



Caracterização climática da precipitação pluvial e temperatura do ar em Bento Gonçalves e Veranópolis, Serra Gaúcha, Brasil

Amanda Heemann Junges^{1(*)} e Jorge Tonietto²

¹Centro Estadual de Diagnóstico e Pesquisa em Fruticultura – CEFRUTI, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural. Rodovia BR 470 km 171, s/n, CEP 95330-000 Veranópolis, RS.

E-mail: amanda-junges@agricultura.rs.gov.br

²Embrapa Uva e Vinho. Rua Livramento, nº 515, CEP 95701-008 Bento Gonçalves, RS. E-mail: jorge.tonietto@embrapa.br

(*) Autor para correspondência.

INFORMAÇÕES

História do artigo:

Recebido em 29 de agosto de 2022

Aceito em 17 de novembro de 2022

Termos para indexação:

normal climatológica padrão

temperatura máxima

temperatura mínima

temperatura média

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi caracterizar o clima de Bento Gonçalves e de Veranópolis por meio dos valores médios mensais, anuais e estacionais de precipitação pluvial e de temperatura do ar na normal climatológica padrão (NCP) 1991-2020. Os resultados mostraram que não há estação seca definida - todos os meses apresentaram precipitação pluvial mensal acima de 60 mm, variando entre 127 mm e 201 mm (Veranópolis) e 126 mm e 181 mm (Bento Gonçalves). A temperatura média anual foi de 17,3 °C (Veranópolis) e 17,6 °C (Bento Gonçalves), sendo julho e janeiro os meses com menor e maior temperatura média, respectivamente. As maiores temperaturas máximas e menores temperaturas mínimas ocorreram, respectivamente, no verão e no inverno, sendo que outono e primavera apresentaram valores intermediários: temperaturas médias e mínimas foram inferiores na primavera, em relação ao outono e, no caso das máximas, não diferiram. O período compreendido pelo final do outono, inverno e primavera foi o de maior variabilidade interanual das temperaturas estacionais. Diferenças entre valores médios na NCP 1961-1990 e NCP 1991-2020 ocorreram, para Bento Gonçalves, nas temperaturas mínimas (anual, mensal - janeiro, abril, maio, junho, outubro e dezembro; e estacional - verão, outono e primavera) e, para Veranópolis, na precipitação pluvial (anual e mensal - julho).

© 2022 SBAgro. Todos os direitos reservados.

Introdução

A definição do clima de um município ou região envolve a coleta, o registro e a análise de dados meteorológicos por um período mínimo de 30 anos. Médias de temperatura

do ar, precipitação pluvial, radiação solar e vento, dentre outras variáveis, quando obtidas a partir de um conjunto de dados sequenciais de 30 anos, são denominadas normais climatológicas. Quando definidas a partir de séries fixas de 30 anos são denominadas normais climatológicas padrão

e, para esse fim, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) estabeleceu as séries 1931-1960, 1961-1990 e, mais recentemente, 1991-2020. Definir a normal climatológica padrão é fundamental para caracterização climática. Devido à dinâmica das variáveis meteorológicas, o emprego de normais climatológicas busca, justamente, estabelecer padrões, pois as médias representam o valor predominante da variável meteorológica no local considerado. Da mesma maneira, a definição das normais climatológicas facilita a identificação de anomalias ou de eventos extremos, contribuindo para geração de informações relevantes à comunidade científica, aos integrantes das cadeias produtivas relacionados ao setor agropecuário, e às instituições que necessitam de dados climáticos (INMET, 2022).

O estabelecimento de uma normal climatológica só pode ser realizado em locais nos quais as estações meteorológicas possuem bancos de dados com, no mínimo, 30 anos de registros sequenciais, como é o caso de Veranópolis e de Bento Gonçalves, municípios localizados na Encosta Superior da Serra do Nordeste (Serra Gaúcha). A região da Serra Gaúcha destaca-se como maior polo vitivinícola do País (Protas e Camargo, 2011; Rio Grande do Sul, 2021) e importante produtor de pêssegos, especialmente de mesa, e de maçãs (Rio Grande do Sul, 2021), de modo que a caracterização do clima regional gera informações relevantes ao setor produtivo de frutíferas de clima temperado. Como as estações meteorológicas de Bento Gonçalves e de Veranópolis possuem bancos de dados históricos que permitem a obtenção da normal climatológica padrão 1991-2020, sua divulgação é uma maneira de prover dados atualizados para caracterização climática no contexto da região da Serra Gaúcha.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar o clima na região da Serra Gaúcha por meio dos valores médios mensais, anuais e estacionais de precipitação pluvial e de temperatura do ar de Bento Gonçalves e de Veranópolis na normal climatológica padrão 1991-2020.

Material e métodos

Foram empregados dados mensais de precipitação pluvial e de temperatura do ar (máxima, mínima e média) das estações meteorológicas de Veranópolis (28°53'17" S e 51°32'32" W, 707 m de altitude) e de Bento Gonçalves (29°09'44" S e 51°31'50" W, 640 m de altitude). A estação meteorológica de Veranópolis está localizada no Centro Estadual de Diagnóstico e Pesquisa em Fruticultura (CEFRUTI), estação experimental do Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária (DDPA), da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural (SEAPDR). Em Veranópolis, os dados começaram a ser coletados em 1956, a partir de estação meteorológica convencional, na qual os equipamentos e os horários de coleta seguiram o

padrão estabelecido pela OMM. A obtenção de dados de forma convencional foi realizada até 2010, quando passou a ser empregada estação meteorológica automática, instalada na mesma área da convencional. A estação meteorológica de Bento Gonçalves pertence à rede de estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e está localizada na Embrapa Uva e Vinho. De 1961 a 2010, a coleta de dados foi realizada de forma convencional, seguindo os parâmetros definidos pela OMM, e, a partir de 2011, os dados passaram a ser obtidos de forma automática.

Para definição da normal climatológica padrão (NCP) foram calculados os valores médios mensais, anuais e estacionais de precipitação pluvial (mm) e de temperatura média, mínima e máxima (°C) na série 1991-2020. Os dados anuais referiram-se às médias das temperaturas mensais e à soma das precipitações pluviométricas mensais. Os dados estacionais referiram-se às médias das temperaturas e à soma das precipitações pluviométricas nos trimestres que definem as estações: dezembro-janeiro-fevereiro (verão), março-abril-maio (outono), junho-julho-agosto (inverno) e setembro-outubro-novembro (primavera). Na série 1991-2020, além das médias, foram calculados os desvios-padrão (DP), coeficientes de variação (CV) (%), os valores mínimo e máximo e anos de ocorrência; e o intervalo compreendido por média -1DP e média +1DP.

A normalidade dos dados mensais, estacionais e anuais nas normais climatológicas padrão 1991-2020 e 1961-1990 foi verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ($p < 0,05$) para fins de definição do teste de comparação de médias (entre normais climatológicas de um mesmo local). A maior parte dos dados não atendeu os pressupostos da normalidade, de modo que a comparação de médias foi realizada pelo teste não paramétrico de Mann Whitney ($p < 0,05$). Testes não paramétricos, que não fazem distinção quanto à forma da distribuição dos dados, também foram empregados por Back (2001), Silva et al. (2015) e Junior & Lucena (2020) em estudos de séries temporais de dados meteorológicos. A normal climatológica padrão 1961-1990 de Bento Gonçalves encontra-se disponível no endereço eletrônico do INMET (<https://portal.inmet.gov.br/normais>) e, de Veranópolis, em Junges (2018) e Junges et al. (2019).

Especificamente no banco de dados de Veranópolis foram verificadas falhas nos dados de temperatura mínima e média do ar nos anos 2011 a 2014 (cinco anos, ou 1/6 da série) de modo que, nestes casos, os valores médios mensais foram substituídos pelos dados da estação meteorológica mais próxima (Bento Gonçalves). Para Bento Gonçalves, não foram verificadas falhas no banco de dados mensais das variáveis analisadas.

Os resultados desse trabalho foram discutidos considerando informações publicadas por demais autores que analisaram séries históricas de Veranópolis (Matzenauer et al., 2011; Junges, 2018; Junges et al., 2019) e de Bento

Gonçalves (Czermainsky e Zatt, 2011; Wrege et al., 2011; INMET, 2022).

Resultados e discussão

Na normal climatológica padrão 1991-2020, a temperatura média anual foi 17,5°C (Veranópolis) (Tabela 1) e 17,6°C (Bento Gonçalves) (Tabela 2). Para Veranópolis, não foi verificada diferença entre normais climatológicas padrão e a temperatura média anual pode ser considerada semelhante às definidas por demais autores que analisaram dados do local: 17,3°C (na série 1956-2015) (Junges, 2018) e 17,4°C (na série 1976-2005) (Matzenauer et al., 2011). Para Bento Gonçalves, a temperatura média anual na normal climatológica padrão 1991-2020 diferiu da obtida na normal climatológica padrão 1961-1990 ($p < 0,05$) (Tabela 2), sendo também ligeiramente superior à obtida nas séries 1961-2010 (Czermainsky e Zatt, 2011) e 1976-2005 (Wrege et al., 2011) (17,3°C) e à da série 1981-2010 (17,4°C) (INMET, 2022).

Na região, variações nas temperaturas médias anuais entre 17°C e 18°C situaram-se na faixa correspondente ao intervalo entre média $\pm 1DP$ (Tabela 1 e Tabela 2). O número de anos com temperaturas médias anuais abaixo da média $-1DP$ (extremos inferiores: quatro em Veranópolis e sete

em Bento Gonçalves) foi próximo do número de anos acima da média $+1DP$ (extremos superiores: cinco em Veranópolis e seis em Bento Gonçalves). A menor temperatura média anual foi 16,2°C (em Veranópolis, registrada em 2010 – Tabela 1) e 17,0°C (em Bento Gonçalves, registrada em 1999 e em 2008 – Tabela 2) e a maior foi 18,3°C, registrada em Veranópolis em 2017 (Tabela 1) e, em Bento Gonçalves, em 2001 e 2012 (Tabela 2).

As temperaturas médias mensais seguiram a evolução temporal esperada, com menores valores nos meses correspondentes ao inverno, e maiores no verão. Dessa maneira, a menor temperatura média mensal ocorreu em julho (12,5°C em Veranópolis e 12,6°C em Bento Gonçalves) e a maior em janeiro (22°C, em ambas as estações) (Tabela 1 e Tabela 2). Julho também foi o mês com menor temperatura média em Bento Gonçalves nas séries 1961-2010 (12,7°C) (Czermainsky e Zatt, 2011), 1976-2005 (12,6°C) (Wrege et al., 2011) e 1981-2010 (12,5°C) (INMET, 2022), assim como na série 1956-2015 de Veranópolis (12,7°C) (Junges, 2018). Por sua vez, em Veranópolis, nas séries 1976-2005 (Matzenauer et al., 2011) e 1961-1990 (Junges, 2018), o mês com menor temperatura média foi junho (respectivamente 12,7°C e 12,8°C), embora os valores tenham sido próximos aos de julho nas mesmas séries (respectivamente, 12,9°C e 13,0°C).

Tabela 1. Temperatura média do ar (°C) mensal, anual e estacional de Veranópolis na normal climatológica padrão 1991-2020; média, desvio-padrão (DP), coeficiente de variação (CV), intervalo referente à média ± 1 desvio-padrão, valores mínimo e máximo e anos de ocorrência.

Temperatura média do ar (°C) – Veranópolis – Normal climatológica padrão 1991-2020											
Período	Média	DP	CV (%)	Intervalo		Mínimo		Máximo			
				Média -1DP	Média +1DP	Valor	Ano	Valor	Ano		
Mês	Janeiro	22,0	ns	0,8	4	21,2	22,8	20,3	2009	23,8	2019
	Fevereiro	21,7	ns	0,9	4	20,7	22,6	20,1	1993	23,3	2012
	Março	20,5	ns	1,1	6	19,4	21,7	18,4	2013	23,1	1999 e 2002
	Abril	18,0	ns	1,1	6	16,9	19,1	16,6	2010	20,6	2016
	Mai	14,5	ns	1,3	9	13,2	15,9	12,2	2016	17,1	1991
	Junho	13,0	ns	1,4	11	11,6	14,4	10,3	2016	16,1	2019
	Julho	12,5	ns	1,4	11	11,1	13,9	10,0	1992 e 1996	15,2	2008
	Agosto	14,2	ns	1,6	11	12,7	15,8	11,7	2010	17,8	2015
	Setembro	15,2	ns	1,6	10	13,7	16,8	12,1	2005	19,5	2017
	Outubro	17,5	ns	1,1	6	16,4	18,6	14,4	2010	19,1	2002
	Novembro	19,2	ns	1,0	5	18,3	20,2	17,3	2010	21,3	2009
	Dezembro	21,2	ns	0,9	4	20,2	22,1	19,1	2003	22,9	2012
Anual	17,5	ns	0,5	3	17,0	18,0	16,2	2010	18,3	2017	
Estação	Verão	21,6	ns	0,6	3	21,0	22,2	20,2	2004	22,9	2014
	Outono	17,7	ns	0,7	4	17,0	18,4	16,3	2000	19,6	2002
	Inverno	13,2	ns	0,9	7	12,3	14,2	11,7	2010	15,0	2015
	Primavera	17,3	ns	0,8	4	16,6	18,1	15,3	2010	18,7	2014

Médias seguidas de * e ** indicam diferença ($p < 0,05$; $p < 0,01$) entre os valores médios da normal climatológica padrão 1991-2020 em relação à normal climatológica padrão 1961-1990, de acordo com teste de Mann-Whitney. ns = não significativo.

Tabela 2. Temperatura média do ar (°C) mensal, anual e estacional de Bento Gonçalves na normal climatológica padrão 1991-2020; média, desvio-padrão (DP), coeficiente de variação (CV), intervalo referente à média ± 1 desvio-padrão, valores mínimo e máximo e anos de ocorrência.

Temperatura média do ar (°C) – Bento Gonçalves – Normal climatológica padrão 1991-2020											
Período	Média		DP	CV	Intervalo		Mínimo		Máximo		
					Média -1DP	Média +1DP	Valor	Ano	Valor	Ano	
Mês	Janeiro	22,0	ns	0,7	3	21,3	22,8	20,4	2009	23,5	2019
	Fevereiro	21,7	ns	0,8	4	20,9	22,5	20,6	1995 e 2004	23,3	2012
	Março	20,7	ns	1,1	5	19,6	21,7	18,4	2013	23,1	2002
	Abril	18,1	*	1,0	5	17,1	19,1	16,4	1999	20,3	2018
	Mai	14,8	ns	1,2	8	13,5	16,0	12,6	2007 e 2016	17,0	1991
	Junho	13,2	ns	1,5	11	11,7	14,7	10,0	2016	16,2	2019
	Julho	12,6	ns	1,5	12	11,1	14,0	9,8	1996	15,0	2006
	Agosto	14,4	ns	1,5	11	12,9	15,9	12,0	2013 e 2018	18,3	2015
	Setembro	15,4	ns	1,4	9	14,0	16,7	12,8	2005	19,1	2017
	Outubro	17,5	ns	0,9	5	16,6	18,5	15,6	2010	19,0	2002
	Novembro	19,3	ns	0,9	5	18,4	20,2	17,7	1999	21,6	2009
	Dezembro	21,2	ns	0,9	4	20,4	22,1	19,4	2003	23,0	2006
Anual	17,6	*	0,4	2	17,1	18,0	17,0	1999 e 2008	18,3	2001 e 2012	
Estação	Verão	21,6	ns	0,5	2	21,1	22,2	20,6	2004	22,9	2014
	Outono	17,8	ns	0,6	4	17,2	18,5	16,9	1998 e 2013	19,5	2002
	Inverno	13,4	ns	0,9	7	12,5	14,3	11,9	1996	15,2	2015
	Primavera	17,4	*	0,6	4	16,8	18,0	16,4	1999 e 2005	18,7	2014

Médias seguidas de * e ** indicam diferença ($p < 0,05$; $p < 0,01$) entre os valores médios da normal climatológica padrão 1991-2020 em relação à normal climatológica padrão 1961-1990, de acordo com teste de Mann-Whitney. ns = não significativo.

Em termos de valores máximos, o mês de janeiro também foi apontado por demais autores como o de maior temperatura média mensal, tanto em Veranópolis (com valores entre 21,8°C e 21,9°C – Matzenauer et al., 2011; Junges, 2018), quanto em Bento Gonçalves (21,8°C e 21,9°C – Czermainsky e Zatt, 2011; Wrege et al., 2011; INMET, 2022). Em Veranópolis e Bento Gonçalves, na normal climatológica padrão 1991-2020, a temperatura média do mês mais quente atingiu 22,0°C, limiar de separação entre os climas Cfa (> 22 C) e Cfb (< 22 C), de acordo com a classificação climática de Köppen (Alvares et al., 2013).

Dentre as temperaturas médias mensais, apenas a de abril (18,1°C), em Bento Gonçalves, foi considerada distinta ($p < 0,05$) da temperatura média mensal na normal climatológica 1961-1990 (17,3°C) (Tabela 2), sendo o valor na normal 1991-2020 mais próximo daquele que caracterizou o mês na série 1981-2010 (17,9°C). Em ambas as estações meteorológicas, a variabilidade interanual das temperaturas médias mensais, definida por meio dos desvios-padrão, foi maior nos meses de inverno (junho-julho-agosto) e início da primavera (setembro), quando atingiram cerca de 1,5°C, e menor no verão (entre 0,7°C e 0,9°C) (Tabela 1 e Tabela 2), resultado semelhante ao encontrado por Junges (2018).

As temperaturas médias estacionais foram menores no inverno (13,2°C em Veranópolis e 13,4°C em Bento Gonçalves),

e maiores no verão (21,6°C em Veranópolis e em Bento Gonçalves), com valores intermediários no outono e na primavera, sendo que, neste caso, as temperaturas médias da primavera foram 0,4°C inferiores às do outono (Tabela 1 e Tabela 2). Para Veranópolis, as temperaturas médias estacionais na normal climatológica 1991-2020 foram semelhantes às da série 1956-2015 e à normal climatológica padrão 1961-1990 (Junges, 2018), de modo que, na comparação entre normais climatológicas, verificou-se que, para Veranópolis, não houve diferença entre os valores médios estacionais (Tabela 1). Para Bento Gonçalves, a temperatura média da primavera na normal climatológica padrão 1991-2020 (17,4°C) foi considerada distinta ($p < 0,05$) da média na normal climatológica padrão 1961-1990 (17,0°C – mesmo valor obtido por Wrege et al. (2011) na série 1976-2005) (Tabela 2). As demais médias estacionais de Bento Gonçalves na normal climatológica padrão 1991-2020 foram muito próximas dos valores definidos por Wrege et al. (2011) e não diferiram da normal climatológica padrão 1961-1990 (Tabela 2).

Para Veranópolis e Bento Gonçalves, no que se refere às temperaturas médias estacionais, o número de anos acima/abaixo da média ± 1 DP foram muito próximos, sendo as maiores diferenças verificadas em Veranópolis no inverno (sete anos apresentaram média estacional abaixo de média -1DP, ou seja, foram considerados extremos inferiores,

enquanto que cinco apresentaram valores acima de média +1DP, ou seja, extremos superiores); e, em Bento Gonçalves, isso ocorreu no verão (seis anos apresentaram média abaixo de média -1DP e quatro anos tiveram temperatura média do verão acima de média +1DP).

Na normal climatológica padrão 1991-2020, a temperatura mínima anual em Veranópolis foi 12,5°C (Tabela 3) e, em Bento Gonçalves, 13,5°C (Tabela 4). Para Veranópolis, o valor é próximo aos das séries 1956-2015 (12,2°C) (Junges, 2018), 1976-2005 (12,3°C) (Matzenauer et al., 2011) e à normal climatológica padrão 1961-1990 (12,3°C) (Junges, 2018). Para Bento Gonçalves, a média foi ligeiramente superior aos valores encontrados nas séries 1961-2010 (13,1°C) (Czermainisky e Zatt, 2011), 1981-2010 (13,2°C) (INMET, 2022) e 1976-2005 (13,3°C) (Wrege et al., 2011); e considerado distinto ($p < 0,01$) do da normal climatológica padrão 1961-1990 (12,9°C) (Tabela 4). Analisando os dados de Bento Gonçalves de 1961 a 2010 (50 anos), Czermainisky e Zatt (2011) já haviam indicado existência de aumento (linear) da temperatura mínima anual ao longo da série.

Para Veranópolis, a faixa de temperatura mínima anual correspondente à média $\pm 1DP$ situou-se entre cerca de 12,0°C e 13,0°C (Tabela 3), enquanto, para Bento Gonçalves, ficou entre 13,0°C e 14,0°C (Tabela 4). O número de anos

extremos superiores foi cinco em Bento Gonçalves, com destaque para o maior valor registrado na série (14,6°C, em 2001) (Tabela 4); e quatro em Veranópolis, onde o maior valor ocorreu em 2014 (14,1°C) (Tabela 3). Três anos, tanto em Bento Gonçalves quanto em Veranópolis, foram considerados extremos inferiores, dado os valores de temperatura mínima anual abaixo de média -1DP, sendo 10,7°C (em Veranópolis, registrado em 2010) (Tabela 3) e 12,7°C (em Bento Gonçalves, registrado em 2013) (Tabela 4), os valores mínimos.

Julho foi o mês com menor temperatura mínima média mensal, tanto em Veranópolis (7,7°C) (Tabela 3), quanto em Bento Gonçalves (8,6°C) (Tabela 4). Para Veranópolis, a temperatura mínima de julho na normal climatológica padrão 1991-2020 foi próxima da média definida por Junges (2018) na série 1956-2015 (7,8°C) e à normal climatológica padrão 1961-1990 (8,1°C); assim como ao valor obtido por Matzenauer et al. (2011) (8,1°C) na série 1976-2005. É importante destacar, no entanto que, nestes dois últimos casos, em função da temperatura mínima de 8,0°C, junho ter se configurado como o mês de menor temperatura mínima média. Para Bento Gonçalves, a média de julho na normal climatológica padrão 1991-2020 foi a mesma da série 1961-2010, definida por Czermainisky e Zatt (2011)

Tabela 3. Temperatura mínima do ar (°C) mensal, anual e estacional de Veranópolis na normal climatológica padrão 1991-2020; média, desvio-padrão (DP), coeficiente de variação (CV), intervalo referente à média ± 1 desvio-padrão, valores mínimo e máximo e anos de ocorrência.

Temperatura mínima do ar (°C) – Veranópolis – Normal climatológica padrão 1991-2020											
Período	Média	DP	CV	Intervalo		Mínimo		Máximo			
				Média	Média	Valor	Ano	Valor	Ano		
				-1DP	+1DP						
Mês	Janeiro	17,0	ns	1,1	7	15,9	18,1	14,9	1991	19,2	2014
	Fevereiro	16,8	ns	1,2	7	15,7	18,0	14,8	2004	19,1	2012
	Março	15,8	ns	1,2	7	14,6	16,9	13,9	1994 e 2000	18,6	2002
	Abril	13,2	ns	1,3	10	11,9	14,6	11,3	2000	16,2	2016
	Mai	10,1	ns	1,5	15	8,6	11,6	7,2	2000	13,3	2019
	Junho	8,6	ns	1,6	19	7,0	10,2	5,7	1996 e 2016	12,0	2005
	Julho	7,7	ns	1,6	21	6,1	9,3	4,6	2000	10,5	1995
	Agosto	9,0	ns	1,8	20	7,2	10,8	6,0	2010	13,5	2015
	Setembro	10,1	ns	1,5	15	8,5	11,6	7,5	1995	12,9	2014
	Outubro	12,5	ns	1,5	12	11,0	14,0	8,8	2010	14,8	2002 e 2012
	Novembro	13,8	ns	1,2	9	12,6	15,1	10,9	2010	16,5	2009
	Dezembro	15,8	ns	1,3	8	14,5	17,1	13,1	2010	18,4	2012
Anual	12,5	ns	0,8	7	13,3	11,7	10,7	2010	14,1	2014	
Estação	Verão	16,5	ns	0,9	5	15,6	17,4	14,8	2004	18,2	2014
	Outono	13,0	ns	1,0	7	12,1	14,0	10,8	2000	15,2	2002
	Inverno	8,4	ns	1,1	14	7,3	9,6	6,2	2000 e 2010	10,9	2015
	Primavera	12,1	ns	1,1	9	11,0	13,2	9,6	2010	14,4	2014

Médias seguidas de * e ** indicam diferença ($p < 0,05$; $p < 0,01$) entre os valores médios da normal climatológica padrão 1991-2020 em relação à normal climatológica padrão 1961-1990, de acordo com teste de Mann-Whitney. ns = não significativo.

Tabela 4. Temperatura mínima do ar (°C) mensal, anual e estacional de Bento Gonçalves na normal climatológica padrão 1991-2020; média, desvio-padrão (DP), coeficiente de variação (CV), intervalo referente à média ± 1 desvio-padrão, valores mínimo e máximo e anos de ocorrência.

Temperatura mínima do ar (°C) – Bento Gonçalves – Normal climatológica padrão 1991-2020											
Período	Média	DP	CV	Intervalo		Mínimo		Máximo			
				Média	Média	Valor	Ano	Valor	Ano		
				-1DP	+1DP						
Mês	Janeiro	17,9	*	0,9	5	17,1	18,8	16,2	2009 e 2013	19,5	2019
	Fevereiro	17,8	ns	1,0	5	16,8	18,7	16,2	2004	20,0	2001
	Março	16,8	ns	1,0	6	15,7	17,8	14,9	2013	19,4	2002
	Abril	14,2	**	1,2	8	13,1	15,4	12,6	2008	16,6	2018
	Mai	11,1	*	1,3	12	9,8	12,5	8,8	2007	13,8	2019
	Junho	9,5	*	1,5	16	8,0	11,0	5,9	2016	12,8	2005
	Julho	8,6	ns	1,5	18	7,1	10,1	5,6	2000	11,2	1995 e 2006
	Agosto	10,0	ns	1,6	16	8,4	11,6	7,4	2003	14,1	2015
	Setembro	11,1	ns	1,4	13	9,7	12,5	8,8	2008	14,8	2017
	Outubro	13,3	**	1,1	8	12,3	14,4	11,1	2010	15,0	2002
	Novembro	14,7	ns	1,1	7	13,6	15,7	12,6	2007	17,6	2009
	Dezembro	16,7	**	0,9	6	15,8	17,6	14,7	2003	18,4	2012
Anual	13,5	**	0,5	3	13,0	14,0	12,7	2013	14,6	2001	
Estação	Verão	17,5	**	0,7	4	16,8	18,1	16,1	1991 e 2004	18,5	2001
	Outono	14,1	**	0,8	5	13,3	14,8	12,9	2006 e 2013	16,0	2002
	Inverno	9,4	ns	0,9	10	8,5	10,3	7,8	1996	11,3	2015
	Primavera	13,0	**	0,7	5	12,3	13,7	11,9	2010 e 2016	14,4	2014

Médias seguidas de * e ** indicam diferença ($p < 0,05$; $p < 0,01$) entre os valores médios da normal climatológica padrão 1991-2020 em relação à normal climatológica padrão 1961-1990, de acordo com teste de Mann-Whitney. ns = não significativo.

(8,6°C) e semelhante às das séries 1976-2005, definida por Wrege et al. (2011) (8,7°C) e 1981-2010 (8,5°C) (INMET, 2022), nas quais julho também foi o mês com menor temperatura mínima média.

Nos valores médios mensais de temperatura mínima de Bento Gonçalves foram verificadas diferenças entre normais climatológicas padrão (respectivamente, 1961-1990 e 1991-2020) em janeiro (17,2°C e 17,9°C – diferença de 0,7°C), abril (13,0°C e 14,2°C – diferença de 1,2°C), maio (10,6°C e 11,1°C – diferença de 0,5°C), junho (8,9°C e 9,5°C – diferença de 0,6°C), outubro (12,3°C e 13,3°C – diferença de 1,0°C) e dezembro (16,0°C e 16,7°C – diferença de 0,7°C) (Tabela 4). As maiores diferenças ($\geq 1,0^\circ\text{C}$) ocorreram nos meses de abril e outubro. Analisando os dados de temperatura mínimas médias mensais de abril a setembro de Bento Gonçalves na série 1989 – 2018, Alves et al. (2019) já haviam indicado leve tendência de aumento na temperatura mínima nos meses avaliados, e que, em mais da metade dos anos observados (60%), as temperaturas mínimas médias de abril e de setembro ficaram acima da normal climatológica padrão 1961-1990. Embora não tenham identificado tendência (linear) de aumento das temperaturas mínimas nos demais meses avaliados, consideraram que os meses que limitam o início (abril e maio, ou seja, outono) e o final do período de frio (setembro, início da

primavera), as temperaturas mínimas foram mais elevadas nos últimos anos (Alves et al., 2019). Da mesma maneira, observou-se que as temperaturas mínimas médias mensais de Bento Gonçalves na normal climatológica padrão 1991-2020 foram mais próximas às da série 1981-2010 (INMET, 2022) (a diferença, nesse caso, variou entre 0,1°C e 0,6°C), demonstrando que as médias tenderam a ser superiores em conjuntos de dados mais recentes, comparativamente às obtidas na normal climatológica padrão 1961-1990.

Assim como verificado para temperaturas médias, os maiores desvios-padrão de temperaturas mínimas ocorreram nos meses de inverno (junho-julho-agosto), com valores entre 1,5°C e 1,8°C, enquanto os menores ocorreram nos meses correspondentes ao verão (entre 0,9°C e 1,3°C) (Tabela 3 e Tabela 4). Apesar dos maiores desvios-padrão ocorridos nos meses de inverno, valores próximos a 1,5°C também caracterizaram os meses maio, setembro e outubro, de modo que, além do inverno, o final do outono e a maior parte da primavera podem ser considerados os períodos com maior variabilidade interanual das temperaturas mínimas médias. Tal variabilidade pode causar variações entre anos nos valores mensais e no acúmulo de horas de frio (HF – número de horas em que a temperatura do ar permanece igual ou inferior a 7,2°C) na região.

As temperaturas mínimas médias estacionais segui-

ram o padrão esperado, com menores valores no inverno (8,4°C e 9,4°C, respectivamente, para Veranópolis e Bento Gonçalves) e maiores no verão (respectivamente, 16,5°C e 17,5°C) (Tabela 3 e Tabela 4). As médias das temperaturas mínimas da primavera foram inferiores às do outono (diferenças entre 0,9°C e 1,1°C), ou seja, o comportamento foi semelhante ao observado nas temperaturas médias, porém a magnitude das diferenças foi maior (a diferença entre temperaturas do outono e da primavera foi maior no caso das mínimas). O número de anos considerados extremos superiores e inferiores foi semelhante em todas as estações, variando entre cinco e seis em Bento Gonçalves e entre três e seis em Veranópolis.

Em Veranópolis, as temperaturas mínimas estacionais na normal climatológica padrão 1991-2020 não diferiram das da normal climatológica padrão 1961-1990 e foram muito semelhantes aos valores obtidos por Junges (2018) e Matzenauer et al. (2012): verão (16,1°C e 16,3°C); outono (12,5°C e 12,7°C); inverno (8,2°C e 8,3°C) e primavera (11,9°C e 12,0°C). Em Bento Gonçalves, em função das diferenças entre normais climatológicas padrão nos valores médios mensais de temperatura mínima, também foram verificadas diferenças nas médias estacionais, com exceção do inverno (Tabela 4), sendo possível observar um gradativo aumento nas temperaturas mínimas médias estacionais nas séries históricas de Bento Gonçalves (Tabela 5).

A temperatura máxima anual na normal climatológica padrão 1991-2020 foi de 22,4°C em Veranópolis (Tabela 6) e 22,9°C em Bento Gonçalves (Tabela 7), valores semelhantes aos da normal climatológica padrão 1961-1990 e aos definidos por demais autores: para Veranópolis, 22,4°C tanto na série 1956-2015 (Junges, 2018) quanto na série 1976-2005 (Matzenauer et al., 2011) e, para Bento Gonçalves, 22,8°C na série 1961-2010 (Czermainsky e Zatt, 2010), 22,7°C na série 1976-2005 (Wrege et al., 2011) e 22,6°C na série 1981-2010 (INMET, 2022).

Temperaturas máximas anuais entre aproximadamente 21,0°C e 22,0°C (Veranópolis) (Tabela 6) e entre 22,4° e

23,4°C (Bento Gonçalves) (Tabela 7) situaram-se na faixa correspondente à média $\pm 1DP$. O número de anos com temperaturas máximas anuais acima/abaixo da média $\pm 1DP$ em Bento Gonçalves foi o mesmo: seis anos, com destaque para maior temperatura máxima média anual de 23,9°C (ocorrida em 2012) (Tabela 7). Para Veranópolis, o número de anos acima/abaixo de média $\pm 1DP$ foi bastante semelhante: três anos configuraram-se como extremos superiores, com destaque para o valor máximo 23,3°C (registrado em 1991) (Tabela 6); e quatro anos como extremos inferiores.

As médias mensais de temperaturas máximas seguiram o transcurso esperado, com menores valores nos meses referentes ao inverno (sendo o valor mínimo o de julho: 17,3°C em Veranópolis - Tabela 6; e 17,5°C em Bento Gonçalves - Tabela 7); e, os maiores, nos meses que compõem o verão. O mês com maior temperatura máxima média foi janeiro: 27,1°C em Veranópolis (Tabela 6) e 27,6°C em Bento Gonçalves (Tabela 7), valores semelhantes aos da normal climatológica padrão 1961-1990 e aos definidos por demais autores, quais sejam: para Veranópolis, 27,1°C na série 1956-2015 (Junges, 2018) e 27,2°C na série 1976-2005 (Matzenauer et al., 2011) e, para Bento Gonçalves, 27,3°C na série 1981-2010 (INMET, 2022) e 27,6°C nas séries 1961-2010 (Czermainsky e Zatt, 2010) e 1976-2005 (Wrege et al., 2011). É importante destacar, no entanto, que dezembro e fevereiro, demais meses que compõem o verão climatológico, também apresentaram médias de temperatura máxima relativamente próximas às de janeiro, e acima de 26,5°C (no caso de Veranópolis) (Tabela 6) e 27,0°C (no caso de Bento Gonçalves) (Tabela 7). Não foram verificadas diferenças entre normais climatológicas padrão nas temperaturas máximas médias mensais (Tabela 6 e Tabela 7).

No que se refere à variabilidade interanual dos dados, observou-se que os maiores desvios-padrão ($> 1,5^\circ\text{C}$) ocorreram em agosto e setembro indicando haver maior variação das temperaturas máximas no final do inverno e início da primavera (Tabela 6 e Tabela 7).

As temperaturas máximas médias estacionais variaram entre 18,1°C (Veranópolis) (Tabela 6) e 18,4°C (Bento Gonçalves) (Tabela 7) no inverno, e 26,9°C (Veranópolis) (Tabela 6) e 27,2°C (Bento Gonçalves) (Tabela 7) no verão. Ao contrário do que foi verificado nas médias das temperaturas médias e mínimas, sempre inferiores na primavera em relação ao outono, no caso das médias das temperaturas máximas, os valores foram semelhantes: 22,4°C e 22,5°C (outono e primavera em Veranópolis) (Tabela 6) e 22,9°C e 22,9°C (outono e primavera em Bento Gonçalves) (Tabela 7). Demais autores também verificaram que as médias de temperaturas máximas foram semelhantes: para Veranópolis, 22,5°C e 22,4°C no outono e na primavera na série 1976-2005 (Matzenauer et al., 2011) e 22,4°C e 22,3°C na série 1956-2015 (Junges, 2018) e, para Bento Gonçalves,

Tabela 5. Temperaturas mínimas médias estacionais de Bento Gonçalves nas normais climatológicas padrão (NCP) 1961-1990 e 1991-2020 e na série 1976-2005 (Wrege et al., 2011).

Temperatura mínima do ar (°C) – média estacional				
Bento Gonçalves				
Período	NCP	Série	NCP	
	1961-1990 ⁽¹⁾	1976-2005 ⁽²⁾	1991-2020	
Estação	Verão	16,9	17,3	17,5
	Outono	13,3	13,8	14,1
	Inverno	8,9	9,3	9,4
	Primavera	12,4	12,7	13,0

⁽¹⁾Disponível em: (<https://portal.inmet.gov.br/normais>)

⁽²⁾Wrege et al. (2011). Atlas Climático da Região Sul.

Tabela 6. Temperatura máxima do ar (°C) mensal, anual e estacional de Veranópolis na normal climatológica padrão 1991-2020; média, desvio-padrão (DP), coeficiente de variação (CV), intervalo referente à média ± 1 desvio-padrão, valores mínimo e máximo e anos de ocorrência.

Temperatura máxima do ar (°C) – Veranópolis – Normal climatológica padrão 1991-2020											
Período	Média	DP	CV	Intervalo		Mínimo		Máximo			
				Média	Média	Valor	Ano	Valor	Ano		
				-1DP	+1DP						
Mês	Janeiro	27,1	ns	0,9	3	26,3	28,0	25,5	2009	29,1	2005
	Fevereiro	26,7	ns	1,1	4	25,5	27,8	24,6	1995	28,9	2014
	Março	25,4	ns	1,5	6	23,9	26,9	21,6	2013	28,3	1999
	Abril	22,8	ns	1,2	5	21,6	24,0	20,9	1998	25,1	2018
	Mai	19,0	ns	1,5	8	17,4	20,5	16,0	2011	22,6	1991
	Junho	17,5	ns	1,3	7	16,3	18,8	14,9	2016	20,6	2019
	Julho	17,3	ns	1,5	8	15,8	18,8	14,1	1992	20,2	2008
	Agosto	19,5	ns	1,6	8	18,0	21,1	16,5	2011	22,4	2015
	Setembro	20,1	ns	1,7	9	18,4	21,9	16,3	2005	24,6	2017
	Outubro	22,6	ns	1,1	5	21,4	23,7	20,1	2010	24,5	2011
	Novembro	24,8	ns	1,1	5	23,7	25,9	23,0	2007	28,3	2011
	Dezembro	26,8	ns	1,2	4	25,6	28,0	24,2	2003	30,1	2011
Anual	22,4	ns	0,5	2	21,9	22,9	20,9	1992	23,3	1991	
Estação	Verão	26,9	ns	0,7	3	26,2	27,5	25,5	2002	28,4	2014
	Outono	22,4	ns	0,9	4	21,4	23,3	20,7	2011	24,8	1991
	Inverno	18,1	ns	0,8	5	17,3	18,9	16,7	1992 e 1996	19,5	1995
	Primavera	22,5	ns	0,7	3	21,8	23,2	21,0	2005	23,8	2020

Médias seguidas de * e ** indicam diferença ($p < 0,05$; $p < 0,01$) entre os valores médios da normal climatológica padrão 1991-2020 em relação à normal climatológica padrão 1961-1990, de acordo com teste de Mann-Whitney. ns = não significativo

Tabela 7. Temperatura máxima do ar (°C) mensal, anual e estacional de Bento Gonçalves na normal climatológica padrão 1991-2020; média, desvio-padrão (DP), coeficiente de variação (CV), intervalo referente à média ± 1 desvio-padrão, valores mínimo e máximo e anos de ocorrência.

Temperatura máxima do ar (°C) – Bento Gonçalves – Normal climatológica padrão 1991-2020											
Período	Média	DP	CV	Intervalo		Mínimo		Máximo			
				Média	Média	Valor	Ano	Valor	Ano		
				-1DP	+1DP						
Mês	Janeiro	27,6	ns	0,9	3	26,7	28,6	25,7	2009	29,6	2005
	Fevereiro	27,2	ns	1,1	4	26,1	28,3	25,6	1994	30,0	2012
	Março	26,0	ns	1,4	5	24,7	27,4	22,9	2013	28,9	2020
	Abril	23,3	ns	1,1	5	22,2	24,4	21,1	1999	25,6	2018
	Mai	19,4	ns	1,4	7	18,1	20,8	16,7	2016	22,0	1991
	Junho	17,7	ns	1,4	8	16,3	19,1	15,1	2016	20,9	2019
	Julho	17,5	ns	1,4	8	16,1	18,9	14,8	1992	19,9	2017
	Agosto	19,9	ns	1,6	8	18,3	21,5	17,1	2013	23,4	2015
	Setembro	20,8	ns	1,5	7	19,3	22,3	17,1	2005	24,6	2017
	Outubro	22,8	ns	1,1	5	21,7	24,0	20,7	1999	24,8	2006
	Novembro	25,0	ns	1,0	4	24,0	25,9	23,1	2015	26,9	2012
	Dezembro	27,0	ns	1,1	4	25,9	28,1	24,8	2003	29,1	2006
Anual	22,9	ns	0,5	2	22,4	23,4	21,9	1998	23,9	2012	
Estação	Verão	27,2	ns	0,7	2	26,6	27,9	26,2	2004 e 2009	29,1	2014
	Outono	22,9	ns	0,8	3	22,1	23,7	21,4	1998	24,8	1991
	Inverno	18,4	ns	0,9	5	17,5	19,3	16,7	2011	20,1	2001
	Primavera	22,9	ns	0,7	3	22,2	23,6	21,5	2005	24,1	2012

Médias seguidas de * e ** indicam diferença ($p < 0,05$; $p < 0,01$) entre os valores médios da normal climatológica padrão 1991-2020 em relação à normal climatológica padrão 1961-1990, de acordo com teste de Mann-Whitney. ns = não significativo.

22,8° e 22,6°C na série 1976-2005 (Wrege et al., 2011). Dessa maneira, as menores temperaturas médias estacionais da primavera, comparativamente às do outono, podem ser associadas às menores temperaturas mínimas registradas, tendo em vista que não foram verificadas diferenças nas médias das máximas.

Em relação às médias estacionais de temperatura máxima, observou-se que o número de anos considerados extremos superiores/inferiores (valores acima/abaixo de média $\pm 1DP$) foram semelhantes nas estações do ano. As maiores diferenças ocorreram na primavera: em Veranópolis, cinco anos foram extremos inferiores, com valor mínimo de 21,0°C em 2005 (Tabela 6) e três anos como extremos superiores; sendo o máximo 23,8°C registrado em 2020 (Tabela 6), enquanto que, em Bento Gonçalves, foram, respectivamente, sete anos e quatro anos, com os valores mínimo e máximo de, respectivamente, 21,5°C (em 2005) e 24,1°C (em 2012) (Tabela 7).

Na normal climatológica padrão 1991-2020, a precipitação pluvial anual foi de 1.846 mm (em Veranópolis) (Tabela 8) e 1.756 mm (em Bento Gonçalves) (Tabela 9). A precipitação pluvial anual de Bento Gonçalves não diferiu da que caracteriza a normal climatológica padrão 1961-1990 (Tabela 9) e pode ser considerada semelhante à definida por Czermainsky e Zatt (2010) na série 1961-2010 (1.725 mm) e

à da série 1981-2010 (1.782 mm) (INMET, 2022). Para Veranópolis, no entanto, a precipitação pluvial anual na normal climatológica padrão 1991-2020 diferiu dos valores obtidos na normal climatológica padrão 1961-1990 (1.636 mm) (Tabela 8) e na série 1956-2015 (1.683 mm), sendo, respectivamente, 210 mm e 163 mm superior. Tendência de incremento na precipitação pluvial anual de Veranópolis já havia sido apontada por Junges et al. (2019) em análise da série 1956-2015 (60 anos).

Precipitações pluviais anuais entre cerca de 1.400 mm e 2.000 mm (para Bento Gonçalves) (Tabela 9) e entre cerca de 1.400 mm e 2.200 mm (Veranópolis) (Tabela 8) situaram-se na faixa correspondente à média $\pm 1DP$. Os dados de precipitação pluvial anual apresentaram elevada variabilidade interanual, como indicaram os desvios-padrão de 277 mm (em Bento Gonçalves) (Tabela 9) e de 363 mm (em Veranópolis) (Tabela 8). Anos extremos superiores foram três em Bento Gonçalves (com destaque para o valor máximo 2.382 mm em 2002 – Tabela 9) e quatro em Veranópolis (valor máximo 2.618 em 2016 – Tabela 8), enquanto que o número de anos extremos inferiores foi, comparativamente, maior: seis em Veranópolis (com destaque para o menor valor de precipitação pluvial anual, registrado em 1995 e em 1999: 1.257 mm – Tabela 8) e sete em Bento Gonçalves (sendo, nesse caso, o valor mínimo 1.260 mm,

Tabela 8. Precipitação pluvial (mm) mensal, anual e estacional de Veranópolis na normal climatológica padrão 1991-2020; média, desvio-padrão (DP), coeficiente de variação (CV), intervalo referente à média ± 1 desvio-padrão, valores mínimo e máximo e anos de ocorrência.

Precipitação pluvial (mm) – Veranópolis – Normal climatológica padrão 1991-2020											
Período	Média	DP	CV	Intervalo		Mínimo		Máximo			
				Média	Média	Valor	Ano	Valor	Ano		
				-1DP	+1DP						
Mês	Janeiro	161	ns	64	40	97	225	56	1994 e 2005	308	2010
	Fevereiro	130	ns	68	52	62	199	16	2005	258	1998
	Março	130	ns	95	73	35	225	20	2020	423	2016
	Abril	135	ns	64	48	71	199	5	2009	296	2016
	Mai	134	ns	74	55	60	208	33	1991 e 2012	366	2017
	Junho	151	ns	74	49	77	225	15	2016	275	275
	Julho	195	**	97	50	98	292	32	2017	460	2020
	Agosto	127	ns	78	62	49	205	23	1993 e 2004	312	2013
	Setembro	180	ns	95	53	84	275	72	1991	500	2009
	Outubro	201	ns	110	55	91	310	45	2020	410	2015
	Novembro	143	ns	76	53	67	219	13	2011	291	2009
	Dezembro	160	ns	87	54	73	247	36	2004	397	2003
Anual	1.846	*	363	20	1.483	2.210	1.257	1995 e 1999	2.618	2016	
Estação	Verão	450	ns	142	31	309	592	111	2005	727	2017
	Outono	399	ns	171	43	228	570	157	1997	804	2017
	Inverno	473	ns	148	31	325	621	259	2004	858	2020
	Primavera	524	ns	200	38	324	723	217	2011	945	2015

Médias seguidas de * e ** indicam diferença ($p < 0,05$; $p < 0,01$) entre os valores médios da normal climatológica padrão 1991-2020 em relação à normal climatológica padrão 1961-1990, de acordo com teste de Mann-Whitney. ns = não significativo.

Tabela 9. Precipitação pluvial (mm) mensal, anual e estacional de Bento Gonçalves na normal climatológica padrão 1991-2020; média, desvio-padrão (DP), coeficiente de variação (CV), intervalo referente à média ± 1 desvio-padrão, valores mínimo e máximo e anos de ocorrência.

Precipitação pluvial (mm) – Bento Gonçalves – Normal climatológica padrão 1991-2020											
Período	Média	DP	CV	Intervalo		Mínimo		Máximo			
				Média	Média	Valor	Ano	Valor	Ano		
				-1DP	+1DP						
Mês	Janeiro	150	ns	77	51	73	228	45	2008	345	1996
	Fevereiro	138	ns	66	48	73	204	42	1991	306	2003
	Março	126	ns	69	55	57	195	26	1991	269	2011
	Abril	131	ns	62	47	69	193	24	2009	260	2016
	Mai	124	ns	64	52	60	189	25	2012	313	2017
	Junho	148	ns	61	41	86	209	7	2016	258	2002
	Julho	177	ns	75	42	102	252	29	2017	323	2011
	Agosto	134	ns	78	58	56	213	42	2004	304	2013
	Setembro	165	ns	75	45	90	241	58	1991 e 2011	412	2009
	Outubro	181	ns	99	55	82	280	46	2020	418	2002
	Novembro	132	ns	74	56	59	206	23	2011 e 2012	360	2009
	Dezembro	149	ns	75	51	74	224	37	2019	339	2003
Anual	1.756	ns	277	16	1.479	2.033	1.260	1991	2.382	2002	
Estação	Verão	437	ns	139	32	299	576	161	2005	727	1996
	Outono	381	ns	132	35	250	513	139	2012	720	2017
	Inverno	459	ns	114	25	345	573	211	2019	746	2011
	Primavera	478	ns	163	34	316	641	181	2011	917	2009

Médias seguidas de * e ** indicam diferença ($p < 0,05$; $p < 0,01$) entre os valores médios da normal climatológica padrão 1991-2020 em relação à normal climatológica padrão 1961-1990, de acordo com teste de Mann-Whitney. ns = não significativo.

registrado em 1991 – Tabela 9). Os menores valores de precipitação pluvial anual (1.257 mm em Veranópolis e 1.260 mm em Bento Gonçalves), corresponderam a, respectivamente, 68% e 72% da média anual na normal climatológica padrão 1991-2020. Por sua vez, os anos que registraram os maiores valores de precipitação pluvial anual (2.618 mm em Veranópolis e 2.382 mm em Bento Gonçalves) foram equivalentes a, respectivamente, 142% e 136% da normal climatológica padrão 1991-2020.

As precipitações pluviais mensais variaram entre os valores mínimos 124 mm (em maio, em Bento Gonçalves) (Tabela 9) e 127 mm (em agosto, em Veranópolis) (Tabela 8) e os máximos 181 mm e 201 mm (em outubro, em Veranópolis e em Bento Gonçalves) (Tabela 8 e Tabela 9). Dessa maneira, em Bento Gonçalves, os meses com menor e maior precipitação pluvial mensal foram, respectivamente, maio e outubro. Para Bento Gonçalves, maio já havia sido apontado por Czermainy e Zatt (2010) como o de menor média de precipitação pluvial na série 1961-2010 (114 mm), no entanto, os autores identificaram setembro (179 mm) como o de maior média mensal, embora outubro tenha se configurado como o segundo maior valor (164 mm). Na série 1981-2010 de Bento Gonçalves, o mês com maior precipitação pluvial mensal foi julho (188 mm), embora, em termos numéricos, o valor seja muito próximo ao

de outubro (186 mm) (INMET, 2022). Situação semelhante foi observada para Veranópolis: nas séries 1961-1990 e 1956-2015, setembro foi o mês com maior média de precipitação pluvial (respectivamente, 183 mm e 181 mm), seguido por outubro (Junges et al., 2019), enquanto, na normal climatológica padrão 1991-2020, assim como na série 1976-2005 (Matzenauer et al., 2011) o mês mais chuvoso foi outubro (respectivamente, 201 mm e 171 mm), seguido por setembro. Observa-se, dessa maneira, que os meses com maiores valores médios de precipitação pluvial mensal são setembro e outubro nos locais analisados, variando de acordo com a série analisada.

No caso dos menores valores de precipitação pluvial mensal em Veranópolis observou-se uma alteração no padrão até então definido: na normal climatológica padrão 1961-1990 (Junges et al., 2019) e nas séries 1956-2015 (Junges et al., 2019) e 1976-2005 (Matzenauer et al., 2011) os meses com os menores valores eram março-abril-maio, enquanto que, na normal climatológica padrão 1991-2020 passou a ser agosto, embora a diferença, em termos numéricos, entre a precipitação pluvial mensal de agosto (127 mm) pode ser considerada pequena (inferior a 10 mm), em relação às médias de fevereiro e março (130 mm), abril (135 mm) e maio (134 mm) (Tabela 8). As médias mensais de precipitação pluvial nos meses citados, no entanto, não

diferiram entre normais climatológicas (Tabela 8). Para Veranópolis, somente a média de julho na normal climatológica padrão 1991-2020 (195 mm) diferiu da média do mês na normal climatológica padrão 1961-1990 (130 mm) (Tabela 8). Nos valores médios mensais de precipitação pluvial de Bento Gonçalves não foram verificadas diferenças entre normais climatológicas padrão (Tabela 9).

Todos os meses apresentaram precipitação pluvial mensal acima de 60 mm, confirmando que, na região, não há estação seca definida, de acordo com a classificação climática de Köppen (Alvares et al., 2013).

Os desvios-padrão de precipitação pluvial mensal foram superiores a 50 mm, sendo outubro o mês que se caracterizou pela maior variabilidade dos dados: desvio-padrão de 99 mm em Bento Gonçalves (Tabela 9) e de 110 mm em Veranópolis (Tabela 8), de modo que esse mês configurou-se como um dos de maior média mensal e maior variabilidade interanual. Em Veranópolis, também se destacaram os desvios-padrão acima de 90 mm em julho (97 mm), março e setembro (95 mm) (Tabela 8). Desvios-padrão entre 60 e 100 mm já haviam sido identificados por Junges et al. (2019) na série 1956-2015 (60 anos) de precipitação pluvial de Veranópolis.

As precipitações pluviométricas estacionais de Veranópolis e de Bento Gonçalves na normal climatológica padrão

1991-2020 não diferiram dos da normal climatológica padrão 1961-1990 e, no caso de Veranópolis, apresentaram valores semelhantes, embora ligeiramente superiores aos definidos por demais autores analisando distintas séries de dados, situação que também foi verificada nas médias mensais de precipitação pluvial de Bento Gonçalves (Tabela 10).

A primavera destacou-se como a estação com maior média de precipitação pluvial (478 mm em Bento Gonçalves e 524 mm em Veranópolis) e o maior desvio-padrão (163 mm em Bento Gonçalves e 200 mm em Veranópolis) (Tabela 8 e Tabela 9). Assim como verificado nos dados mensais, também os estacionais apresentaram elevada variabilidade interanual: no verão, em Veranópolis, precipitações pluviométricas acima de 592 mm (valor correspondente à média +1DP) ocorreram em seis anos (extremos superiores), com destaque para o verão de 2017, quando foram registrados 727 mm, o maior valor da série analisada (Tabela 8), enquanto que quatro anos foram considerados extremos inferiores, com destaque para o valor mínimo (111 mm) registrado em 2005 (Tabela 8). Em Bento Gonçalves, no verão, o número de anos considerados extremos superiores (acima de 576 mm) e inferiores (abaixo de 299 mm) foi o mesmo (quatro), destacando-se os valores máximo (727 mm em 1996) e mínimo (161 mm em 2005) (Tabela 9).

Tabela 10. Precipitação pluvial (mm) mensal, anual e estacional de Veranópolis e Bento Gonçalves nas normais climatológicas padrão (NCP) 1961-1990 e 1991-2020 e nas séries 1956-2015 e 1976-2005 de Veranópolis e 1961-2010 de Bento Gonçalves.

Período		Precipitação pluvial (mm)							
		Veranópolis				Bento Gonçalves			
		NCP	Série	Série	NCP	NCP	Série	Série	NCP
	1961-1990	1956-2015	1976-2005	1991-2020	1961-1990	1961-2010	1981-2010	1991-2020	
	(1)	(1)	(2)		(3)	(4)	(3)		
Mês	Janeiro	144	145	143	161	144	147	162	150
	Fevereiro	125	124	134	130	133	138	152	138
	Março	119	117	101	130	137	122	118	126
	Abril	103	120	128	135	93	122	124	131
	Maio	104	109	121	134	106	114	130	124
	Junho	130	140	138	151	153	152	144	148
	Julho	130	153	165	195	159	169	189	177
	Agosto	160	144	122	127	174	151	149	134
	Setembro	183	181	164	180	171	179	161	165
	Outubro	147	163	171	201	153	164	186	181
	Novembro	143	135	142	143	116	139	138	132
	Dezembro	149	151	140	160	146	147	129	149
Anual	1.636	1.683	1.650	1.846	1.684	1.725	1.782	1.756	
Verão	416	415	403	450	-	-	-	437	
Outono	325	346	351	399	-	-	-	381	
Inverno	420	438	425	473	-	-	-	459	
Primavera	474	479	472	524	-	-	-	478	

⁽¹⁾Junges et al. (2019). ⁽²⁾Matzenauer et al. (2011). ⁽³⁾Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>. ⁽⁴⁾Czermainsky e Zatt (2011).

No outono, o número de anos considerados extremos superiores foi o mesmo em Veranópolis e em Bento Gonçalves (seis), com destaque para os valores máximos registrados em 2017 (respectivamente, 804 mm e 720 mm) (Tabela 8 e Tabela 9). Quatro anos em Veranópolis e cinco em Bento Gonçalves foram considerados extremos inferiores, sendo 157 mm (registrados em Veranópolis em 1997 – Tabela 8) e 139 mm (registrados em Bento Gonçalves em 2012 – Tabela 9), os valores mínimos.

No inverno, em Veranópolis, o número de anos considerados extremos superiores e inferiores foi o mesmo (quatro) e os valores máximo e mínimo foram, respectivamente, 858 mm (em 2020) e 259 mm (em 2004) (Tabela 8). Para Bento Gonçalves, o número de anos considerados extremos inferiores (com precipitação pluvial estacional abaixo de 345 mm) (seis) foi o dobro do de extremos superiores (acima de 573 mm) (três), com destaque para o mínimo de 211 mm (em 2019) e o máximo de 746 mm (registrado em 2011) (Tabela 9).

Na primavera, quatro anos foram considerados extremos superiores, tanto em Veranópolis quanto em Bento Gonçalves, com os máximos de 917 mm (registrados em Bento Gonçalves, em 2009 – Tabela 9) e de 945 mm (em Veranópolis, em 2015 – Tabela 8). O número de anos considerados extremos inferiores, no entanto, foi distinto entre locais: seis em Veranópolis e três em Bento Gonçalves, embora, em ambos os casos, o valor mínimo tenha sido registrado em 2011 (181 mm em Bento Gonçalves e 217 mm em Veranópolis) (Tabela 8 e Tabela 9).

Conclusões

Considerando as médias de temperatura do ar e de precipitação pluvial na normal climatológica padrão 1991-2020 de Veranópolis e de Bento Gonçalves, o clima na região, de acordo com a classificação climática de Köppen, é do tipo Cfb (temperado úmido, sem estação seca definida e com temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C). Não há estação seca definida - todos os meses apresentam precipitação pluvial mensal acima de 60 mm, com variação entre 127 mm e 201 mm (em Veranópolis) e 126 mm e 181 mm (em Bento Gonçalves). A temperatura média do mês mais quente (janeiro) é 22,0°C em ambos os locais, sendo esse o limiar entre os climas Cfb e Cfa.

Na região, a temperatura média anual é 17,3°C (Veranópolis) e 17,6°C (Bento Gonçalves), sendo julho e janeiro os meses com menor e maior média mensal, respectivamente. Julho também é o mês com menor temperatura mínima média; e janeiro o que apresenta a maior temperatura máxima média na normal climatológica padrão 1991-2020.

As maiores temperaturas máximas estacionais, assim como as menores temperaturas mínimas estacionais ocorrem, respectivamente, no verão (trimestre dezembro-

-janeiro-fevereiro) e no inverno (trimestre junho-julho-agosto), enquanto outono (trimestre março-abril-maio) e primavera (trimestre setembro-outubro-novembro) apresentam valores intermediários de temperaturas médias estacionais. As temperaturas médias e mínimas são inferiores na primavera em relação ao outono e, no caso das máximas, não diferem.

Maiores desvio-padrão ocorrem nos meses correspondentes ao inverno e início da primavera (setembro) para temperaturas médias; no final do outono (maio), inverno e primavera (setembro e outubro) para temperaturas mínimas; e no final do inverno (agosto) e início da primavera (setembro) para temperaturas máximas. O período compreendido por final do outono, inverno e primavera pode ser considerado o de maior variabilidade interanual das temperaturas mensais na região da Serra Gaúcha.

Diferenças entre valores médios nas normais climatológicas-padrão 1961-1990 e 1991-2020 ocorreram, para Bento Gonçalves, nas temperaturas mínimas (anual, mensal – em janeiro, abril, maio, junho, outubro e dezembro; e estacional – verão, outono e primavera) e, para Veranópolis, na precipitação pluvial (anual e mensal – julho).

Contribuição dos autores

A.H. JUNGES e J. TONIETTO concepção do trabalho, aquisição e análise dos dados, redação e revisão do artigo.

Referências

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. DE M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, p.711-728, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507.
- ALVES, M.E.B.; TONIETTO, J.; SANTOS, H.P. Evidências de invernos mais curtos em regiões vitivinícolas do Rio Grande do Sul com base na temperatura mínima. *Agrometeoros*, v.27, n.1, p.43-52, 2019. DOI: 10.31062/agrom.v27i1.26546.
- BACK, A.J. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 36, n. 5, p. 717-726, 2001.
- CZERMAINSKI, A. B. C.; ZAT, D. A. 50 anos de informações meteorológicas de Bento Gonçalves. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2011. 16p. Comunicado Técnico, 113.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. NORMAIS. 2022. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais> Acesso em: 30 mai.2022.
- JUNGES, A.H. Caracterização climática da temperatura do ar em Veranópolis. *Agrometeoros*, v.26, n.2, p.299-306, 2018. DOI:10.31062/agrom.v26i2.26411.
- JUNGES, A.H.; BREMM, C.; FONTANA, D.C. Rainfall climatology, variability, and trends in Veranópolis, Rio Grande do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.23, n.3, p.160-166, 2019. DOI:10.1590/1807-1929/agriambi.v23n3p160-166.
- JÚNIOR, J.B.C.; LUCENA, R.L. Analysis of precipitation using Mann-Kendall and Kruskal-Wallis non-parametric tests. *Mercator*, v.19, e19001, 2020. DOI: 10.4215/rm2020.e19001

MATZENAUER, R; RADIN, B.; ALMEIDA, I. R. de (Ed.). Atlas climático: Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Fepagro, CEMET/RS, 2011. 185 p.

PROTAS, J. F. S.; CAMARGO, U. A. **Vitivinicultura brasileira: Panorama setorial de 2010**. Brasília: SEBRAE, Bento Gonçalves: IBRAVIN: Embrapa Uva e Vinho, 2011. 110p.

RIO GRANDE DO SUL. Radiografia da Agropecuária Gaúcha 2021. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202109/03160237-revista-radiografia-agropecuaria-rs-2021.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2022.

SILVA, G.M.; TEIXEIRA-GANDRA, C.F.A.; DAMÉ, R.C.F.; KLUMB, G.B.; VEBER, P.M. Tendências de séries de precipitação total mensal para localidades do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**, v.1, n.2, p.13-22, 2015.

WREGE, M.S.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C. & ALMEIDA, I.R., eds. Atlas climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Pelotas, Embrapa Clima Temperado; Colombo, Embrapa Florestas, 2011. v.1, 332p.

REFERENCIAÇÃO

JUNGES, A.H.; TONIETTO, J. Caracterização climática da precipitação pluvial e temperatura do ar em Bento Gonçalves e Veranópolis, Serra Gaúcha, Brasil. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.30, e027126, 2022.



Climatology of rainfall and air temperature in Bento Gonçalves and Veranópolis, Serra Gaúcha region, Brazil

Amanda Heemann Junges^{1(*)} and Jorge Tonietto²

¹Centro Estadual de Diagnóstico e Pesquisa em Fruticultura – CEFRUTI, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural. Rodovia BR 470 km 171, s/n, CEP 95330-000 Veranópolis, RS, Brazil.

E-mail: amanda-junges@agricultura.rs.gov.br

²Embrapa Uva e Vinho. Rua Livramento, nº 515, CEP 95701-008 Bento Gonçalves, RS, Brazil. E-mail: jorge.tonietto@embrapa.br

(*) Autor para correspondência.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 19 August 2022

Accepted 17 November 2022

Index terms:

climatological standard normal

maximum air temperature

minimum air temperature

average air temperature

ABSTRACT

The objective of this study was to characterize rainfall and air temperature climatology in Bento Gonçalves and Veranópolis through annual, monthly and seasonal averages in the 1991-2020 climatological standard normal. The results indicated that there is not defined dry season - all months presented monthly average rainfall above 60 mm, with variation between 127 mm and 201 mm (Veranópolis) and 126 mm and 181 mm (Bento Gonçalves). The average annual temperature is 17.3 °C (Veranópolis) and 17.6 °C (Bento Gonçalves), being July/January the months with lower/higher average monthly temperature. In the seasons, higher maximum temperatures and lower minimum temperatures occurred, respectively, in summer and winter; with autumn and spring presenting intermediate values: average and minimum temperatures are lower in spring than in autumn and, in the case of maximum, they did not differ. Late autumn, winter and spring was the period of greater interannual variability of seasonal temperatures. Differences between average values in 1961-1990 and 1991-2020 climatological standard normals occurred, for Bento Gonçalves, in minimum air temperatures (annual, monthly – January, April, May, June, October and December; and seasonal – summer, autumn and spring) and, for Veranópolis, in rainfall (annual and monthly – July).

© 2022 SBAgro. All rights reserved.

CITATION

JUNGES, A.H.; TONIETTO, J. Caracterização climática da precipitação pluvial e temperatura do ar em Bento Gonçalves e Veranópolis, Serra Gaúcha, Brasil. *Agrometeoros*, Passo Fundo, v.30, e027126, 2022.