

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
Autorização Decreto nº 9237/86. DOU 18/07/96. Reconhecimento:
Portaria 909/95, DOU 01/08-95
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIAS E CIÊNCIAS SOCIAIS
CAMPUS III – JUAZEIRO



GABRIELA VIEIRA DE SÁ SANTOS

**ANÁLISE TEMPORAL E ESPACIAL DA TEMPERATURA DO AR
NA REGIÃO DO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO**

JUAZEIRO – BA

2021

GABRIELA VIEIRA DE SÁ SANTOS

**ANÁLISE TEMPORAL E ESPACIAL DA TEMPERATURA DO AR
NA REGIÃO DO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO**

Monografia apresentada a Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, UNEB/DTCS, campus III, Colegiado de Engenharia Agrônômica, como um dos pré-requisitos para a disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso – TCC.

Orientadora: Dra. Gertrudes M. de Oliveira.

JUAZEIRO – BA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
(Regivaldo José da Silva/CRB-5-1169)

S237a Santos, Gabriela Vieira de Sá

Análise temporal e espacial da temperatura do ar na região do Submédio do Vale do São Francisco / Gabriela Vieira de Sá Santos. Juazeiro-BA, 2021. 35 fls.: il.

Orientador(a): Prof^ª. Dr^ª. Gertrudes Macário de Oliveira.

Inclui Referências

TCC (Graduação - Engenharia Agrônoma) – Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais. Campus III. 2021.

1. Variação climática – Vale do São Francisco. 2. Teste Mann-Kendall – Vale do São Francisco. 3. Semiárido – Vale do São Francisco. I. Oliveira, Gertrudes Macário. II. Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais. III. Título.

CDD: 551.6

GABRIELA VIEIRA DE SÁ SANTOS

**ANÁLISE TEMPORAL E ESPACIAL DA TEMPERATURA DO AR
NA REGIÃO DO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO**

Monografia apresentada a Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, UNEB/DTCS, campus III, Colegiado de Engenharia Agrônômica, como um dos pré-requisitos para a disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso – TCC.

Aprovado em 16 / 12 / 2022

BANCA EXAMINADORA

Gertrudes Macário de Oliveira

Prof. Dra. Gertrudes Macário de Oliveira (Presidente/Orientador)

Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais – III

Thiago Francisco de Souza Carneiro Neto

Thiago Francisco de Souza Carneiro Neto (Primeiro examinador)

Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais – III

Glória Caroline Santos Barboza Martins

Glória Caroline Santos Barboza Martins (Segundo examinador)

Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais – III

JUAZEIRO – BA

2021

*À minha maior motivação, Maria Vieira de Sá,
minha avó. Por todo amor e valores passado a
mim, quando em vida.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus, que permitiu e deu forças, para concluir as etapas da minha vida.

À minha mãe, Mônica Maria, e a minha irmã, Andrezza Karoline, por todo o amor, exemplo, suporte, apoio, compreensão, incentivo e esforço, para que eu realizasse meus sonhos. À minha sobrinha, Maria Isis, pelo amor, carinho e momentos de alegria a mim proporcionados.

À minha família, em especial, a minha tia, Socorro, e meus padrinhos, Léa e Edmundo, pelo apoio e suporte, durante essa jornada.

À Professora Gertrudes Oliveira, pela exímia orientação, incetivos, paciência, e por ter confiado no meu trabalho, durante esse anos de pesquisa e graduação.

Ao Professor Carlos Henrique, pelos conselhos, direcionamento e experiências profissionais, fundamentais a minha formação.

Aos meus amigos da graduação, Camilla Silva, Diego Coutinho, Josemar Silva, Tiago Nunes e Daise Rocha, meus companheiros de jornada.

Ao grupo de pesquisa CEAG, pelo conhecimento e auxílio proporcionado durante a Iniciação Científica.

À Embrapa Semiárido, pela consessão dos dados climatológicos utilizados nesta pesquisa.

À Universidade do Estado da Bahia, pela estrutura e pelos professores e funcionários que compõe o DTCS III; em especial, a Maíra Freire, Dona Neuma e Zé Luiz, por todo o suporte prestado.

RESUMO

As condições climáticas e suas variações têm sido objeto de estudo, visando melhor entendimento das mudanças que têm ocorrido no nosso ambiente. As variações climáticas que ocorrem no ambiente, independente da sua origem, causam diversos impactos; e, especificamente na agricultura, podem trazer sérios prejuízos, colocando em risco, a capacidade de produção. Entre as variáveis meteorológicas, a temperatura do ar, segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), vem sofrendo alterações nos últimos anos, com previsão futura de aumento, em função da ação antrópica. Considerando que a temperatura do ar atua diretamente em diversos organismos e processos essenciais, como o metabolismo das plantas, objetivou-se no presente estudo, fazer uma análise temporal e espacial da temperatura do ar na região do Submédio da Vale do São Francisco. Para tanto, foram utilizados dados das estações meteorológicas de Bebedouro/Petrolina e de Mandacaru/Juazeiro, referente ao período de 1975 a 2014. Para análise estatística da variabilidade climática da temperatura média, dentro da série temporal escolhida, foram aplicados cálculos de média aritmética, de desvio padrão, coeficiente de variação e da amplitude térmica. Para a análise de tendência, foi aplicado os testes não-paramétricos de Mann-Kendall e Curvatura de Sen. Os resultados indicaram que a variabilidade anual da temperatura mensal e anual é baixa para as cidades de Petrolina e Juazeiro. Quanto às tendências, apenas Juazeiro apresentou tendência negativa e significativa para o período de estudo.

Palavras-chave: Séries históricas; variação climática; Mann-Kendall; semiárido.

ABSTRACT

As the climatic conditions and their variations have been the object of study, a better understanding of the changes that have taken place in our environment. Climatic variations that occur in the environment, regardless of their origin, cause different impacts; and, specifically in agriculture, they can cause serious damage, putting production capacity at risk. Among the meteorological variables, the air temperature, according to the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), has been undergoing changes in recent years, with a future forecast of increase, due to anthropic action. Considering that the air temperature acts directly on several essential organisms and processes, such as the metabolism of plants, the aim of this study was to make a temporal and spatial analysis of the air temperature in the Sub-middle region of Vale do São Francisco. For this purpose, data from the meteorological stations of Bebedouro/Petrolina and Mandacaru/Juazeiro, referring to the period 1975 to 2014 were used. For statistical analysis of the climate variability of the average temperature, within the chosen time series, arithmetic mean calculations were applied, standard deviation, coefficient of variation and thermal amplitude. For trend analysis, the non-parametric Mann-Kendall and Sen Curvature tests were applied. The results indicated that the annual variability of the monthly and annual temperature is low for the cities of Petrolina and Juazeiro. As for trends, only Juazeiro showed a negative and significant trend for the study period.

Keywords: Historical series; climate variation; Mann-Kendall; semiarid.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Mapa da localização de estudo, Juazeiro – BA (A) e Petrolina – PE (B) | 16 |
| Figura 2 – Temperatura média anual nos municípios de Juazeiro – BA (A) e Petrolina – PE (B) para os anos de 1975 a 2014 | 22 |
| Figura 3 – Tendência para a temperatura média anual no município de Juazeiro-BA, para os anos de 1975-2014 | 24 |
| Figura 4 – Tendência para a temperatura média, para o mês de Junho no município de Juazeiro-BA, para os anos de 1975-2014 | 24 |
| Figura 5 – Tendência para a temperatura média, para o mês de Julho no município de Juazeiro-BA, para os anos de 1975-2014 | 25 |
| Figura 6 – Tendência para a temperatura média, para o mês de Agosto no município de Juazeiro-BA, para os anos de 1975-2014 | 25 |
| Figura 7 – Tendência para a temperatura média, para o mês de Setembro no município de Juazeiro-BA, para os anos de 1975-2014 | 26 |
| Figura 8 – Tendência para a temperatura média, para o mês de Outubro no município de Juazeiro-BA, para os anos de 1975-2014 | 26 |
| Figura 9 – Tendência para a temperatura média, para o mês de Novembro no município de Juazeiro-BA, para os anos de 1975-2014 | 27 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Valores médios anuais da temperatura do ar para os municípios de Petrolina-PE e Juazeiro-BA. Período: 1975-2014 | 20 |
| Tabela 2 – Valores médios mensais de temperatura do ar: mínima (Tmin), máxima (Tmax) e média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) e temperatura média anual para os municípios de Petrolina-PE e Juazeiro-BA. Período: 1975-2014 | 21 |
| Tabela 3 – Resultados das análises de tendência da temperatura média do ar mensal e anual para Petrolina-PE e Juazeiro-BA. Período: 1975-2014 | 23 |

SUMÁRIO

| | | |
|------|---|----|
| 1. | INTRODUÇÃO | 12 |
| 2. | REVISÃO DE LITERATURA..... | 13 |
| 2.1. | Mudanças climáticas | 13 |
| 2.2. | Temperatura do ar na agricultura..... | 14 |
| 3. | MATERIAIS E MÉTODOS | 16 |
| 3.1. | Área de estudo | 16 |
| 3.2. | Dados Meteorológicos | 16 |
| 3.3. | Testes estatísticos..... | 17 |
| 4. | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 19 |
| 4.1. | Análise da variabilidade da temperatura..... | 19 |
| 4.2. | Análises de tendências para a temperatura do ar | 23 |
| 5. | CONCLUSÕES | 28 |
| 6. | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 29 |
| | ANEXOS..... | 34 |

1. INTRODUÇÃO

As condições climáticas e suas inúmeras oscilações, são fontes de pesquisas para sua quantificação, possibilitando um monitoramento mais preciso das condições ambientais (Dourado et al., 2013). A variação climática ocorre de acordo com a dinâmica terrestre, combinando as escalas espaciais e temporais dos acontecimentos meteorológicos (Silva et al., 2018).

De acordo com Brito e Cicerelli (2015), compreender a variação espacial da temperatura do ar é essencial para estudar e caracterizar o clima de certa região, estimar os riscos climáticos para atividades agrícolas e florestais, caracterizar eventos climáticos, analisar distribuição de espécies vegetais nativas e estimar a radiação global. O conhecimento da distribuição espacial da temperatura, também são fundamentais na análise dos impactos das mudanças climáticas.

Uma das formas de verificar as relações climáticas é a análise de tendências, que permite visualizar as modificações de comportamento do clima e determinar quais variáveis foram alteradas e em quais regiões aconteceram ao longo do tempo (Salviano et al., 2016); sejam elas de forma natural ou por ação antrópica, reduzem a qualidade do ambiente e causam diversos impactos (Jardim e Moura, 2018). Dada a sua interferência em atividades de cunho econômico, como a agricultura, pecuária, turismo, abastecimento e a geração de energia elétrica, a climatologia tem direcionado seu estudo para as séries temporais climáticas (Junqueira et al., 2020).

Dentre as variáveis meteorológicas, a temperatura do ar atua diretamente sobre mecanismos essenciais nas plantas, tais como: fotossíntese, respiração e transpiração, exercendo papel direto no crescimento vegetal e nos estádios das culturas, sendo um dos elementos climáticos mais relacionado à agricultura; seu conhecimento auxilia na tomada de decisões no planejamento agrícola (Medeiros et al., 2018).

Dada a importância da temperatura do ar e seu estudo, para as atividades econômicas, principalmente àquelas relacionadas à agricultura, o presente trabalho teve o objetivo de analisar a variação temporal e espacial da temperatura do ar na região do Submédio da Vale do São Francisco.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Mudanças climáticas

A preocupação sobre as mudanças climáticas cresce em toda comunidade, principalmente sobre as consequências e as suas possíveis causas. Sendo essa problemática muito debatida e estudada, a fim de apontar suas causas e efeitos. Para o entendimento dos fenômenos atmosféricos e de suas oscilações, padrões e ciclos, que oferecem aos climas suas principais características no espaço-temporal, se faz necessário o entendimento da sua origem (Ferrari, 2012).

Por volta do século XX foram percebidas as primeiras mudanças climáticas, através dos dados meteorológicos de inúmeras estações e satélites. A partir da década de 90, o corpo científico preocupou-se com o aumento das temperaturas em níveis globais e consequências explícitas, como o derretimento das calotas polares (Diesel, 2018).

As mudanças climáticas são definidas por transformações no estado do clima, que permanecem durante um longo intervalo de tempo. Essas mudanças podem ocorrer a partir de processos naturais, como erupções vulcânicas, ou por ações antrópicas, que interfiram na atmosfera ou no uso do solo (Piazza et al., 2016).

Relatórios recentes do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), apresentam evidências crescentes de aumento das temperaturas médias no planeta, alteração dos padrões de chuvas, aumento da frequência de eventos climáticos extremos e outros fenômenos meteorológicos e climáticos (IPCC, 2014). Conforme Salviano et al. (2016), o Brasil vem passando por mudanças significativas, com ênfase para a temperatura média, onde o prosseguimento dessas tendências poderá causar alterações no setor agrícola.

Segundo Schembergue et al. (2017), o setor agropecuário já sente os efeitos negativos causados pelas mudanças climáticas em diversas regiões do globo. A diminuição da produtividade agrícola em algumas culturas e em diferentes regiões é preocupante, devido às expectativas com o crescimento populacional. Isso, devido o setor agrícola ser altamente dependente das condições ambientais, especialmente da temperatura e precipitação, tornando-se um dos mais vulneráveis às mudanças nos padrões climáticos (Santos et al., 2022).

Em decorrência das mudanças climáticas, o aumento na temperatura na atmosfera da terra está levando à mudanças na distribuição e frequência das chuvas, secas e inundações. Assim como, pesquisadores verificaram que a temperatura média anual e a precipitação, aumentaram e diminuíram, respectivamente (Amjath-Babu et al., 2016).

Para a região Nordeste, especificamente, para regiões dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, Salvador e Brito (2017) observaram que as regiões passam por um processo de aquecimento significativo durante as últimas décadas, principalmente o aumento na frequência de dias quentes.

A mudança climática pode ter impactos positivos ou negativos, no entanto os efeitos adversos das mudanças climáticas são os mais considerados, e que trazem mais preocupações a todo o globo. Visto que, a mudança climática causa tensões ambientais, sociais, econômicas e políticas à escalas globais; muitas espécies de animais e plantas foram extintas, milhares de vidas humanas foram perdidas devido à onda de calor, seca, inundações e outros fenômenos climáticos; o declínio do crescimento econômico em nível local, regional e nacional, que afeta milhões de pessoas no mundo; além das mudanças em ecossistema e biodiversidade (Ghebregabher et al., 2016).

2.2. Temperatura do ar na agricultura

As medidas da temperatura do ar são efetuadas à superfície atmosférica e expressas em termos de valores médios, máximos e mínimos. Esse elemento meteorológico é influenciado por variações espaciais e temporais, e condicionado ao ambiente, sendo muito importante para estudos geográficos (Montanher e Minaki, 2018; Medeiros et al., 2021).

A agricultura é uma das áreas que está diretamente ligada à fatores climáticos, como temperatura, umidade relativa do ar e precipitação, por isso, beneficia o desenvolvimento econômico da região de estudo. Em função do estudo desses fatores que se permitiu entender, como eles contribuem para a agricultura local, e verificar novas opções agrícolas para a região (Versyple et al., 2015). A dependência da agricultura com as condições climáticas, coloca a área da ciência, agrometeorologia, a serviço da mesma; buscando atender as demandas climáticas do setor e assim diminuir os riscos climáticos associados a agricultura, atenuando riscos econômicos e buscando os controles adequados (Radin e Matzeneuer, 2016).

Na agropecuária a temperatura é decisiva, para a escolha da cultura, disseminação e desenvolvimento de doenças fúngicas ou virais, além de ser importante para o conforto térmico animal e vegetal, sendo essencial ao zoneamento agroclimático (Medeiros e Cavalcanti, 2020). Os processos metabólicos das espécies vegetais tem influência das variáveis climáticas, principalmente, da temperatura do ar devido a sua atuação direta sobre os processos físicos e fisiológicos referente a produção de fotoassimilados e o crescimento vegetal, dessa forma, influencia diretamente na produtividade do setor agroflorestal (Oliveira-Júnior et al., 2015).

Além da evidente importância da temperatura para a agropecuária, Lopes et al. (2017) relatam também que, a temperatura das variáveis meteorológicas necessárias para o cálculo de balanço hídrico, possui destaque, pois apresenta uma continuidade no quantitativo de distância que facilita a interpolação e estimativa em dados de temperatura. Facilitando assim, o manejo de irrigação em locais que não possuem disposição de estações meteorológicas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

A área de estudo abrange as cidades de Juazeiro e Petrolina, pertencentes aos estados da Bahia e Pernambuco, respectivamente, situadas na região do Submédio da bacia hidrográfica do Rio São Francisco; essas cidades juntas formam o maior centro urbano do Semiárido brasileiro (Junqueira et al., 2020).

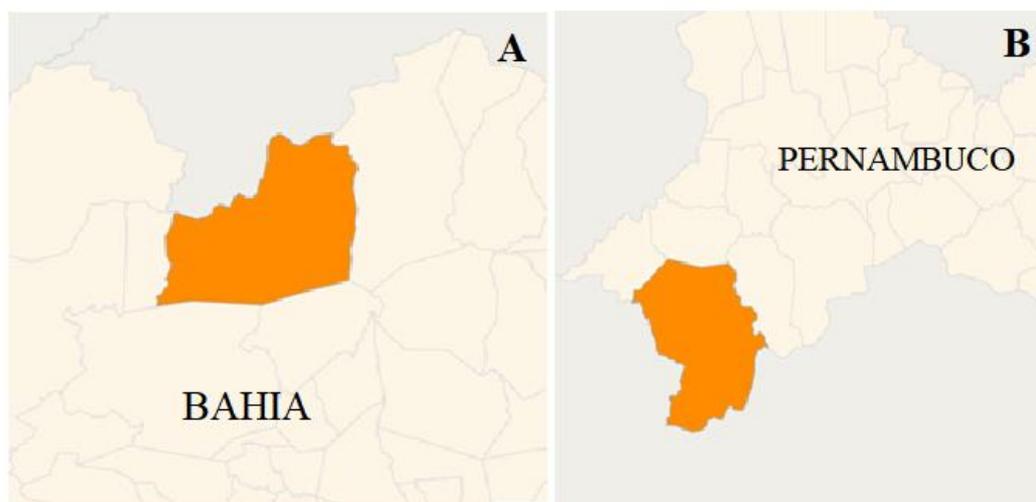


Figura 1. Mapa da localização de estudo, Juazeiro – BA (A) e Petrolina – PE (B). IBGE, 2021.

A cidade de Juazeiro, BA (Lat. 9° 24' 50" S; Long. 40° 30' 10" W; Alt. 368 m) é a quinta cidade mais populosa do estado da Bahia, com aproximadamente 219 mil habitantes. Já a cidade de Petrolina, PE (Lat. 9° 23' 39" S; Long. 40° 30' 35" W; Alt. 376 m), conta com mais de 359 mil habitantes, e ocupa a sexta posição no ranking de população no estado de Pernambuco (IBGE, 2021).

O clima da região é do tipo Bsw^h, semiárido, segundo a classificação de Köppen, caracterizado por escassez e irregularidade das precipitações, com chuvas no verão e elevada evaporação em consequência das altas temperaturas; com precipitação anual de 498,8 mm (Alcantâra et al., 2012).

3.2. Dados Meteorológicos

Neste estudo, foram utilizados dados mensais e anuais da temperatura média do

ar das estações meteorológicas da Embrapa Semiárido, de Bebedouro (Lat. 09° 09' 00" S, Long. 40° 22' 00" W) em Petrolina – PE, e de Mandacaru (Lat. 9°24'00"S, Long. 40° 26' 00" W) em Juazeiro – BA, referente ao período de 1975 a 2014. A estação meteorológica de Bebedouro, fica a cerca de 30 km do perímetro urbano, já a unidade meteorológica de Mandacaru, fica a apenas 8,5 km de distância do perímetro urbano de Juazeiro – BA.

Os dados foram organizados em planilha eletrônica, onde foram sistematizados e analisados. Para a indentificação de tendências temporais, utilizou-se os teste não-paramétricos de Mann-Kendell e a Curvatura de Sen. Para aplicação dos testes, com nível de significância a 5%, foi utilizadoo software estatístico XLSTAT versão 2021.4, cuja interface é integrada ao Microsoft Excel.

3.3. Testes estatísticos

Para a probabilidade e estatística, o desvio padrão é a medida mais utilizada para a dispersão estatística de um conjunto de dados. É uma medida de dispersão dos valores de uma distribuição normal em relação à sua média. O desvio padrão se define como a raiz quadrada da variância, fornecendo uma medida de dispersão que seja um número não-negativo e que utiliza a mesma unidade de medida dos dados fornecidos (FERRARI, 2012).

Se uma variável aleatória x toma valores x_1, \dots, x_n , então o desvio padrão para essa amostra de n números pode ser calculada da seguinte forma (1), a partir da média aritmética.

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

O teste de Mann-Kendall (Mann, 1945; Kendall, 1975), conforme Sneyers (1975), consiste em um método não paramétrico utilizado para analisar tendências de séries temporais, permitindo detectar e localizar, de forma aproximada, se uma série de dados possui tendência positiva ou negativa, além de fornecer o nível de significância de determinada tendência (Goossens e Berger, 1986; Piazza et al., 2016).

Além disso, é um método que não necessita de distribuição normal dos dados e é

pouco influenciado por mudanças abruptas ou séries não homogêneas, exigindo assim que os dados sejam independentes e aleatórios (Salviano et al., 2016).

Segundo Piazza et al. (2016), a hipótese nula (H_0) do teste de Mann-Kendall é de que a sequência de valores ocorre de forma independente e a distribuição de probabilidade é sempre a mesma (série aleatória simples). Para H_0 , a estatística do teste é dada pela Eq. (2) e (3).

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sign}(x_j - x_k) \quad (2)$$

onde $\text{sign}(x) = [1, \text{ se } x > 0; 0, \text{ se } x = 0; \text{ e } -1, \text{ se } x < 0]$, n é o número de observações, x_k corresponde a todos os valores da série e x_j é em relação aos valores que a eles são futuros, considerando o caso em que a série pode ter grupos com observações iguais. S é normalmente distribuída, ou seja, $S \sim N(\mu, \sigma^2)$ com $\mu = 0$.

$$\sigma^2 = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{j=1}^P t_j(t_j-1)(2t_j+5)}{18} \quad (3)$$

onde P é o número de grupos com observações iguais; t_j é o número de observações iguais no grupo j .

Quando o número de observações é superior a 30, a estatística do teste pode ser calculada por $Z = [(S - 1)/\sigma, \text{ se } S > 0; 0, \text{ se } S = 0; \text{ e } (S+1)/\sigma, \text{ se } S < 0]$.

O método de Curvatura de Sen (Sen, 1968) consiste em uma estatística não-paramétrica, que possibilita identificar se houve, ou não, mudança de tendência e a magnitude da mesma na série. Nesse método a estimativa da inclinação que indica uma possível tendência é obtida pelo cálculo dos pares de valores da série x_1, x_2, \dots, x_n com a aplicação da equação (4).

$$Q_i = \frac{X_j - X_k}{j - k} \quad (4)$$

onde, Q_i é o valor estimado da inclinação de Sen, ou seja, o acréscimo ou decréscimo em função do tempo, que é dado pela expressão $f(t) = Q_i t + B$, onde B é uma constante (Gomes-Júnior e Ely, 2021).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise da variabilidade da temperatura

Em termos de valores médios anuais da temperatura do ar, a média mais elevada foi registrada no ano de 1983, com Petrolina apresentando 28,3 °C e Juazeiro 28,5 °C. Por outro lado, a menor média foi observada no ano de 1985, 24,8 °C e 25,3 °C para Petrolina e Juazeiro, respectivamente (Tabela 1). Temperaturas mais amenas observadas no ano de 1985 certamente estão associadas a ocorrência de precipitação nesse ano; na estação de Bebedouro em Petrolina choveu 1.023,5 mm, e na estação de Mandacaru em Juazeiro, 997,8 mm, distribuídos ao longo do ano. Segundo França et al. (2017), o ano de 1985 foi considerado um ano extremo de máxima precipitação na região de estudo.

Sabe-se que numa superfície vegetada úmida, a maior parte da energia disponível à superfície é utilizada no processo evapotranspirativo, ou seja, fluxo de calor latente (LE), com conseqüente redução do fluxo de calor sensível (H), diminuindo portanto, a temperatura do ar (PEREIRA et al., 2002). Segundo Gomes et al. (2017), acredita-se que as quedas térmicas presentes em anos chuvosos, a exemplo do que ocorreu no ano de 1985, se dão devido a capacidade da água esfriar a superfície terrestre e transferir o calor de volta para a atmosfera rapidamente.

Os valores encontrados para as temperatura médias anuais de Petrolina e Juazeiro (Tabela 1) corroboram com àqueles apresentados por Silva et al. (2015); esses autores afirmam que para região Semiárida as temperaturas médias anuais variam entre 24,37 °C (mínima) a 27,06 °C (máxima).

Tabela 1 – Valores médios anuais da temperatura do ar para os municípios de Petrolina-PE e Juazeiro-BA. Período: 1975-2014.

| ANO | BEBEDOIRO | MANDACARU |
|------------|------------------|------------------|
| 1975 | 25,4 | 26,8 |
| 1976 | 25,5 | 27,4 |
| 1977 | 25,1 | 27,2 |
| 1978 | 25,3 | 26,5 |
| 1979 | 27,3 | 27,3 |
| 1980 | 27,5 | 27,3 |
| 1981 | 27,4 | 27,4 |
| 1982 | 27,7 | 27,9 |
| 1983 | 28,3 | 28,5 |
| 1984 | 26,4 | 27,2 |
| 1985 | 24,8 | 25,3 |
| 1986 | 25,7 | 26,1 |
| 1987 | 26,8 | 26,9 |
| 1988 | 25,4 | 26,1 |
| 1989 | 25,7 | 26,5 |
| 1990 | 25,9 | 27,3 |
| 1991 | 25,8 | 26,9 |
| 1992 | 25,6 | 26,2 |
| 1993 | 26,5 | 27,0 |
| 1994 | 26,5 | 26,7 |
| 1995 | 25,8 | 26,6 |
| 1996 | 25,9 | 26,5 |
| 1997 | 25,6 | 25,7 |
| 1998 | 27,3 | 27,3 |
| 1999 | 25,9 | 26,1 |
| 2000 | 25,1 | 25,7 |
| 2001 | 25,8 | 26,4 |
| 2002 | 25,7 | 26,8 |
| 2003 | 25,8 | 27,0 |
| 2004 | 25,2 | 26,3 |
| 2005 | 25,2 | 26,1 |
| 2006 | 25,4 | 26,2 |
| 2007 | 26,4 | 26,8 |
| 2008 | 26,1 | 25,9 |
| 2009 | 26,0 | 25,9 |
| 2010 | 26,3 | 26,0 |
| 2011 | 25,9 | 25,6 |
| 2012 | 26,6 | 26,1 |
| 2013 | 27,1 | 26,7 |
| 2014 | 26,4 | 26,2 |

A média anual de temperatura, considerando a série temporal de dados (1975-2014) foi de 26,1 °C para Petrolina e de 26,6 °C para Juazeiro (Tabela 2). Quanto aos valores médios mensais, o último trimestre do ano representa o período de temperaturas mais elevadas na região, com novembro se destacando como o mês mais quente: Juazeiro apresentando média de 28,4 °C e máxima de 30,5 °C e Petrolina, média de 27,8 °C e máxima de 30,5 °C. Por outro lado, junho, julho e agosto são os meses do ano com temperaturas mais amenas, sendo julho o mês mais frio, com temperatura média de 23,9 °C e máxima de 26,3 °C para Petrolina e para Juazeiro, média de 24,2 °C e máxima de 26,6 °C.

Tabela 2 – Valores médios mensais de temperatura do ar: mínima (Tmin), máxima (Tmax) e média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) e temperatura média anual para os municípios de Petrolina-PE e Juazeiro-BA. Período: 1975-2014.

| Variável | PETROLINA | | | | | JUAZEIRO | | | | |
|----------|-----------|-----------|------------|-----|------|-----------|-----------|------------|-----|------|
| | Tmin (°C) | Tmax (°C) | Média (°C) | DP | CV% | Tmin (°C) | Tmax (°C) | Média (°C) | DP | CV% |
| JAN | 24,6 | 29,5 | 26,9 | 1,1 | 4,26 | 25,6 | 29,8 | 27,4 | 1,0 | 3,55 |
| FEV | 24,4 | 30,5 | 26,7 | 1,4 | 5,13 | 25,4 | 30,9 | 27,3 | 1,2 | 4,25 |
| MAR | 23,4 | 29,2 | 26,4 | 1,2 | 4,61 | 25,1 | 29,4 | 27,1 | 1,1 | 3,98 |
| ABR | 23,9 | 28,8 | 26,1 | 1,1 | 4,23 | 24,9 | 29,1 | 26,8 | 1,0 | 3,69 |
| MAI | 22,8 | 28,3 | 25,3 | 1,2 | 4,76 | 23,6 | 29,0 | 25,9 | 1,1 | 4,05 |
| JUN | 22,1 | 27,1 | 24,3 | 1,1 | 4,42 | 23,3 | 26,7 | 24,7 | 0,8 | 3,29 |
| JUL | 22,2 | 26,3 | 23,9 | 1,0 | 4,06 | 22,9 | 26,6 | 24,2 | 0,9 | 3,60 |
| AGO | 23,2 | 26,6 | 24,6 | 0,9 | 3,77 | 23,4 | 27,0 | 25,0 | 0,9 | 3,72 |
| SET | 24,6 | 28,8 | 26,3 | 0,9 | 3,59 | 25,0 | 28,9 | 26,7 | 1,0 | 3,69 |
| OUT | 25,5 | 29,8 | 27,5 | 1,0 | 3,47 | 25,2 | 29,7 | 27,9 | 0,9 | 3,39 |
| NOV | 25,8 | 30,5 | 27,8 | 1,1 | 3,80 | 26,2 | 30,5 | 28,4 | 1,0 | 3,41 |
| DEZ | 24,5 | 29,9 | 27,3 | 1,3 | 4,92 | 24,9 | 30,0 | 27,8 | 1,3 | 4,56 |
| ANUAL | 24,8 | 28,3 | 26,1 | 0,8 | 3,07 | 25,3 | 28,5 | 26,6 | 0,7 | 2,52 |

De acordo com Ribeiro et al. (2014), os menores valores médios mensais de temperatura ocorrem no inverno (junho a agosto), devido a pouca nebulosidade do período, que favorece a perda de energia por radiação para o espaço. Por outro lado, os maiores valores médios mensais são verificados de outubro a dezembro, final da primavera e início do verão, em virtude do aumento da umidade do ar, que absorve a radiação de ondas longas emitida pela superfície. É oportuno mencionar que a estação chuvosa na região tem início em novembro (primevara) podendo se estende até abril

(outono), conseqüentemente, nesse período, observa-se maior concentração de vapor d'água na atmosfera e, sabe-se que o vapor d'água é um dos gases do efeito estufa natural da superfície terrestre.

Em termos do coeficiente de variação, observa-se na Tabela 2 que em Petrolina a maior variação foi observada no mês de fevereiro (5,13%), enquanto para Juazeiro, foi observada em dezembro (4,56%), caracterizando nesses a maior variabilidade da temperatura média do ar para a série. Conforme pode ser verificado na mesma tabela, o desvio padrão nos referidos meses foram, respectivamente, 1,4 °C e 1,3 °C. Por outro lado, o menor coeficiente de variação foi observado em outubro (3,47%) para Petrolina e para Juazeiro, em junho (3,29%).

Ainda com base nos dados apresentados na Tabela 2, verifica-se que a amplitude térmica anual para Petrolina foi de 3,5 °C e para Juazeiro, 3,2 °C. Em termos de amplitude térmica mensal, o mês que apresentou maior amplitude foi fevereiro, com 6,1 °C para Petrolina e 5,5 °C para Juazeiro.

Para as duas cidades em estudo, comparando os dados de temperatura média anual com a média de toda a série, verifica-se que na maioria dos anos, os valores da temperatura anual ficaram abaixo da média (Figura 2); porém, no ano de 1983 (ano mais quente do período estudado), a temperatura média anual foi superior a média da série em 1,9 °C para Juazeiro, BA e 2,2 °C em Petrolina, PE.

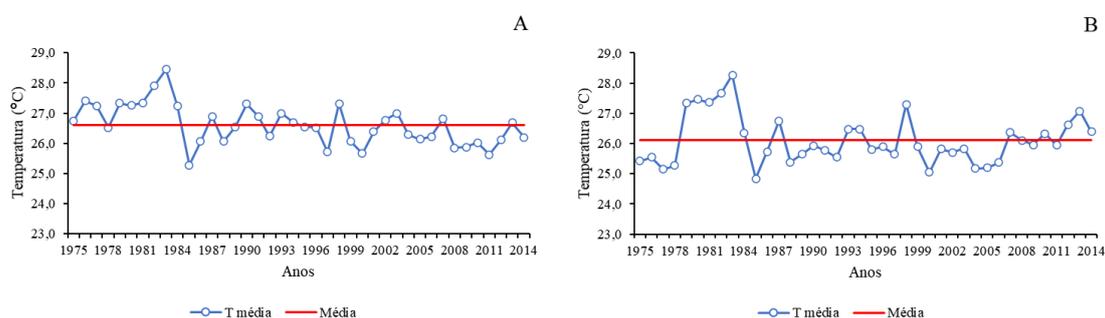


Figura 2 – Comportamento da temperatura média anual para Juazeiro – BA (A) e Petrolina – PE (B). Período:1975 a 2014.

4.2. Análises de tendências para a temperatura do ar

A aplicação do teste não paramétrico de Mann-Kendall para os dados de temperatura média do ar em Petrolina-PE e Juazeiro-BA, correspondente ao período de 1975-2014, revelou apenas para Juazeiro (Tabela 3) tendência significativa anual e mensal, para os meses de junho, julho, agosto, setembro, outubro e novembro. Para todas as variáveis significantes a tendência foi negativa (ou decrescente) a $p < 0,05$.

Tabela 3 – Resultados das análises de tendência da temperatura média do ar mensal e anual para Petrolina-PE e Juazeiro-BA. Período: 1975-2014.

| Variável | PETROLINA | | | | JUAZEIRO | | | |
|----------|----------------|---------|-----------|-----|----------------|---------|-----------|--------|
| | Tau de Kendall | p-valor | Tendência | Sen | Tau de Kendall | p-valor | Tendência | Sen |
| JAN | 0,101 | 0,369 | NS | - | 0,006 | 0,963 | NS | - |
| FEV | 0,096 | 0,365 | NS | - | -0,057 | 0,616 | NS | - |
| MAR | 0,088 | 0,434 | NS | - | -0,069 | 0,544 | NS | - |
| ABR | 0,056 | 0,624 | NS | - | -0,141 | 0,212 | NS | - |
| MAI | -0,075 | 0,506 | NS | - | -0,203 | 0,070 | NS | - |
| JUN | -0,007 | 0,963 | NS | - | -0,341 | 0,002 | -S | -0,036 |
| JUL | -0,022 | 0,852 | NS | - | -0,368 | 0,001 | -S | -0,040 |
| AGO | -0,017 | 0,889 | NS | - | -0,467 | <0,0001 | -S | -0,050 |
| SET | -0,035 | 0,761 | NS | - | -0,410 | 0,000 | -S | -0,051 |
| OUT | -0,065 | 0,567 | NS | - | -0,417 | 0,000 | -S | -0,050 |
| NOV | -0,109 | 0,333 | NS | - | -0,321 | 0,004 | -S | -0,040 |
| DEZ | -0,091 | 0,420 | NS | - | -0,214 | 0,054 | NS | - |
| ANUAL | 0,065 | 0,560 | NS | - | -0,383 | 0,001 | -S | -0,032 |

NS – tendência não significativa; +S – tendência significativa positiva; -S – tendência significativa negativa. *Teste à 5% de probabilidade.

Salviano et al. (2016) e Penereiro e Meschiatti (2018), estudando as tendências para a temperatura média do Brasil ao longo do ano, observaram que em sua maioria, as áreas apresentaram tendências positivas. No entanto, algumas regiões, como o norte da Caatinga e a região Nordeste, em geral, tendem apresentar tendências mais negativas em alguns meses ou períodos do ano, fato observado no presente trabalho.

A temperatura média anual para Juazeiro apresentou uma tendência de diminuição na temperatura do ar a uma taxa anual de $0,032\text{ }^{\circ}\text{C}$. Conforme pode ser observado na Figura 3, em 1983 foi registrado o maior valor da temperatura média do ar (ano mais quente); em contrapartida, 1985 foi o ano mais frio, tendo, portanto, uma diferença de $3,2^{\circ}\text{C}$ entre as temperaturas médias desses anos. Observando a Figura 3, a linha de tendência aponta para um decréscimo de $1,28\text{ }^{\circ}\text{C}$ na temperatura média anual durante o período de quarenta anos de observação.

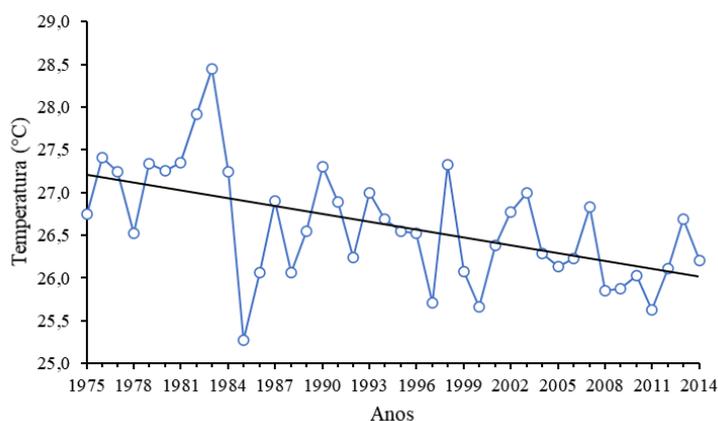


Figura 3 - Tendência para a temperatura média anual no município de Juazeiro-BA. Período:1975-2014.

Considerando a tendência mensal, observa-se no mês de junho, uma tendência na redução de temperatura (Figura 4), numa razão de $0,036\text{ }^{\circ}\text{C}$ ao ano, resultando numa redução de $1,44\text{ }^{\circ}\text{C}$ ao longo da série; a amplitude para o mês foi de $3,4^{\circ}\text{C}$, e $23,3^{\circ}\text{C}$ a menor média.

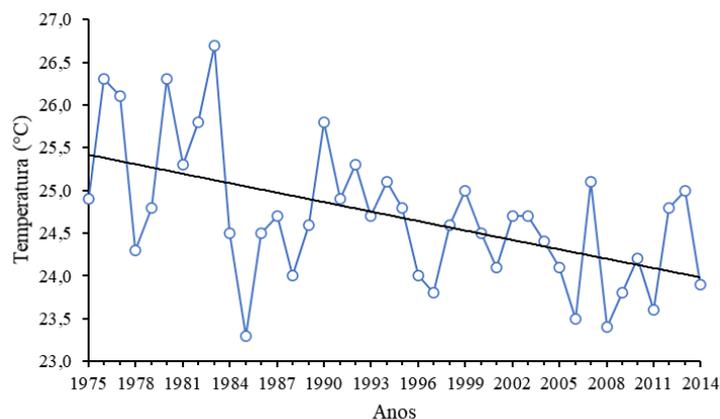


Figura 4 – Tendência para a temperatura média, para o mês de junho no município de Juazeiro-BA. Período: 1975-2014.

Para o mês de julho (Figura 5), o mais frio da série histórica, verificou-se uma redução de 1,6 °C na temperatura média do ar.

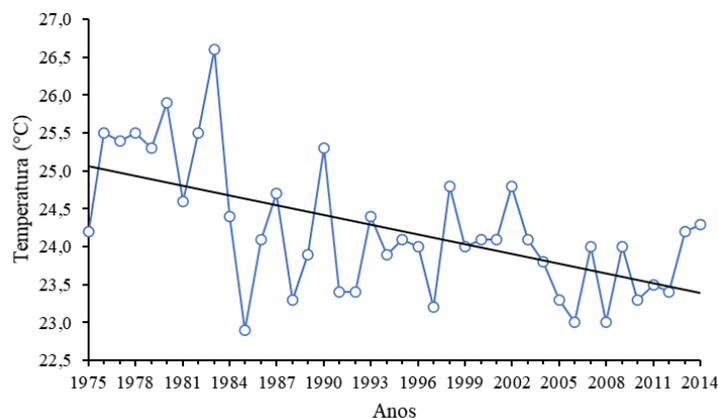


Figura 5 – Tendência para a temperatura média, para o mês de Julho no município de Juazeiro-BA. Período: 1975-2014.

Observando a Figura 6, percebe-se um decréscimo na temperatura média para o mês de agosto. A menor temperatura foi de 23,4 °C observada no ano de 1999 e a maior, 27 °C, em 1983, tendo, portanto, uma diferença de 3,6 °C. A reta de tendência aponta para uma redução de 2 °C nos valores de temperatura média durante os quarenta anos estudados.

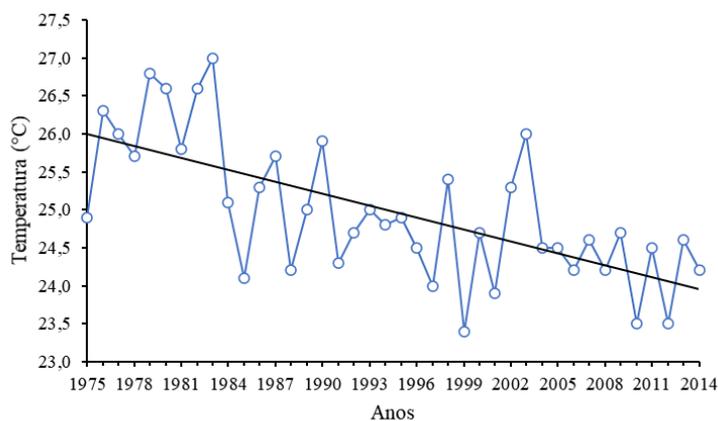


Figura 6 – Tendência para a temperatura média, para o mês de agosto no município de Juazeiro-BA. Período: 1975-2014.

A tendência expressa para o mês de setembro (Figura 7), evidencia o maior decréscimo nos valores da temperatura média à taxa de 0,051°C ao ano, totalizando 2,04 °C para toda a série, indicando tendência significativa para redução. Em 2011 foi

registrado a menor média de temperatura, 25 °C, e a maior, em 1983, 28,9°C.

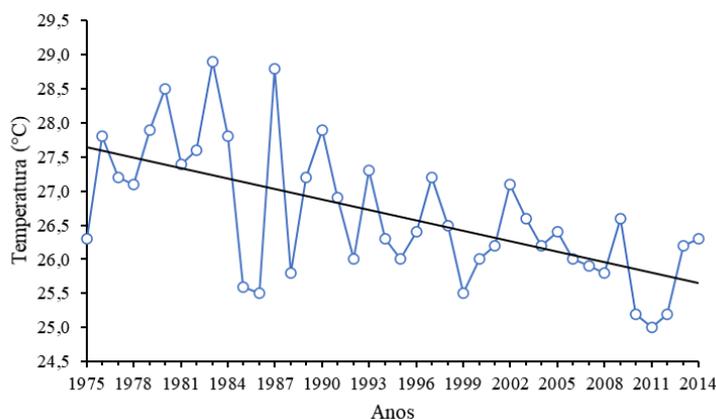


Figura 7 – Tendência para a temperatura média, para o mês de setembro no município de Juazeiro-BA. Período: 1975-2014.

Tendência de diminuição na temperatura média também é verificada para o mês de outubro (Figura 8), a razão de 0,050 °C ao ano.

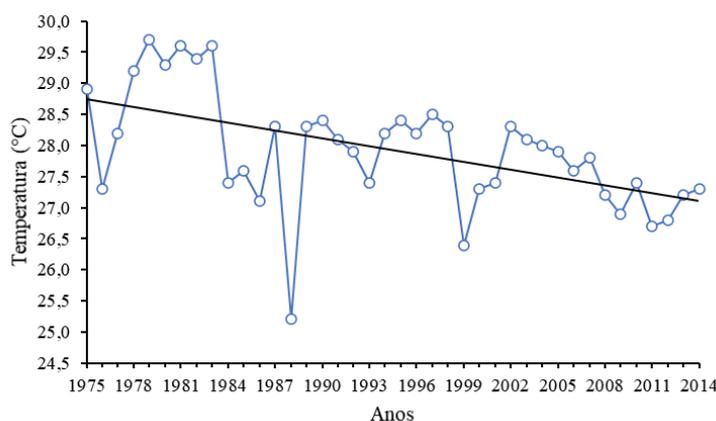


Figura 8 – Tendência para a temperatura média, para o mês de Outubro no município de Juazeiro-BA. Período: 1975-2014.

Na Figura 9 observa-se para o mês de novembro, que a temperatura média do ar aponta para uma tendência negativa, na razão de 0,040 °C ao ano, contabilizando 1,6 °C ao longo da série histórica. Durante esse período, a maior temperatura 30,5°C ocorreu em 1982, e a menor, em 2000, com valor de 26,2°C, resultando em uma diferença de 4,3°C.

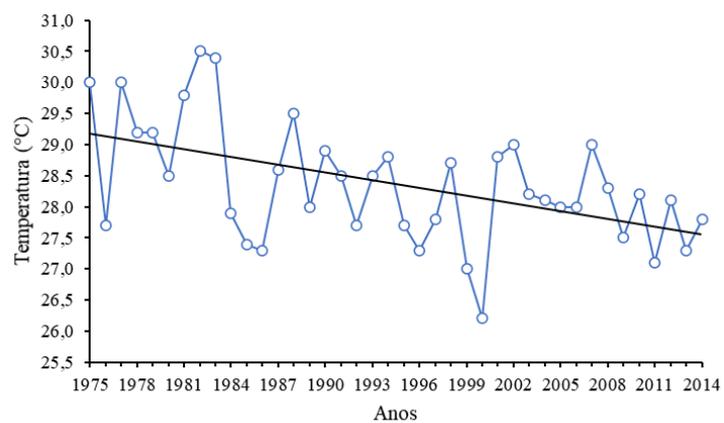


Figura 9 – Tendência para a temperatura média, para o mês de Novembro no município de Juazeiro-BA, para os anos de 1975-2014.

5. CONCLUSÕES

Verfica-se para o período de 1975 a 2014, baixa variabilidade anual para a temperatura média do ar, na região do Submédio do Vale do São Francisco;

A análise de tendência revelou para Juazeiro-BA, tendência significativa decrescente para temperatura média do ar mensal e anual.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCANTÁRA, C. R.; FERREIRA, D. V. R.; SILVA, G. J. F. da; ALMEIDA, H. A. de. Aquecimento Global ou Variabilidade Climática Natural na Microrregião de Juazeiro – BA. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.5, n.3, 572-585, 2012. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v5i3.232853>

AMJATH-BABU, T.; KRUPNIK, T. J.; ARAVINDAKSHAN, S.; ARSHAD, M.; KAECHHELE, H. Climate change and indicators of probable shifts in the consumption portfolios of dryland farmers in Sub-Saharan Africa: implications for policy. **Ecological Indicators**, v. 67, p. 830–838, 2016.

BRITO, M. R. dos S.; CICERELLI, R. E. **Análise espaço-temporal da variação da temperatura do estado de Minas Gerais**. 22 f., Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Geoprocessamento Ambiental)—Universidade de Brasília, 2015.

DIESEL, L. E. Sistemas de Informações Meteorológicas. *In*: DIESEL, L. E. **Climatologia e meteorologia**. Londrina: Editora e distribuidora educacional S.A., 2018. p. 175 – 229.

DOURADO, C. da S.; OLIVEIRA, S. R. de O.; AVILA, A. M. H. Análise de zonas homogêneas em séries temporais de precipitação no Estado da Bahia. **Bragantia**, v. 72, n. 2, p. 192 – 198. 2013. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052013000200012>

FERRARI, A. L. **Variabilidade e tendência de temperatura e pluviosidade nos municípios de Pirassungua, Rio Claro, São Carlos e São Simão (SP): estudo sobre mudança climática de prazo em escala local**. Tese (Doutorado – Pós-graduação e área de concentração em Engenharia Ambiental), Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo. 2012.

FRANÇA, M. V. de; MEDEIROS, M. de; HOLANDA, R. M. de; ROLIM NETO, F. C.; CORREA, M. M.; SILVA, V. de P. Climatologia da precipitação em petrolina - pe, brasil. **Anais... III WIASB...** Campina Grande: Realize Editora, 2017. Disponível em: <<https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/38997>>. Acesso em: 30/11/2021

GHEBREZGABHER, M. G.; YANG, T.; YANG, X. Long-Term Trend of Climate Change and Drought Assessment in the Horn of Africa. **Advances in Meteorology**, v.

20, p. 1 – 12, 2016. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/8057641>

GOMES, R. C.; ZANELLA, M. E.; OLIVEIRA, V. P. V. de. Análise das características climáticas do município de Tauá-CE/Brasil. **Boletim de Geografia**, v. 35, n. 2, p. 83-98. 2017. <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v35i2.31677>

GOMES-JÚNIOR, E. C.; ELY, D. F. Métodos estatísticos não-paramétricos como ferramenta no monitoramento pluviométrico. **Revista Casa da Geografia de Sobral**, v. 22, p. 38 – 53, 2021. <http://doi.org/10.35701/rcgs.v23.770>

GOOSSENS, C.; BERGER, A. Annual and seasonal climatic variations over the northern hemisphere and Europe during the last century. **Annales Geophysicae**, v. 4, n. 4, p.385-400, 1986.

IPCC - Intergovernmental Panel On Climate Change. **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. Field, C. et al. (Eds.) Genebra, Suíça: IPCC, 2014.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 2019. **Panorama**. Disponível em: [http:// cidades.ibge.gov.br/brasil/](http://cidades.ibge.gov.br/brasil/). Acesso em: 24 abr. 2021.

IPCC - Intergovernmental Panel On Climate Change. **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. Field, C. et al. (Eds.) Genebra, Suíça: IPCC, 2014.

JARDIM, C. H.; MOURA, F. P. Variações dos totais de chuvas e temperatura do ar na bacia do Rio Pandeiros, norte do estado de Minas Gerais-Brasil: articulação com fatores de diferentes níveis escalares em área de transição climática de cerrado para semiárido. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 14, p. 172 – 189. 2018. <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v1i0.61013>

JUNQUEIRA, H. S.; ALMEIRA, L. M. F. de; SOUZA, T. S. de; NASCIMENTO, P. dos S. Análise da Variação Sazonal e de Tendências na Precipitação Pluviométrica no Município de Juazeiro-BA. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 3, n.6, p. 2641 – 2649. 2020. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.6.p2641-2649>

KENDALL, M.G. **Rank Correlation Methods**. Charles Griffin, London. 1975

LOPES, I.; MELO, J. M. M. de; LEAL, B. G. Espacialização da temperatura do ar para a região do Submédio São Francisco. **Irriga** v. 22, n. 1, p.177 – 193, 2017. <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2017v22n1p177-193>

- MANN, H.B. Nonparametric tests against trend. **Econometrica**, v.13, p.245-259. 1945.
- MEDEIROS, R. M. de; CAVALCANTI, E. P. Climate trend of air temperatures in the municipality of Bom Jesus do Piauí, Brazil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e315973882, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i7.3882.
- MEDEIROS, R. M. de; HOLANDA, R. M. de; SABOYA, L. M. F.; ARAUJO, W. R. de; FRANÇA, M. V. de; ROLIM NETO, F. C. Temperaturas decadais extremas e média em São Bento do Una - Pernambuco, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, e40110413726, 2021. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13726>
- MEDEIROS, R. M. de; KOZMHINSKY, M.; HOLANDA, R. M. de; SILVA, V. de P. Temperatura média do ar e suas flutuações no Estado de Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 2, n.1, p. 81 – 93. 2018.
- MONTANHER, O. C.; MINAKI, C. Condicionantes geográficos da temperatura no ar no estado do Paraná. **RAEGA**, v.45, p. 250-267. 2018. <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v45i1.55070>
- PENEREIRO, J. C.; MESCHIATTI, M. C. Tendências em séries anuais de precipitação e temperaturas no Brasil. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 23, n. 2, p. 319-331. 2018. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522018168763>
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia: Fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária Ltda. 2002.
- PIAZZA, G. A.; TORRES, E.; MOSER, P.; GOTARDO, R.; KAUFMANN, V.; PINHEIRO, A. Análise Espacial e Temporal dos Dados de Precipitação das Estações de Entorno da Bacia do Ribeirão Concórdia, Lontras (SC) Visando Sua Inserção no Contexto de Mudanças Climática. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 4, p.580-592. 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-7786312314b20150087>
- OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F. de; LYRA, G. B.; MENDES, L. S. Modelos de Zolnier e Campebell- Norman para a estimativa de temperatura do ar no Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 8, p.727 – 733, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1923/agriambi.v19n8p727-733>
- RADIN, B.; MATZENAUER, R. Uso das informações meteorológicas na agricultura do Rio Grande do Sul. **Agrometeoros**, v.24, n.1, p.41-54, 2016.

RIBEIRO, R., ÁVILA, P., BRITO, J., SANTOS, E., SOUSA, L.F. Análise da Tendência Climática nas Séries Temporais de Temperatura e Precipitação de Tucuruí-Pará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.7, n.5, p. 798-807. 2014.

SALVADOR, M. A., BRITO, J. I. B. Trend of annual temperature and frequency of extreme events in the MATOPIBA region of Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 133, p. 253 – 261, 2017. <https://doi.org/10.1007/s00704-017-2179-5>

SALVIANO, M. F.; GROppo, J. D.; PELLEGRINO, G. Q. Análise de Tendências em Dados de Precipitação e Temperatura no Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 1, p. 64 – 73. 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-778620150003>

SANTOS, C. V. dos; OLIVEIRA, A. F. de; FERREIRA FILHO, J. B. de S. Potential impacts of climate change on agriculture and the economy in different regions of Brazil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.60, n. 1, p. 1-24. 2022. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.220611>

SCHEMBERGUE, A.; CUNHA, D. A. da; CARLOS, S. de M.; PIRES, M. V.; FARIA, R. M. Sistemas Agroflorestais como Estratégia de Adaptação aos Desafios das Mudanças Climáticas no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 55, n. 1, p. 9-30. 2017. <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790550101>

SEN, P. K. **Estimates of the regression coefficient based on Kendall's Tau**. J. Am. Stat. Assoc. 63, 1379-1389. 1968.

SILVA, E. R. A. C.; GALVÍNCIO, J. D.; NASCIMENTO, K. R. P.; SANTANA, S. H. C. de; SOUZA, W. M. De; COSTA, V. S. de O. Análise da tendência temporal da precipitação pluviométrica interanual e intra-anual no semiárido pernambucano. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 22, p.76 – 98. 2018. <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v22i0.53956>

SILVA, F. de F. N.; GOMES, A. C. dos S.; LUCIO, P. S.; ARAÚJO, E. H. S.; SILVA, C. M. dos S. Estudo de caso: temperatura média mensal de regiões do litoral e semiárido do nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 17, p. 282-299. 2015.

SNEYERS, R. Sur l'analyse statistique des series d'observations. **Note Technique** No. 143, Organisation Météorologique Mondiale, n. 415, 192 p., 1975.

VERSYPLE, N. I.; MACHADO, J.; ANDRADE, J. da S. C. de O.; WANDERLEY, R.

A. Economia, agricultura e clima através de modelo digital do terreno na microrregião Vale do Ipanema. **Revista GEAMA**, v.1, n.1, p. 31- 42, 2015.

ANEXOS

Anexo A – Tabela com os valores da temperatura média mensal e anual no município de Petrolina (PE) para a série temporal de 1975 a 2014.

| DADOS METEOROLÓGICOS - PETROLINA | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| ANO | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ | ANUAL |
| 1975 | 26,2 | 25,6 | 25,5 | 25,4 | 24,3 | 23,9 | 23,0 | 23,8 | 24,6 | 27,5 | 28,3 | 26,9 | 25,4 |
| 1976 | 27,0 | 24,8 | 26,0 | 25,9 | 25,9 | 24,5 | 23,4 | 24,1 | 25,5 | 25,8 | 26,5 | 27,1 | 25,5 |
| 1977 | 25,3 | 25,5 | 26,0 | 25,5 | 24,8 | 24,0 | 23,2 | 23,4 | 25,0 | 26,2 | 27,6 | 25,2 | 25,1 |
| 1978 | 24,6 | 24,4 | 23,4 | 23,9 | 22,8 | 22,1 | 25,2 | 23,7 | 27,1 | 29,2 | 29,1 | 27,7 | 25,3 |
| 1979 | 27,5 | 26,4 | 27,7 | 27,2 | 26,3 | 25,0 | 25,1 | 26,6 | 28,0 | 29,8 | 29,4 | 29,0 | 27,3 |
| 1980 | 26,7 | 25,6 | 26,7 | 27,8 | 27,6 | 26,4 | 26,0 | 26,5 | 28,6 | 29,3 | 29,6 | 28,8 | 27,5 |
| 1981 | 28,3 | 29,4 | 27,3 | 26,1 | 25,9 | 25,7 | 24,2 | 25,8 | 27,1 | 29,5 | 29,9 | 29,1 | 27,4 |
| 1982 | 27,8 | 28,2 | 28,6 | 26,6 | 26,7 | 25,6 | 25,6 | 26,5 | 27,5 | 28,9 | 30,1 | 29,9 | 27,7 |
| 1983 | 28,9 | 27,3 | 28,2 | 28,4 | 28,3 | 27,1 | 26,3 | 26,4 | 28,8 | 29,3 | 30,5 | 29,7 | 28,3 |
| 1984 | 29,5 | 30,5 | 28,1 | 25,0 | 24,0 | 23,2 | 23,4 | 24,7 | 25,3 | 26,8 | 27,3 | 28,4 | 26,4 |
| 1985 | 25,7 | 25,2 | 25,7 | 24,6 | 24,2 | 22,7 | 22,3 | 23,5 | 25,7 | 27,3 | 26,6 | 24,6 | 24,8 |
| 1986 | 26,1 | 26,1 | 25,2 | 25,9 | 25,4 | 23,8 | 23,9 | 25,3 | 25,8 | 26,7 | 27,1 | 27,5 | 25,7 |
| 1987 | 27,9 | 28,4 | 25,8 | 25,8 | 25,5 | 24,7 | 24,7 | 25,7 | 27,2 | 28,2 | 28,5 | 28,7 | 26,8 |
| 1988 | 27,3 | 28,4 | 25,9 | 25,7 | 24,2 | 22,8 | 22,2 | 23,4 | 25,3 | 26,8 | 27,5 | 25,1 | 25,4 |
| 1989 | 26,7 | 27,3 | 26,0 | 25,7 | 24,5 | 24,3 | 23,4 | 24,2 | 26,4 | 27,6 | 27,2 | 24,5 | 25,7 |
| 1990 | 25,2 | 25,7 | 26,2 | 26,2 | 26,3 | 24,4 | 24,0 | 24,5 | 26,2 | 27,2 | 27,6 | 27,7 | 25,9 |
| 1991 | 26,6 | 26,8 | 26,3 | 26,3 | 25,3 | 23,8 | 23,0 | 23,3 | 25,8 | 26,9 | 27,4 | 27,7 | 25,8 |
| 1992 | 26,4 | 24,6 | 25,3 | 25,9 | 25,7 | 24,3 | 23,5 | 24,5 | 25,7 | 27,3 | 27,4 | 26,0 | 25,6 |
| 1993 | 26,5 | 27,2 | 27,9 | 27,5 | 26,3 | 24,5 | 24,1 | 24,8 | 26,7 | 26,8 | 27,8 | 27,7 | 26,5 |
| 1994 | 26,7 | 27,2 | 25,6 | 26,1 | 26,3 | 25,8 | 24,5 | 25,1 | 26,6 | 27,6 | 28,0 | 28,2 | 26,5 |
| 1995 | 26,6 | 26,3 | 26,3 | 26,1 | 25,9 | 24,0 | 23,1 | 24,4 | 25,7 | 27,4 | 27,1 | 26,8 | 25,8 |
| 1996 | 27,2 | 27,4 | 27,0 | 25,6 | 25,0 | 23,5 | 23,6 | 24,3 | 26,0 | 27,7 | 27,0 | 26,5 | 25,9 |
| 1997 | 25,7 | 26,3 | 24,9 | 24,7 | 23,1 | 23,5 | 23,1 | 24,6 | 27,3 | 28,3 | 27,7 | 28,5 | 25,6 |
| 1998 | 27,4 | 28,0 | 28,7 | 28,8 | 27,3 | 25,1 | 25,1 | 25,9 | 26,8 | 28,2 | 28,6 | 27,7 | 27,3 |
| 1999 | 27,4 | 27,5 | 26,8 | 27,7 | 26,0 | 25,6 | 24,5 | 23,2 | 25,2 | 25,5 | 26,1 | 25,3 | 25,9 |
| 2000 | 25,1 | 24,8 | 25,1 | 25,1 | 24,8 | 23,7 | 23,4 | 24,7 | 25,7 | 26,9 | 25,8 | 25,5 | 25,1 |
| 2001 | 26,1 | 26,5 | 25,7 | 25,5 | 26,1 | 23,8 | 23,7 | 23,6 | 25,7 | 27,3 | 28,1 | 27,7 | 25,8 |
| 2002 | 24,6 | 25,7 | 26,6 | 25,9 | 25,2 | 24,0 | 24,1 | 24,5 | 26,1 | 27,1 | 27,7 | 27,0 | 25,7 |
| 2003 | 27,0 | 26,0 | 26,2 | 26,1 | 24,8 | 24,0 | 22,9 | 24,9 | 25,8 | 26,7 | 27,1 | 28,5 | 25,8 |
| 2004 | 25,4 | 24,9 | 24,9 | 25,4 | 24,1 | 23,4 | 23,0 | 23,7 | 25,3 | 27,3 | 27,2 | 27,5 | 25,2 |
| 2005 | 26,9 | 25,7 | 25,6 | 24,9 | 24,1 | 23,6 | 22,7 | 23,9 | 25,6 | 26,9 | 26,7 | 25,7 | 25,2 |
| 2006 | 27,0 | 26,2 | 25,3 | 24,3 | 24,1 | 22,5 | 22,4 | 23,7 | 25,9 | 27,8 | 27,0 | 28,2 | 25,4 |
| 2007 | 28,4 | 25,8 | 26,6 | 26,9 | 26,0 | 24,8 | 24,1 | 24,4 | 25,8 | 27,4 | 28,3 | 27,9 | 26,4 |
| 2008 | 28,1 | 27,0 | 25,9 | 25,3 | 24,6 | 23,8 | 23,4 | 24,9 | 26,7 | 27,7 | 28,7 | 27,1 | 26,1 |
| 2009 | 27,5 | 26,1 | 26,2 | 25,5 | 24,2 | 23,6 | 24,3 | 25,2 | 27,1 | 27,0 | 27,4 | 27,4 | 26,0 |
| 2010 | 27,1 | 28,1 | 27,6 | 26,1 | 26,4 | 24,6 | 23,7 | 24,4 | 25,7 | 27,8 | 28,2 | 26,3 | 26,3 |
| 2011 | 26,4 | 27,0 | 26,3 | 26,0 | 24,9 | 24,0 | 23,9 | 24,9 | 25,4 | 27,2 | 27,5 | 27,8 | 25,9 |
| 2012 | 28,4 | 26,8 | 27,8 | 27,7 | 23,6 | 25,6 | 24,5 | 24,3 | 26,2 | 27,5 | 28,5 | 28,7 | 26,6 |
| 2013 | 28,3 | 28,9 | 29,2 | 27,8 | 26,5 | 25,8 | 24,7 | 25,2 | 26,8 | 27,4 | 27,4 | 26,9 | 27,1 |
| 2014 | 26,9 | 27,2 | 27,6 | 26,7 | 25,5 | 25,0 | 24,5 | 25,0 | 26,4 | 27,4 | 27,7 | 26,8 | 26,4 |

Anexo B – Tabela com os valores da temperatura média mensal e anual no município de Juazeiro (BA) para a série temporal de 1975 a 2014.

| DADOS METEOROLÓGICOS - JUAZEIRO | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| ANO | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ | ANUAL |
| 1975 | 27,5 | 27,3 | 26,9 | 26,2 | 25,2 | 24,9 | 24,2 | 24,9 | 26,3 | 28,9 | 30,0 | 28,7 | 26,8 |
| 1976 | 29,2 | 26,4 | 28,1 | 27,9 | 27,8 | 26,3 | 25,5 | 26,3 | 27,8 | 27,3 | 27,7 | 28,6 | 27,4 |
| 1977 | 26,9 | 27,8 | 29,1 | 27,0 | 26,1 | 26,1 | 25,4 | 26,0 | 27,2 | 28,2 | 30,0 | 27,1 | 27,2 |
| 1978 | 26,3 | 26,1 | 25,4 | 26,2 | 25,4 | 24,3 | 25,5 | 25,7 | 27,1 | 29,2 | 29,2 | 27,9 | 26,5 |
| 1979 | 27,1 | 26,1 | 27,8 | 27,6 | 26,5 | 24,8 | 25,3 | 26,8 | 27,9 | 29,7 | 29,2 | 29,2 | 27,3 |
| 1980 | 26,6 | 25,4 | 26,8 | 27,6 | 27,3 | 26,3 | 25,9 | 26,6 | 28,5 | 29,3 | 28,5 | 28,3 | 27,3 |
| 1981 | 27,8 | 29,2 | 27,1 | 26,1 | 26,1 | 25,3 | 24,6 | 25,8 | 27,4 | 29,6 | 29,8 | 29,4 | 27,4 |
| 1982 | 28,5 | 28,4 | 28,8 | 27,2 | 26,7 | 25,8 | 25,5 | 26,6 | 27,6 | 29,4 | 30,5 | 30,0 | 27,9 |
| 1983 | 28,9 | 27,6 | 28,3 | 28,6 | 29,0 | 26,7 | 26,6 | 27,0 | 28,9 | 29,6 | 30,4 | 29,8 | 28,5 |
| 1984 | 29,8 | 30,9 | 28,4 | 26,2 | 25,0 | 24,5 | 24,4 | 25,1 | 27,8 | 27,4 | 27,9 | 29,5 | 27,2 |
| 1985 | 25,6 | 25,9 | 26,2 | 25,1 | 24,7 | 23,3 | 22,9 | 24,1 | 25,6 | 27,6 | 27,4 | 24,9 | 25,3 |
| 1986 | 26,6 | 26,8 | 25,3 | 26,8 | 25,7 | 24,5 | 24,1 | 25,3 | 25,5 | 27,1 | 27,3 | 27,8 | 26,1 |
| 1987 | 27,6 | 28,6 | 25,8 | 25,6 | 25,6 | 24,7 | 24,7 | 25,7 | 28,8 | 28,3 | 28,6 | 28,8 | 26,9 |
| 1988 | 27,8 | 29,0 | 26,4 | 26,5 | 25,5 | 24,0 | 23,3 | 24,2 | 25,8 | 25,2 | 29,5 | 25,6 | 26,1 |
| 1989 | 27,3 | 28,1 | 27,2 | 28,1 | 25,1 | 24,6 | 23,9 | 25,0 | 27,2 | 28,3 | 28,0 | 25,7 | 26,5 |
| 1990 | 26,5 | 26,8 | 27,7 | 27,9 | 27,6 | 25,8 | 25,3 | 25,9 | 27,9 | 28,4 | 28,9 | 29,0 | 27,3 |
| 1991 | 27,5 | 28,4 | 27,7 | 27,7 | 26,5 | 24,9 | 23,4 | 24,3 | 26,9 | 28,1 | 28,5 | 28,8 | 26,9 |
| 1992 | 27,4 | 25,6 | 26,7 | 26,9 | 26,7 | 25,3 | 23,4 | 24,7 | 26,0 | 27,9 | 27,7 | 26,6 | 26,2 |
| 1993 | 27,3 | 27,6 | 28,4 | 28,1 | 26,6 | 24,7 | 24,4 | 25,0 | 27,3 | 27,4 | 28,5 | 28,7 | 27,0 |
| 1994 | 27,6 | 27,9 | 26,1 | 26,5 | 26,0 | 25,1 | 23,9 | 24,8 | 26,3 | 28,2 | 28,8 | 29,1 | 26,7 |
| 1995 | 27,6 | 27,0 | 27,2 | 26,8 | 26,9 | 24,8 | 24,1 | 24,9 | 26,0 | 28,4 | 27,7 | 27,2 | 26,6 |
| 1996 | 28,2 | 28,6 | 27,9 | 26,2 | 25,8 | 24,0 | 24,0 | 24,5 | 26,4 | 28,2 | 27,3 | 27,2 | 26,5 |
| 1997 | 26,5 | 26,5 | 25,1 | 24,9 | 23,6 | 23,8 | 23,2 | 24,0 | 27,2 | 28,5 | 27,8 | 27,4 | 25,7 |
| 1998 | 27,1 | 28,8 | 29,4 | 29,1 | 27,2 | 24,6 | 24,8 | 25,4 | 26,5 | 28,3 | 28,7 | 28,0 | 27,3 |
| 1999 | 27,4 | 27,8 | 26,7 | 27,7 | 25,8 | 25,0 | 24,0 | 23,4 | 25,5 | 26,4 | 27,0 | 26,2 | 26,1 |
| 2000 | 26,1 | 25,6 | 25,6 | 26,2 | 25,6 | 24,5 | 24,1 | 24,7 | 26,0 | 27,3 | 26,2 | 26,0 | 25,7 |
| 2001 | 26,7 | 27,1 | 26,8 | 26,7 | 26,9 | 24,1 | 24,1 | 23,9 | 26,2 | 27,4 | 28,8 | 27,9 | 26,4 |
| 2002 | 25,6 | 27,0 | 27,8 | 27,0 | 26,1 | 24,7 | 24,8 | 25,3 | 27,1 | 28,3 | 29,0 | 28,5 | 26,8 |
| 2003 | 28,1 | 27,2 | 27,7 | 27,6 | 26,1 | 24,7 | 24,1 | 26,0 | 26,6 | 28,1 | 28,2 | 29,6 | 27,0 |
| 2004 | 26,9 | 26,2 | 26,4 | 27,0 | 25,2 | 24,4 | 23,8 | 24,5 | 26,2 | 28,0 | 28,1 | 28,8 | 26,3 |
| 2005 | 28,1 | 27,2 | 26,5 | 25,9 | 24,8 | 24,1 | 23,3 | 24,5 | 26,4 | 27,9 | 28,0 | 26,9 | 26,1 |
| 2006 | 28,4 | 27,8 | 26,7 | 25,6 | 25,1 | 23,5 | 23,0 | 24,2 | 26,0 | 27,6 | 28,0 | 28,8 | 26,2 |
| 2007 | 29,5 | 26,6 | 26,8 | 27,5 | 26,6 | 25,1 | 24,0 | 24,6 | 25,9 | 27,8 | 29,0 | 28,5 | 26,8 |
| 2008 | 28,6 | 27,0 | 25,9 | 25,3 | 24,5 | 23,4 | 23,0 | 24,2 | 25,8 | 27,2 | 28,3 | 27,0 | 25,9 |
| 2009 | 27,4 | 26,1 | 26,6 | 25,4 | 24,2 | 23,8 | 24,0 | 24,7 | 26,6 | 26,9 | 27,5 | 27,3 | 25,9 |
| 2010 | 26,7 | 27,9 | 27,7 | 25,8 | 26,1 | 24,2 | 23,3 | 23,5 | 25,2 | 27,4 | 28,2 | 26,3 | 26,0 |
| 2011 | 26,3 | 26,5 | 26,0 | 25,8 | 24,8 | 23,6 | 23,5 | 24,5 | 25,0 | 26,7 | 27,1 | 27,7 | 25,6 |
| 2012 | 27,8 | 26,2 | 27,2 | 27,1 | 25,9 | 24,8 | 23,4 | 23,5 | 25,2 | 26,8 | 28,1 | 27,3 | 26,1 |
| 2013 | 27,9 | 28,4 | 28,8 | 27,5 | 26,0 | 25,0 | 24,2 | 24,6 | 26,2 | 27,2 | 27,3 | 27,1 | 26,7 |
| 2014 | 27,0 | 27,5 | 27,8 | 26,6 | 25,2 | 23,9 | 24,3 | 24,2 | 26,3 | 27,3 | 27,8 | 26,5 | 26,2 |