresentada na Figura 1.

## Dados Utilizados

As informações de precipitação ao longo de todo o território brasileiro foram obtidas da versão 2022 do *grid* global de precipitações mensais sob a superfície terrestre fornecido pelo *Global Precipitation Climatology Center* (GPCC). Nessa versão, são disponibilizadas séries históricas de precipitação que abrangem o período entre os anos de 1891 e 2020 para diferentes resoluções de grade: 0.25°, 0.5°, 1.0° e 2.5°. Adotou-se uma resolução de grade de 1° no presente trabalho. (Schneider *et al.,* 2022).

Na versão de 2022, o grid de precipitações sobre a superfície terrestre é estimado com base em, aproximadamente, 86.000 estações nas mais diversas regiões do planeta, as quais apresentam pelo menos 10 anos de registros (Schneider *et al.,* 2022).

Para períodos mais antigos, onde não há registro de precipitação em algumas regiões, o GPCC atribui a precipitação climatológica da região em caso de ausência de dados, garantindo que não haja anomalias entre esse período preenchido e o restante da série temporal (Schneider *et al.*, 2018). Dessa forma, para evitar os períodos preenchidos com a climatologia da precipitação, optou-se por adotar as séries de precipitação a partir de 1951 até 2020.

A principal motivação para adoção dos dados fornecidos pelo GPCC para determinação da precipitação ao longo do território brasileiro reside na uniformidade, tanto espacial quanto temporal, da grade em que esses dados são disponibilizados. Além disso, vale destacar que as estações pluviométricas disponibilizadas no Hidroweb da Agência Nacional de Águas (ANA), em geral, apresentam descontinuidades no período observado e diferentes durações e períodos de observação.

De maneira adicional às justificativas supracitadas para utilização das informações de precipitação fornecidas pelo GPCC, vale ressaltar os estudos que avaliaram a performance dessas informações na representação da variabilidade climática, na estimativa de extremos climáticos, na modelagem hidrológica, dentre outras aplicações, tais como: Song *et al.* (2022), Tostes *et al.* (2017), Gomes *et al.* (2022), Kouakou *et al.* (2023), Dhungana *et al.* (2023), Santos *et al.* (2023). Em geral, esses estudos classificam essa informação como, no mínimo, satisfatória.

## Standard Precipitation Index

O índice *Standard Precipitation Index* (SPI) foi proposto inicialmente por McKee *et al.* (1993), objetivando uma ferramenta versátil para a análise de secas meteorológicas, visto que utiliza apenas dados de precipitação para sua determinação.

Como apresentado por McKee *et al.* (1993), esse índice pode ser determinado para uma variedade de escalas temporais na qual a precipitação mensal é agregada. Isso se apresenta como um ponto positivo, pois permite uma flexibilidade na avaliação dos efeitos dos déficits de precipitação em diferentes escalas nos recursos hídricos, por exemplo, escalas temporais curtas e longas acarretam impactos, respectivamente, na umidade do solo e na disponibilidade hídrica superficial.

O procedimento para determinação do SPI consiste na aproximação da série temporal de precipitação agregada em uma escala de n-meses a uma distribuição de probabilidade acumulada, geralmente do tipo Gamma, possibilitando a determinação da probabilidade de não excedência das precipitações agregadas em n-meses que compõem a série temporal supracitada. Essa probabilidade, então, dá origem ao SPI através da função inversa da distribuição normal padrão (Equação 1) (ROCHA *et al.*, 2019; GUENANG e KAMGA, 2014; MCKEE *et al.,* 1993).

Em que: é a precipitação agregada na escala adotada para o SPI; é a função Gamma, que retornar à probabilidade de não excedência do evento ; é a função inversa da distribuição normal padrão , a qual possui média igual a zero e desvio padrão unitário.

Por definição, o SPI representa a quantidade de desvios que um evento específico de precipitação acumulada em uma janela de n-meses, possui em relação à média de uma distribuição normal padronizada oriunda da série temporal de precipitação acumulada nessa mesma janela. De acordo com o valor do SPI, pode-se classificar o evento de seca em 7 categorias, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação dos valores do SPI e os limites de probabilidade correspondentes (Adaptado de BAZRAFSHAN et al., 2014).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Valor do SPI | Categoria | Limites de probabilidade |
|  | Extremamente úmido |  |
|  | Severamente úmido |  |
|  | Moderadamente úmido |  |
|  | Normal |  |
|  | Moderadamente seco |  |
|  | Severamente seco |  |
|  | Extremamente seco |  |

No presente trabalho, adotou-se o SPI para uma escala de 12 meses (SPI-12). A determinação supracitada do SPI retorna uma série mensal contínua desse índice, em outras palavras, as precipitações utilizadas para determinar o SPI-12 em dois meses consecutivos se diferenciam em apenas 1 dos 12 valores mensais acumulados. Dessa forma, assim como Estácio *et al*. (2021), optou-se pela utilização apenas do SPI do mês de dezembro para eliminação dessa dependência entre valores consecutivos, dando origem a uma série anual do SPI-12, determinado com a precipitação acumulada ao longo de cada um dos anos considerados.

Como apresentando na Figura 1, determinou-se a série anual do SPI-12 para cada um dos pontos de grade do GPCC contidos no território brasileiro.

## Wavelets

## K-means

# resultados

# Discussões

# conclusões

# referências