

O estudo do comportamento da temperatura em Machado/MG entre 1991 e 2017 e a influência exercida pela precipitação sazonal nesse processo

The study of the behaviour of the temperature in Machado/MG between 1991 and 2017 and the influence exerted by the seasonal rainfall in this process

Paulo Henrique de Souza

Geografia pela UNESP de Rio Claro/SP e Prof. Assoc. na UNIFAL-MG, Brasil
phsouza31@hotmail.com

Rafael Grecco Sanches

Geografia pela USC de Bauru/SP e Doutorando em Ciências da Engenharia Ambiental pela EESC/USP, Brasil
rafagsanches@usp.br

Bruno César dos Santos

Geografia pela UNIFAL-MG e Doutorando em Ciências da Engenharia Ambiental pela EESC/USP, Brasil
bruno-unifal@hotmail.com

Resumo

Análises foram desenvolvidas sobre os dados de temperatura fornecidos pela série disponibilizada pelo Instituto Meteorológico (2018) compreendendo os anos de 1991-2017 na região de Machado/MG. Esses dados contemplam as médias mensais em três condições; a média geral dos dados, a média das temperaturas máximas, e, a média das temperaturas mínimas. Esse elenco de informações fez-se necessário em razão da volatilidade que a temperatura apresenta ao longo das vinte e quatro horas do dia nas latitudes baixas, podendo apresentar uma grande oscilação entre a madrugada e o início da tarde. As análises contemplaram três momentos distintos; o comportamento anual ao longo da série histórica que se estende de 1991 a 2017, a ocorrência separada entre as condições prevaletentes dos semestres chuvosos e secos, e, ainda, como esteve a temperatura ao longo dos quatro trimestres do ano – verão, primavera, outono e inverno. Através dessas análises procurou-se verificar o padrão de comportamento da temperatura e a interferência sofrida frente a manifestação da precipitação, pois, além do sombreamento que as nuvens proporcionam amenizando a incidência solar, a evaporação da água também interfere mediante o consumo de energia que ocasiona, evitando que seu uso seja aproveitado para o aquecimento. Pelos resultados ficou constatado um quadro de regularidade a partir dos índices próximos a média do período.

Palavras-chave: Temperatura, Oscilação, Regularidade, Comportamento, Precipitação.

Abstract

Analyses were carried out on the temperature data provided by the series released by the Meteorological Institute (2018) understanding the years 1991-2017 in the region of Machado/MG. These data include the monthly averages in three conditions; the general average of the data, the average of the maximum temperatures and the average minimum temperatures. This cast of information became necessary because of the volatility that the temperatures displays along the twenty-four hours of the day in the low latitudes, may present a large oscillation between the morning and early afternoon. The analysis contemplated three distinct moments; the annual behaviour along with the historical series that extends from 1991 to 2017, the occurrence área between the prevailing conditions of semesters rainy and dry, and yet, how was the temperature over the four quarters of the year – spring, summer, autumn and winter. Through these analyzes sought to verify the default behaviour of temperature and the interference suffered outside the manifestation of precipitation,

because, in addition to the shading that the clouds provide softening the solar incidence, the evaporation of water also interferes with the consumption of energy that causes, preventing its use is used for heating. The results confirmed a framework of regularity from the índices close to the average for the period.

Keywords: Temperature, Oscillation, Regularity, Behavior, Precipitation.

1. INTRODUÇÃO

No decorrer dos anos, as investigações desenvolvidas sobre a variabilidade e a mudança do clima usam a temperatura média global da superfície para estabelecer o grau e o significado das mudanças do clima durante o último século (SILVA *et al.*, 2006). A detecção de mudanças climáticas em séries temporais hidrometeorológicas, além de possuir relevância e utilidade, constitui uma necessidade para estabelecer o efeito das mudanças climáticas sobre os sistemas hidrometeorológicos, tornando-se fundamental para o planejamento futuro dos recursos hídricos e produção de alimentos (OBREGÓN; MARENGO, 2007).

No Brasil, a temperatura média aumentou aproximadamente 0,75°C até o final do século XX, considerando a normal climatológica (1961- 1990) de 24,9°C (MARENGO *et al.* 2007). Uma avaliação da variabilidade climática, ao longo do tempo no país, mostra que, dependendo da região analisada, podem ocorrer alterações contínuas ou ciclos bem demarcados dos elementos meteorológicos, como as temperaturas e a precipitação (PINTO *et al.*, 2003).

Segundo indicam pesquisas desenvolvidas por Siqueira *et al.* (1994 a, b) e Siqueira *et al.* (1997), de abrangência nacional, houve no país um aumento de 3°C a 5°C na temperatura com tendência maior de aquecimento entre as regiões Sul e Sudeste. Devido a isso, a possibilidade de mudanças no regime de temperatura e precipitação é frequentemente apontada como consequência da interferência antrópica no ambiente, especialmente através de desmatamentos (SERRA Filho et al 1975) e pela crescente urbanização (KARL et al 1988) sem planejamento adequado que entre outros, altera albedo e fluxos de energia.

Atentando para isto, a presente pesquisa foi desenvolvida, considerando os dados de Temperatura disponibilizados pelo Instituto Meteorológico (2018) para o município de Machado/MG, objetivando o delineamento do comportamento térmico no período situado entre 1999 e 2017 e sua resposta a precipitação em razão das nuvens proporcionarem sombreamento e o processo de evaporação consumir energia que seria destinada ao aquecimento. Em face disto, as oscilações registradas nos termômetros foram analisadas ao longo dos períodos úmidos e secos do ano, procurando entender suas tendências e nuances momentâneos, diagnosticando o quadro estabelecido na área de estudo.

2. ÁREA DE ESTUDO – DESCRIÇÃO CLIMÁTICA

O município de Machado está localizado na Mesorregião Sul/Sudoeste de Minas Gerais. Sua localização geográfica (latitude e longitude) e relevo favorecem segundo entende Sá Junior (2009) um padrão climático classificado Temperado Chuvoso Quente com base na classificação de Köppen-Geiger (1928), com variação média de temperatura nos meses mais frios do ano entre -3°C e 18°C e estações de inverno e verão bem definidas, enquadrando-se no grupo climático C, dividido em duas classes climáticas, a classe Cwa e a classe Cwb. A classe Cwa apresenta um clima temperado úmido com inverno seco e verão quente com a temperatura média do mês mais quente superior a 22°C , enquanto que a classe Cwb apresenta um clima temperado úmido com inverno seco, mas a estação do verão temperado ou moderadamente quente com temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C e temperatura média dos 4 meses mais quentes superiores a 10°C . A classificação climática na microrregião está organizada em três classes, a Cwa Semi-úmido com temperatura média de 15°C a 18°C em pelo menos 1 mês do ano e período seco de 4 a 5 meses, a Cwa Úmido com temperatura média de 15°C a 18°C em pelo menos 1 mês e período seco de 3 meses e a terceira classe climática a Cwb Úmido com temperatura média de 10°C a 15°C e um período seco de 1 a 2 meses do ano (FUPAI, 2013).

Comumente definido como Clima Tropical de Altitude segundo os parâmetros adotados pela classificação de Strahler, possuindo duas estações pluviométricas definidas ao longo do ano – padrão monçônico típico do Clima Tropical – concentrando a precipitação entre os meses de outubro a março, enquanto a estiagem fica delimitada pelos meses de abril a setembro com episódios esporádicos que amenizam a baixa umidade relativa do ar na área. De igual modo o comportamento térmico segue na mesma padronização, mesmo que as temperaturas de outubro e março não sejam tão elevadas como em dezembro, janeiro e fevereiro; assim como as registradas em abril e setembro não sejam frias como aquelas observadas nos meses de junho, julho e agosto.

Por se encontrar no contexto comum e característico do Sul de Minas Gerais, a área tem seu Clima influenciado pela altitude e pelo relevo relativamente acidentado, diferenciando-se ligeiramente da condição verificada, por exemplo, na porção Norte do estado de São Paulo onde a paisagem monótona e menor altitude não promove o mesmo cenário.

Diniz (2016) apresenta um mapa climático da Microrregião de Alfenas onde o município de Machado encontra-se limitado no quadrante UTM composto por 7590000 e 7620000 de latitude, e, 385000 e 430000 de longitude, nos predomínios do Clima Cwa.

Em face das alterações antrópicas sobre a paisagem, o balanço de energia nessa porção da superfície terrestre situada nos domínios das Minas Gerais tem seus parâmetros térmicos levemente alterados frente aos valores admitidos na classificação climática supracitada.

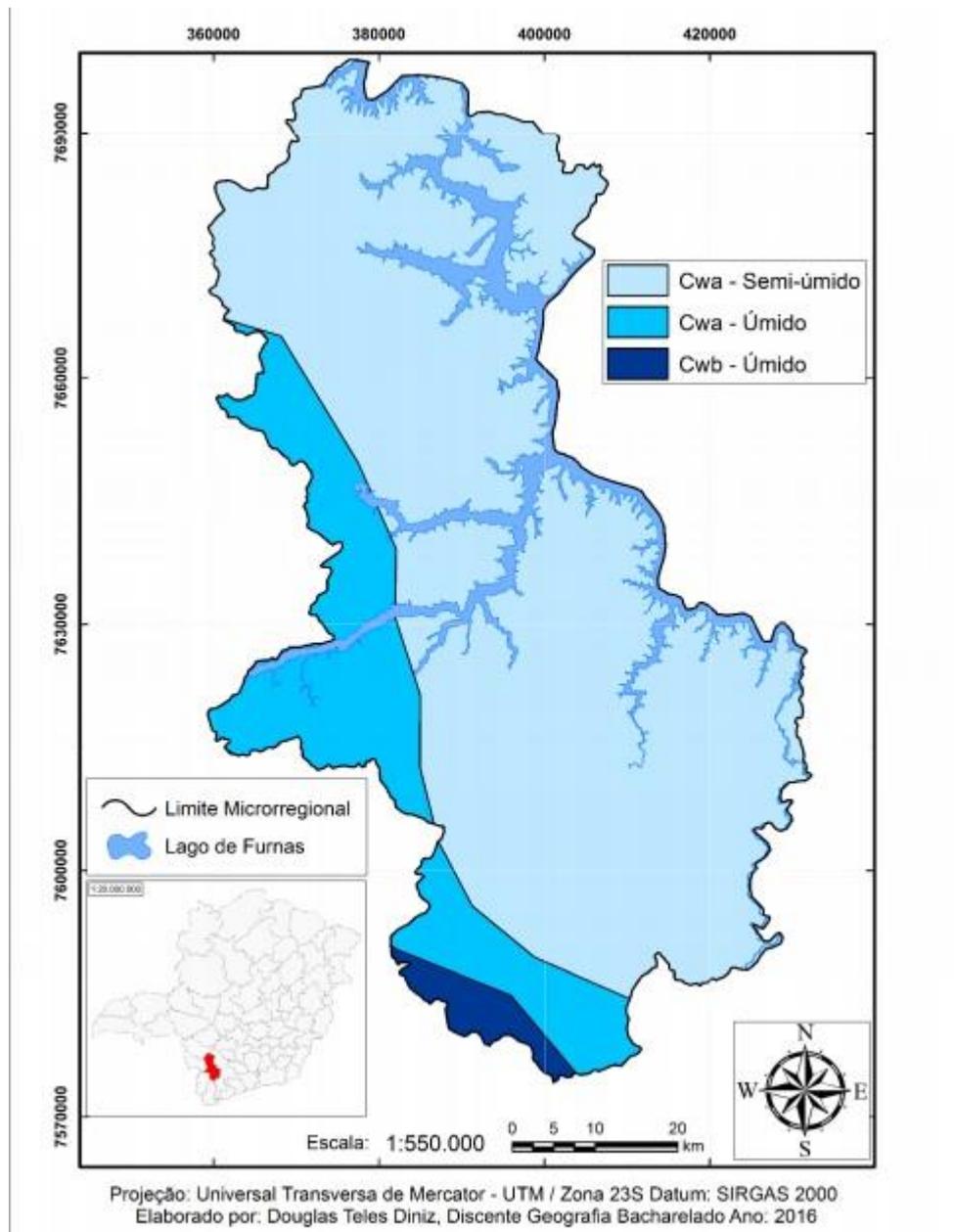


Figura 1 – Clima da Microrregião de Alfenas.

Fonte - Diniz (2016).

3. METODOLOGIA

Uma vez que as análises desenvolvidas sobre o comportamento da precipitação na área de estudo demonstraram que os dados fornecidos pela ANA (2018) 1962-2017, e, INMET (2018) 1991-2017 – apresentam pequenas diferenças, optou-se, em relação à temperatura, pela utilização das informações fornecidas por uma única série, pois, certamente a análise de duas séries distintas chegaria ao mesmo resultado em razão das estações meteorológicas observarem as mesmas regras para sua instalação e funcionamento a partir do momento em que os pesquisadores da atmosfera decidiram na Organização Meteorológica Mundial (OMM) padronizar a coleta de dados através da

definição de parâmetros para instalação e localização das estações, bem como para equipamentos e procedimentos pertinentes.

Dessa forma, foram apresentadas as análises desenvolvidas sobre os dados de temperatura da região de Machado/MG, utilizando os dados fornecidos pelo INMET (2018) para a série 1991-2017 (Tabela 24).

Esses dados contemplam as médias mensais em três condições; a média geral dos dados, a média das temperaturas máximas, e, a média das temperaturas mínimas. Esse elenco de informações fez-se necessário em razão da volatilidade que a temperatura apresenta ao longo das vinte e quatro horas do dia nas latitudes baixas, podendo apresentar uma grande oscilação entre a madrugada e o início da tarde.

As análises contemplaram três momentos distintos; o comportamento anual ao longo da série histórica que se estende de 1991 a 2017, a ocorrência separada entre as condições prevalecentes dos semestres chuvosos e secos, e, ainda, como esteve a temperatura ao longo dos quatro trimestres do ano – verão, primavera, outono e inverno.

Através dessas análises procurou-se verificar o padrão de comportamento da temperatura e a interferência sofrida – se houve, frente a manifestação da precipitação, pois, além do sombreamento que as nuvens proporcionam amenizando a incidência solar, a evaporação da água também interfere mediante o consumo de energia que ocasiona, evitando que seu uso seja aproveitado para o aquecimento.

Ademais, quanto maior o calor, maior será a expectativa de consumo de água pelas plantas, seres vivos e sociedade.

Com base na metodologia de “Anos Padrões” utilizada para classificação da precipitação numa série temporal, foram estabelecidas na presente pesquisa cinco classes de enquadramento térmico para os anos, semestres e trimestres abrangidos pela série histórica utilizada. Quente (Q) quando o desvio em relação à média do período foi superior a 1°C, Tendente a Quente (TQ) quando esteve entre 0,5°C e 1°C acima, Normal (N) quando a temperatura não distanciou mais que 0,5°C positivo ou negativo em relação à média, Tendente a Frio (TF) quando o desvio esteve entre 0,5° e 1°C negativos, e, Frio (F) quando a perda em relação à média superou 1°C.

Tabela 1 – Valores e classes adotados para temperatura.

Metodologia “Anos Padrões”			
Classificação	Padrões Térmicos	Siglas	Desvio (+) ou (-) em %
Anos Quentes	Quente (Q)	(Q)	> 1°C
	Tendente a Quente (TQ)	(TQ)	(+) 0,5 / (+) 1°C
Anos Normais	Normal (N)	(N)	0°C / 0,5°C
	Tendente a Frio (TF)	(TF)	(-) 0,5°C / (-) 1°C
Anos Frios	Frio (F)	(F)	< 1°C

4. ESTUDO DE CASO

Como é possível observar na Tabela 2, a diferença entre a média máxima e a média mínima (13°C) chega quase ao mesmo valor da média das mínimas, demonstrando que a oscilação é relevante e deve ser considerada tendo-se em conta os ótimos que cada planta possui e os parâmetros de conforto térmico que os seres vivos também requerem. Além disso, toda a paisagem possui uma resposta frente aos índices térmicos, podendo apresentar sinais de estresses graves caso a situação extrema seja acompanhada pela menor ou maior disponibilidade hídrica no sistema.

Tabela 2 – Temperaturas Máxima, Média e Mínima entre 1991 e 2017.

ANO	TEMPERATURA MÁXIMA	TEMPERATURA MÉDIA	TEMPERATURA MÍNIMA
1991	26,77	19,91	14,7
1992	26,1	19,79	14,99
1993	27,03	19,95	14,91
1994	27,1	19,63	14,02
1995	27,2	20,07	14,81
1996	26,86	19,71	14,49
1997	28,58	20,42	14,51
1998	27,71	20,31	15,29
1999	27,43	19,87	14,28
2000	27,42	19,79	14,42
2001	28,75	20,51	14,79
2002	29,3	20,99	15,19
2003	28,71	20,49	14,68
2004	27,63	19,84	14,38
2005	27,82	20,26	14,95
2006	28,54	20,29	14,44
2007	27,86	20,23	14,59
2008	27,4	20,31	14,97
2009	27,36	20,26	15,04
2010	27,94	20,24	14,38
2011	27,53	20,11	14,59
2012	27,74	20,38	14,75
2013	27,4	20,08	14,65
2014	28,56	20,85	14,76
2015	28,21	20,92	15,57
2016	28,6	21,07	14,99
2017	28,05	20,55	14,65
Médias	27,76	20,25	14,76

Fonte - INMET (2018).

Conforme a Figura 2 demonstra, a oscilação entre as médias manteve-se relativamente irregular ao longo da série histórica, com exceção do período compreendido pelos anos 1998 e 2005, com breve retorno entre 2011 e 2013. Nos demais hiatos de anos o ganho ou perda das temperaturas máximas, médias e mínimas não se mostrou articulado.

Através desse pode-se constatar que as oscilações das temperaturas médias máximas ao longo da série foram as maiores, seguindo de um pouco mais de 1,5°C de queda em relação à média

em 1992 para 2°C acima da média histórica em 2002. A oscilação das temperaturas médias mínimas nunca esteve distante em 1°C da média para a série histórica, assim como para as temperaturas médias.

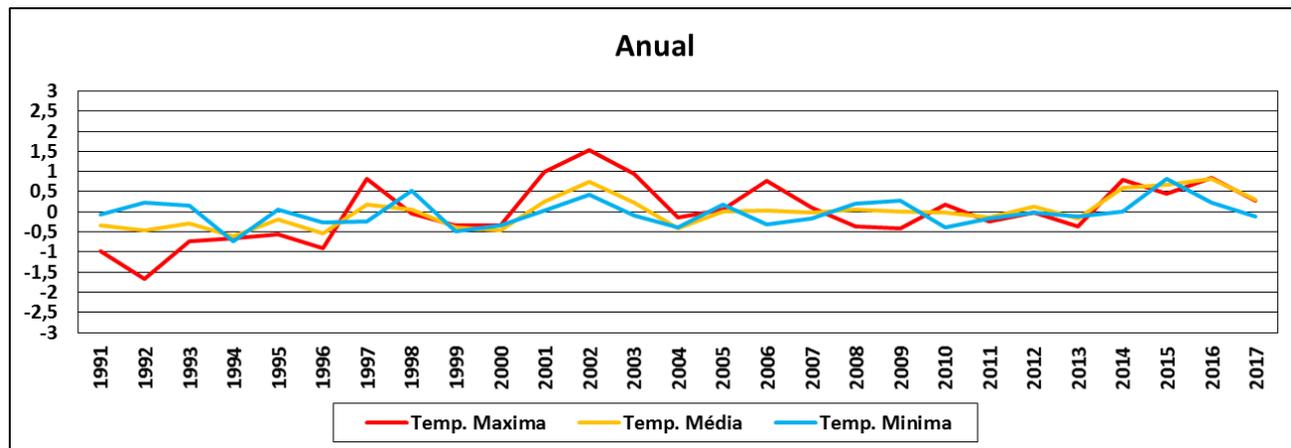


Figura 2 – Comportamento das médias térmicas máximas, médias e mínimas ao longo da série histórica 1991-2017.
Fonte - INMET (2018).

No entanto, aprofundando a análise com a aproximação da Figura 3 é possível observar que o comportamento da temperatura na área de estudo sofre uma significativa influência da água precipitada que resfria a superfície e consome energia na evaporação ao mesmo tempo em que disponibiliza vapor d'água para armazenar energia, assim como nuvens que provocam o sombreamento ao mesmo tempo em que oferecem um “teto” de cobertura que evita a perda a noite.

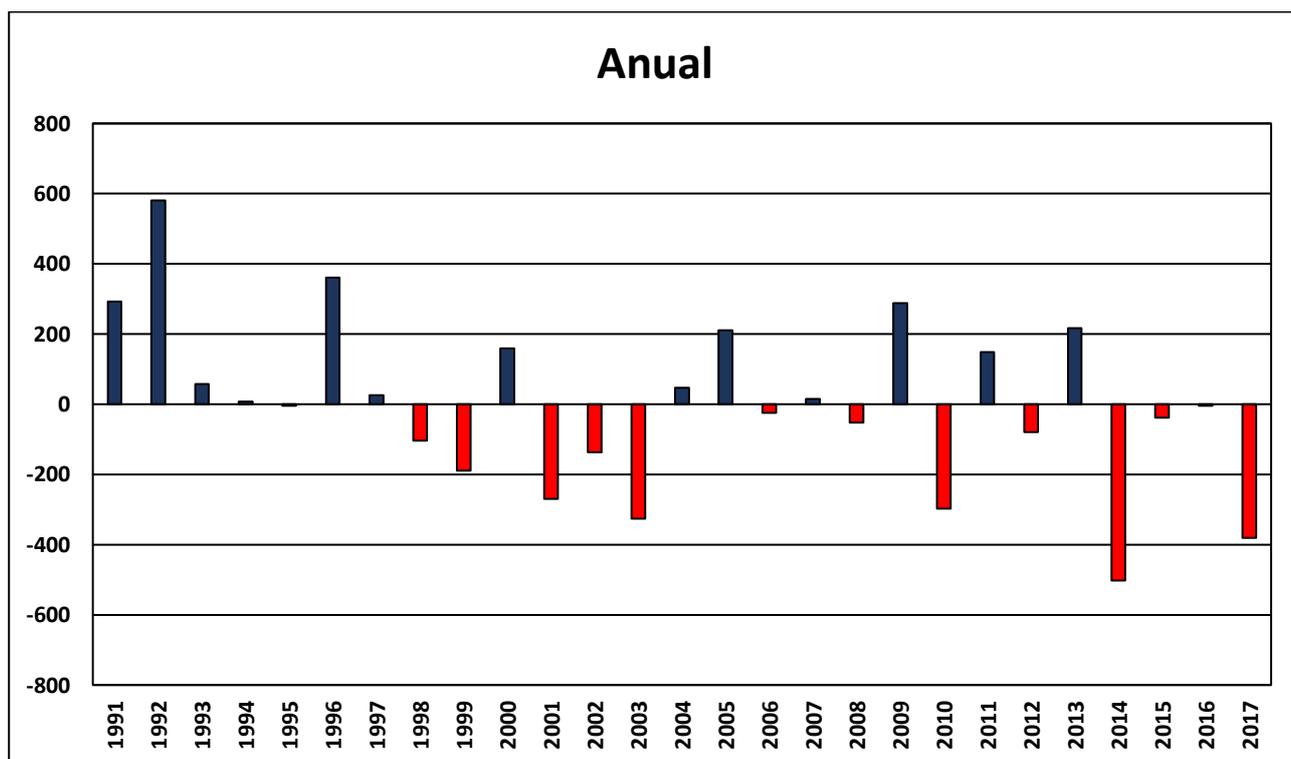


Figura 3 – Precipitação anual da série em relação à média (1991 - 2017).
Fonte - INMET (2018).

Via de regra, percebe-se que em anos com precipitação acima da média histórica como em 1992, 1996, 2000, 2005, 2011 e 2013 onde certamente há maior presença de nuvens e água, as temperaturas máximas apresentam “picos” negativos em relação aos anos próximos, sinalizando uma possível amenização do calor devido o sombreamento das nuvens, resfriamento parcial provocado pela água precipitada e consumo de energia na evaporação da mesma. Paralelo a isso é interessante notar que a oscilação das temperaturas mínimas não sofre tamanha alteração em função do “teto” baixo oferecido pelas nuvens e do vapor d’água que não permite uma queda abrupta do calor.

Essa correlação fica destacada quando se verifica que os ganhos registrados nas temperaturas mínimas tendem a ocorrer nos anos em que a precipitação fica abaixo da média histórica, favorecendo “janelas” permanentes ao longo do dia por onde os raios solares incidem permanentemente sobre a superfície enviando energia maior que nos dias em que essas janelas são menores e possuem menor duração. Aliás, as temperaturas máximas também se beneficiam nesses momentos, apresentando seus picos e movimentos ascendentes em relação aos anos próximos como se observa em 2002, 2003, 2004, 2010 e 2014.

Também fica claro que esse padrão contrastante entre os anos com precipitação maior que a média pode ser estabelecida em alguns anos nos quais a pluviosidade está próxima do valor mediano do período, sinalizando, por conseguinte, que o sombreamento maior dos anos com maior nebulosidade, somado ao maior volume de água disponível no sistema coopera com a amenização do calor acumulado na área.

Sob os parâmetros adotados no estudo, a área possui uma relativa regularidade no tocante ao comportamento da temperatura, pois, independente da modalidade considerada – máximas, médias ou mínimas – verifica-se que as classes extremas – Quente e Frio – são registradas uma única vez, confirmando que a habitualidade ainda caracteriza essa variável climatológica. Além disso, a classe média, definida como Normal prevalece de forma incontestável mesmo diante das outras duas que atuam como intermediárias, sobretudo nas temperaturas médias e mínimas. Regularidade é sinônimo de que a conjuntura atmosférica se encontra em equilíbrio.

No que diz respeito aos valores absolutos, mais uma vez registra-se, sobretudo nas temperaturas médias e mínimas uma regularidade que impede extremos distantes da média. Apenas nas temperaturas máximas os extremos alcançam mais que 1,5°C dos valores médios. Obviamente, fica subentendido que a pequena oscilação em curso na série histórica diz respeito as temperaturas máximas, distanciando as discussões acerca das temperaturas mínimas.

No entanto, como as médias são perigosas para as latitudes baixas, foram desenvolvidas ainda análises considerando a verdadeira influência das nuvens e das águas sobre a temperatura, considerando-se os índices térmicos nos semestres chuvosos e secos, como também, acerca do

comportamento que os valores registrados nos termômetros apresentam ao longo dos três trimestres do ano, destacando se que a média ofusca extremos do verão ou do inverno.

Tabela 3 – Frequência das Classes de Temperatura Máximas para Série Histórica 1991-2017.

Classes	Frequência Anual	%	Colocação
F	1x	03,70%	4°
TF	5x	18,51%	3°
N	14x	51,85%	1°
TQ	6x	22,22%	2°
Q	1x	03,70%	4°

Tabela 4 – Frequência das Classes de Temperatura Médias para Série Histórica 1991-2017.

Classes	Frequência Anual	%	Colocação
F	-	-	-
TF	2x	07,40%	3°
N	21x	77,77%	1°
TQ	4x	14,81%	2°
Q	-	-	-

Tabela 5 – Frequência das Classes de Temperatura Mínimas para Série Histórica 1991-2017.

Classes	Frequência Anual	%	Colocação
F	-	-	-
TF	2x	07,40%	2°
N	23x	85,18%	1°
TQ	2x	07,40%	2°
Q	-	-	-

Tabela 6 – Temperaturas médias da série e seus anos representativos.

ANUAL	FRIO	NORMAL	QUENTE	MÉDIA (1991-2017)
TEMP. MÁX	26,1 1992	27,74 2012	29,3 2002	27,76
TEMP. MÉD	19,63 1994	20,24 20,26 2010 2005 e 2009	21,07 2016	20,25
TEMP. MIN	14,02 1994	14,76 2014	15,57 2015	14,76

Segundo exprime a Tabela 7 e as Figuras 4 e 5, o comportamento das temperaturas – máximas, médias e mínimas – ao longo do semestre chuvoso encontra-se relacionado com o comportamento da precipitação no mesmo período, sinalizando que independentemente dos valores absolutos, a temperatura sofre perceptível influência tanto das nuvens responsáveis pelo sombreamento e o teto baixo, como das águas que refrescam a superfície, consomem energia na evaporação e ainda fornecem vapor d'água para a atmosfera. Em razão disto, fica evidenciada a importância que a precipitação possui nos climas situados nas latitudes baixas no controle da

temperatura, sobretudo amenizando os picos de calor que prevalecem devido ao ganho de energia proporcionado pelo grau de incidência do raio solar.

Também é interessante notar como as temperaturas do período mais quente do ano encontram-se situadas acima da média anual. Para valores médios anuais de temperatura máxima, média e mínima situados em 27,76°C, 20,25°C, e, 14,76°C, tem-se respectivamente 29,15°C, 22,36°C, e, 17,64°C.

Tabela 7 – Temperaturas Máxima, Média e Mínima entre 1991 e 2017 durante os semestres chuvosos.

ANO	TEMPERATURA MÁXIMA	TEMPERATURA MÉDIA	TEMPERATURA MÍNIMA
1991/92	27,93	21,79	17,17
1992/93	27,87	21,62	17,13
1993/94	28,64	22,26	17,78
1994/95	29,03	22,58	18,10
1995/96	28,34	21,99	17,45
1996/97	27,74	21,44	17,14
1997/98	30,17	23,14	18,57
1998/99	28,6	22,09	17,95
1999/00	28,01	21,71	17,16
2000/01	30,58	22,69	17,74
2001/02	29,39	22,17	17,54
2002/03	30,64	23,16	18,14
2003/04	29,05	21,91	17,07
2004/05	29,4	22,09	17,30
2005/06	29,87	22,58	17,75
2006/07	28,18	22,13	17,94
2007/08	28,95	22,22	17,15
2008/09	28,66	22,10	17,74
2009/10	29,4	22,79	18,01
2010/11	29,03	22,44	17,85
2011/12	28,56	21,87	17,12
2012/13	29,4	22,70	17,94
2013/14	29,91	22,88	17,25
2014/15	29,65	22,67	17,52
2015/16	30,2	23,22	18,62
2016/17	30,32	22,85	17,50
2017/18	29,32	22,70	17,67

Fonte: INMET (2018).

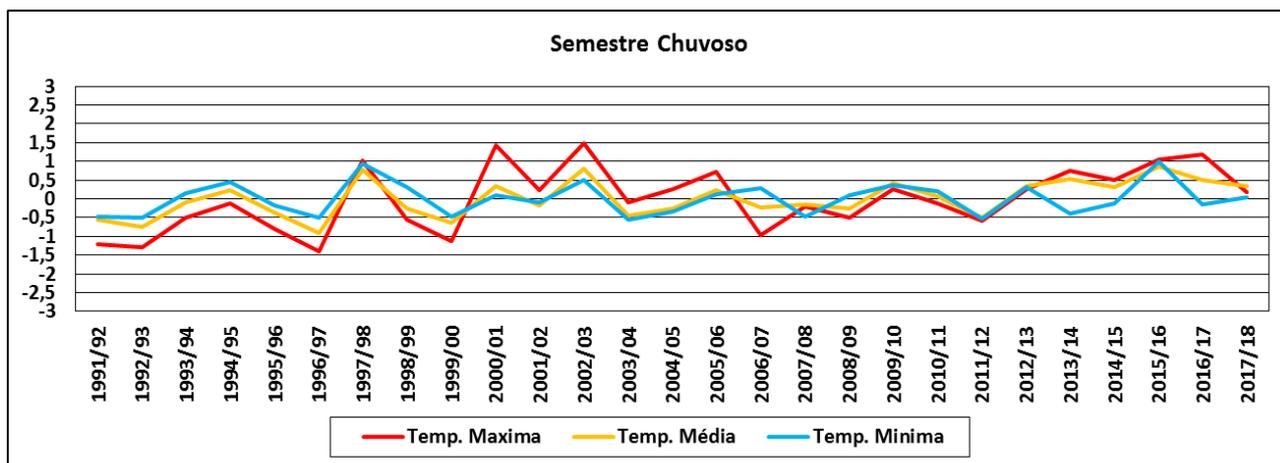


Figura 4 – Comportamento das temperaturas médias máximas, médias e mínimas ao longo dos semestres chuvosos da série histórica 1991-2017.

Fonte - INMET (2018).

Conforme é possível observar, a maior diferença é encontrada nas temperaturas mínimas, sinalizando que o período é regido pelas temperaturas elevadas e depende da conjuntura atmosférica responsável pela formação das chuvas para evitar que ondas de calor acima do esperado tornem-se frequentes e provoquem uma série de contratempos.

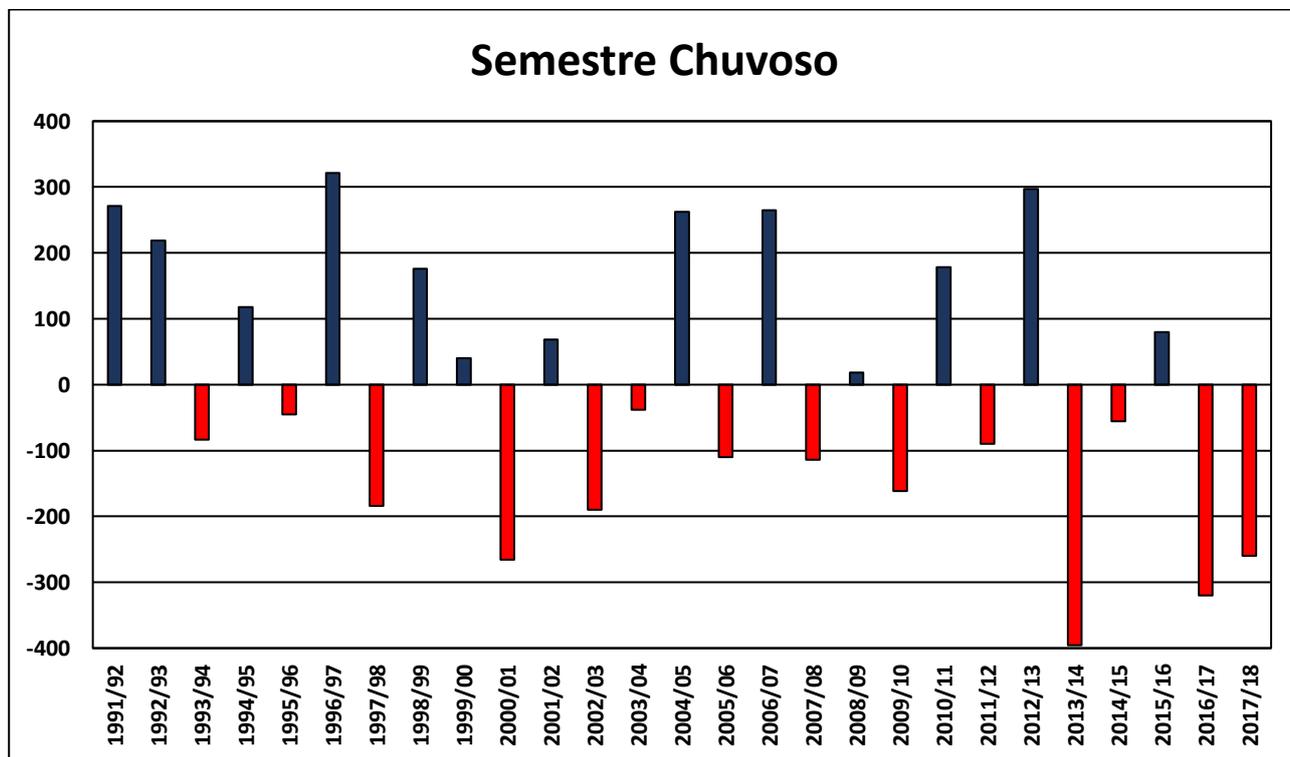


Figura 5 – Semestres Chuvosos da série histórica 1991-2017.

Fonte - INMET (2018).

Com base nos parâmetros adotados no presente estudo, torna-se mais uma vez perceptível que a regularidade caracteriza o comportamento da temperatura (Tabelas 8, 9 e 10).

Tabela 8 – Frequência das Classes de Temperatura Máximas nos semestres chuvosos da Série Histórica 1991-2017.

Classes	Frequência Anual	%	Colocação
F	4x	14,81%	3°
TF	5x	18,51%	2°
N	11x	40,74%	1°
TQ	3x	11,11%	5°
Q	4x	14,81%	3°

Tabela 9 – Frequência das Classes de Temperatura Médias nos semestres chuvosos da Série Histórica 1991-2017.

Classes	Frequência Anual	%	Colocação
F	-	-	-
TF	5x	18,51%	2°
N	18x	66,66%	1°
TQ	4x	14,81%	3°
Q	-	-	-

Tabela 10 – Frequência das Classes de Temperatura Mínimas nos semestres chuvosos da Série Histórica 1991-2017.

Classes	Frequência Anual	%	Colocação
F	-	-	-
TF	3x	11,11%	2º
N	22x	81,48%	1º
TQ	2x	07,40%	2º
Q	-	-	-

Nas tabelas acima fica evidenciada mais uma vez a regularidade que acompanha as temperaturas médias e mínimas nos semestres chuvosos assim como ocorreu com a série anual, entretanto, fica evidente que no período mais quente do ano as situações extremas – Quente ou Frio – aumentam quatro vezes mais em relação ao padrão anual, indicando que por vezes alguns picos conseguem se estabelecer devido à ausência dos mecanismos de contenção que são proporcionados pelo sombreamento, o choque térmico da água precipitada com a superfície aquecida, ou ainda, o consumo de energia graças a evaporação do volume maior de água precipitada, sinalizando que alterações e mudanças que impliquem na redução das chuvas podem impactar a área de estudo de maneira significativa e preocupante, sobretudo se estiver aliada a uma redução do índice pluviométrico num momento em que a elevação da temperatura estimular um aumento no consumo.

Tabela 11 – Temperaturas médias dos semestres chuvosos e seus anos representativos.

SEMESTRE CHUVOSO	FRIO	NORMAL	QUENTE	MÉDIA (1991-2017)
TEMP. MÁX	27,74 1996/97	29,05 2003/04	30,64 2002/03	29,15
TEMP. MÉD	21,44 1996/97	22,44 2010/2011	23,22 2015/16	22,36
TEMP. MIN	17,07 2003/04	17,67 2017/18	18,62 2015/16	17,64

Diante dessa tendência e aspectos pontuais, seguiu-se a análise do comportamento da temperatura durante os semestres secos com o intuito de verificar simetrias e particularidades, pois, não obstante ao fato dessa seção do ano abrigar os meses mais frios, a latitude da área favorece até mesmo nesse período um aquecimento nas horas mais quentes do dia que pode esconder e amenizar ao longo da série as quedas mais significativas de temperatura.

A série anual apresentava uma média situada em 27,76°C para as temperaturas máximas, 20,25°C para as temperaturas médias, e, 14,76°C para as temperaturas baixas, enquanto que os semestres chuvosos apresentavam respectivamente 29,15°C, 22,36°C, e, 17,64°C, e, os semestres secos apresentam por seu turno 26,41°C, 17,94°C, e, 11,99°C, ou seja, no período chuvoso as temperaturas mínimas quase equivalem as temperaturas médias do período seco, confirmando a expectativa de que alterações sejam identificadas ao menos no que diz respeito aos valores absolutos.

Pelo que se pode observar nas Tabelas 12 e 13, em nenhum momento a temperatura mais elevada dentre as temperaturas mínimas dos semestres secos consegue alcançar a média das temperaturas mínimas dos semestres chuvosos, assim como no caso das temperaturas médias; a exceção encontra-se apenas nas temperaturas máximas graças ao desempenho apresentado pelo ano de 2017 dos semestres secos, um verdadeiro ponto fora da reta. No entanto, no que tange a comparação inversa, onde as menores temperaturas apresentadas nas três modalidades admitidas no estudo são consideradas, em nenhum momento os índices apresentados ao longo dos semestres chuvosos chegam ao patamar médio apresentado pela temperatura nos semestres secos, sinalizando, mesmo com o emblemático exemplo do semestre seco de 2017 que as condições que prevalecem nos dois semestres do ano são diferentes e específicas, cada qual com suas características particulares que justificam opção apresentada desde o início das análises.

Tabela 13 – Temperaturas Máxima, Média e Mínima entre 1991 e 2017 durante os semestres secos.

ANO	TEMPERATURA MÁXIMA	TEMPERATURA MÉDIA	TEMPERATURA MÍNIMA
1991	25,49	17,94	11,99
1992	24,75	18,04	12,93
1993	25,48	17,88	12,34
1994	26,03	17,86	11,40
1995	26,24	18,21	12,13
1996	25,26	17,34	11,26
1997	27,43	18,06	11,10
1998	26,22	18,19	12,41
1999	26,25	17,78	11,25
2000	25,76	17,29	11,03
2001	27,39	18,63	12,04
2002	28,22	19,07	12,47
2003	27,48	18,36	11,60
2004	26,66	18,10	11,84
2005	26,14	18,24	12,36
2006	27,76	18,05	10,96
2007	26,84	18,36	11,64
2008	26,23	18,46	12,18
2009	25,65	17,99	12,05
2010	26,53	17,96	11,14
2011	26,51	18,06	11,44
2012	26,02	18,17	11,95
2013	25,97	18,01	11,88
2014	26,80	18,52	12,03
2015	26,28	18,78	12,97
2016	27,21	18,88	12,05
2017	26,47	18,39	11,75

Fonte - INMET (2018).

Recorrendo mais uma vez a comparação direta entre as Figuras de Temperatura (6) com o de Precipitação (7) é possível avaliar o papel que a pluviosidade possui frente aos índices térmicos nessa época do ano.

Mais uma vez, é possível notar num primeiro olhar que as temperaturas máximas do período tendem a cair nos anos em que a precipitação é superior que a média calculada da série, e, a aumentar quando os índices pluviométricos se encontram abaixo do valor mediano. O inverso ocorre com as temperaturas mínimas com exceção de 2001, 2002, 2003 e 2015.

Pelo que se pode entender, o teto baixo formado pelas nuvens e o vapor d'água disponibilizados nos períodos mais chuvosos atuam na contenção de uma queda abrupta da temperatura, assim como, a insolação excessiva recebida em alguns anos secos pode conferir energia extra que coopera no mesmo sentido, ainda que, fica notória a falta que o teto de nuvens e o vapor d'água fazem para a regularidade da temperatura por evitar uma queda acentuada. Provavelmente o comportamento destacado nos anos de 2001, 2002 e 2003 2015 encontra justificativa no predomínio de uma massa de ar relativamente quente para essa época do ano que impedia a esperada queda da temperatura para os períodos de noites limpas. Entretanto, no que tange a 2015 essa é ainda uma possibilidade que precisa de maiores avaliações pois a temperatura máxima da área retorna ao valor médio da série ainda que a temperatura mínima tenha apresentado um ganho de cerca de 1°C.

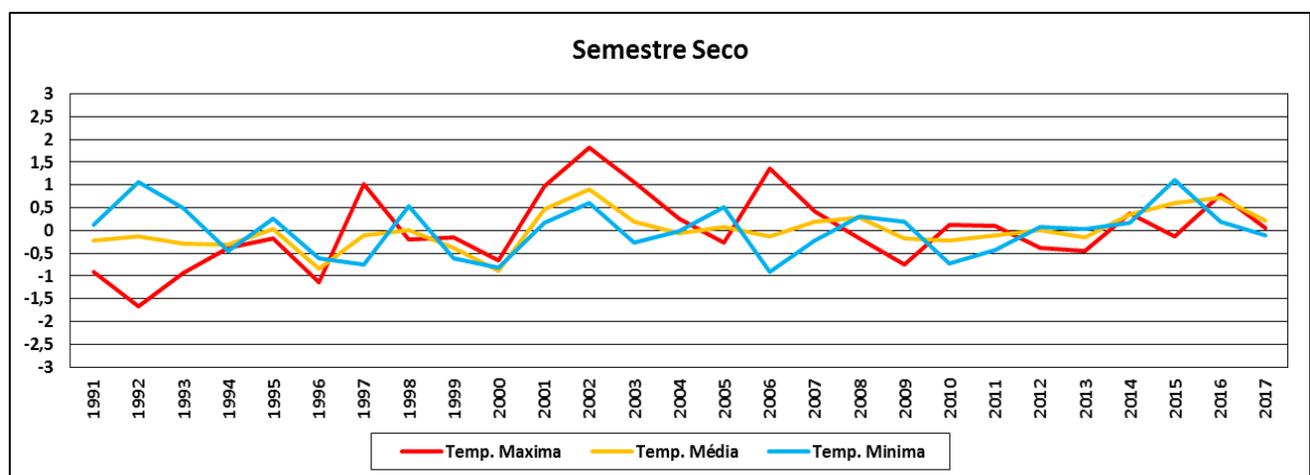


Figura 6 – Comportamento das temperaturas médias máximas, médias e mínimas ao longo dos semestres secos da série histórica 1991-2017.

Fonte - INMET (2018).

Enquanto esse quadro específico não pode ser melhor compreendido, a análise da regularidade das temperaturas seguiu adiante (Tabelas 14, 15 e 16) procurando evidenciar como os semestres da série se distribuíram entre as classes adotadas, e, quais entendimentos foram obtidos a partir do comportamento observado, ainda que sejam médias.

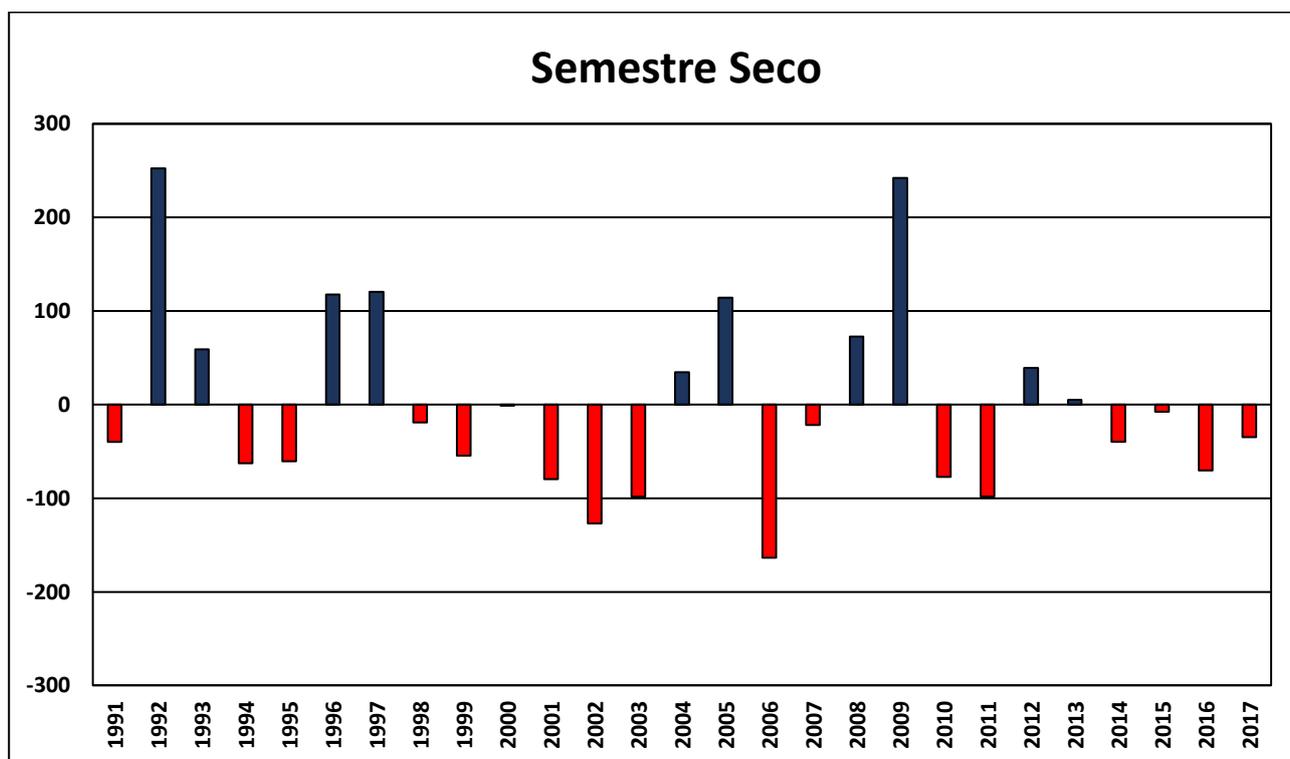


Figura 7 – Semestres Secos da série histórica 1991-2017.
Fonte - INMET (2018).

Tabela 14 – Frequência das Classes de Temperatura Máximas nos semestres secos da Série Histórica 1991-2017.

Classes	Frequência Anual	%	Colocação
F	4x	14,81%	3°
TF	5x	18,51%	2°
N	11x	40,74%	1°
TQ	3x	11,11%	5°
Q	4x	14,81%	3°

Tabela 15 – Frequência das Classes de Temperatura Médias nos semestres secos da Série Histórica 1991-2017.

Classes	Frequência Anual	%	Colocação
F	-	-	-
TF	5x	18,51%	2°
N	18x	66,66%	1°
TQ	4x	14,81%	3°
Q	-	-	-

Tabela 16 – Frequência das Classes de Temperatura Mínimas nos semestres secos da Série Histórica 1991-2017.

Classes	Frequência Anual	%	Colocação
F	-	-	-
TF	3x	11,11%	2°
N	22x	81,48%	1°
TQ	2x	07,40%	2°
Q	-	-	-

Conforme atestam os dados apresentados nas Tabelas 14, 15 e 16, há sim um quadro de relativa regularidade semelhante aquele observado na série anual e nos semestres chuvosos, sobretudo em relação as temperaturas médias e mínimas que mais uma vez sequer apresentam um único semestre enquadrado numa das classes extremas – Quente ou Frio – enquanto que as temperaturas máximas possuem menos de trinta por cento dos semestres nessas classes, mantendo, inclusive um quadro semelhante ao que foi observado na análise desenvolvida nos semestres chuvosos.

Tabela 17 – Temperaturas médias dos semestres secos e seus anos representativos.

SEMESTRE SECO	FRIO	NORMAL	QUENTE	MÉDIA (1991-2017)
TEMP. MÁX	24,75	26,47	28,22	26,41
	1992	2017	2002	
TEMP. MÉD	17,29	18,17	19,07	18,17
	2000	2012	2002	
TEMP. MIN	10,96	11,88	12,97	11,86
	2006	2013	2015	

Em face da simetria que passa a existir entre os períodos avaliados até o presente momento – série anual, semestres chuvosos e semestres secos – e do cuidado que os dados de temperatura média recobram, um desdobramento semelhante aquele desenvolvido sobre a precipitação também teve lugar no estudo, avaliando o comportamento das temperaturas médias – máximas, médias e mínimas – ao longo dos quatro trimestres do ano.

Com essa análise procurou-se identificar particularidades específicas que se dissimulam na média de períodos maiores, assim como tendências que se repetem semelhantes aquelas já identificadas nas verificações procedidas na série histórica.

A Tabela 18 e a Figura 8 apresentam os dados médios das temperaturas durante os meses do verão.

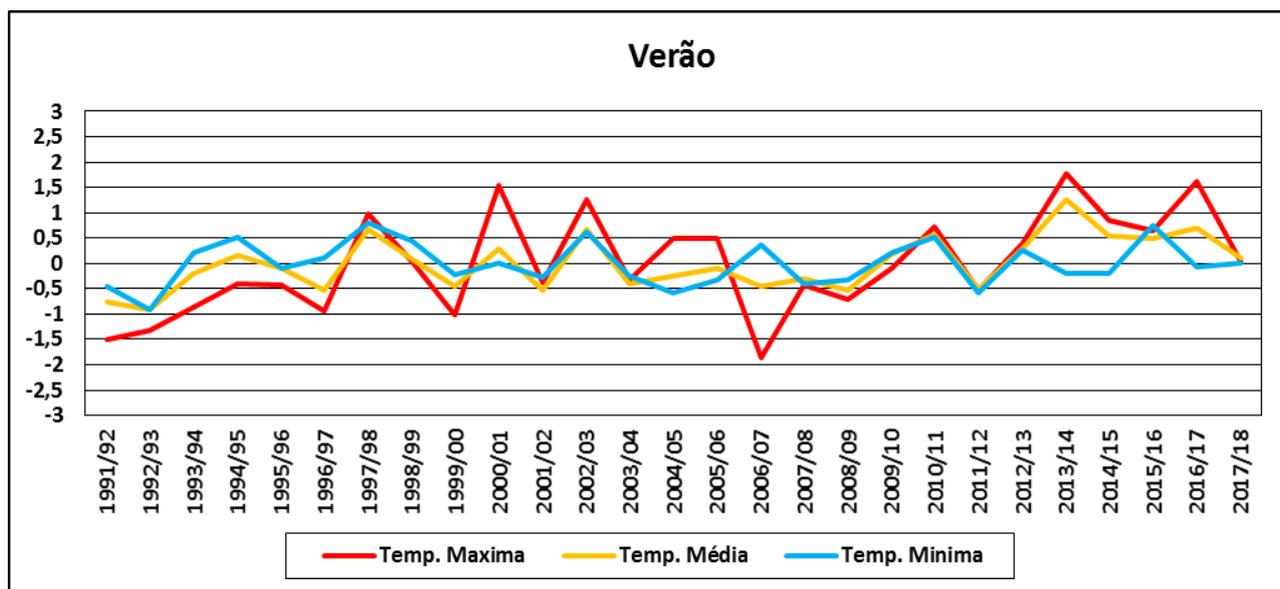
Nessa época do ano o ângulo de incidência do raio solar favorece o ganho de energia, por isso, entendendo que mesmo a ação do sombreamento das nuvens ou da água em contato com a superfície poderiam não impactar como noutros períodos do ano, avaliou-se a correlação da temperatura com a precipitação para entender as particularidades do trimestre.

Analisando as Figuras 8 e 9, observa-se o comportamento das temperaturas máximas e mínimas frente a precipitação.

Tabela 18 – Temperaturas Máxima, Média e Mínima entre 1991 e 2017 durante os trimestres do verão.

ANO	TEMPERATURA MÁXIMA	TEMPERATURA MÉDIA	TEMPERATURA MÍNIMA
1991/92	27,88	22,01	17,92
1992/93	28,06	21,86	17,47
1993/94	28,53	22,57	18,59
1994/95	28,98	22,94	18,89
1995/96	28,95	22,70	18,26
1996/97	28,45	22,25	18,49
1997/98	30,35	23,44	19,17
1998/99	29,42	22,88	18,82
1999/00	28,35	22,32	18,15
2000/01	30,93	23,07	18,38
2001/02	29,02	22,24	18,09
2002/03	30,64	23,46	18,98
2003/04	29,05	22,37	18,13
2004/05	29,87	22,53	17,78
2005/06	29,87	22,69	18,03
2006/07	27,52	22,32	18,73
2007/08	28,94	22,48	17,97
2008/09	28,67	22,24	18,04
2009/10	29,28	22,96	18,57
2010/11	30,10	23,35	18,89
2011/12	28,86	22,28	17,78
2012/13	29,77	23,07	18,64
2013/14	31,15	24,04	18,18
2014/15	30,22	23,31	18,18
2015/16	30,02	23,28	19,13
2016/17	31,00	23,49	18,31
2017/18	29,42	22,89	18,38
Médias	29,38	22,78	18,37

Fonte - INMET (2018).

**Figura 8** – Comportamento das temperaturas médias máximas, médias e mínimas ao longo dos trimestres de verão da série histórica 1991-2017.

Fonte - INMET (2018).

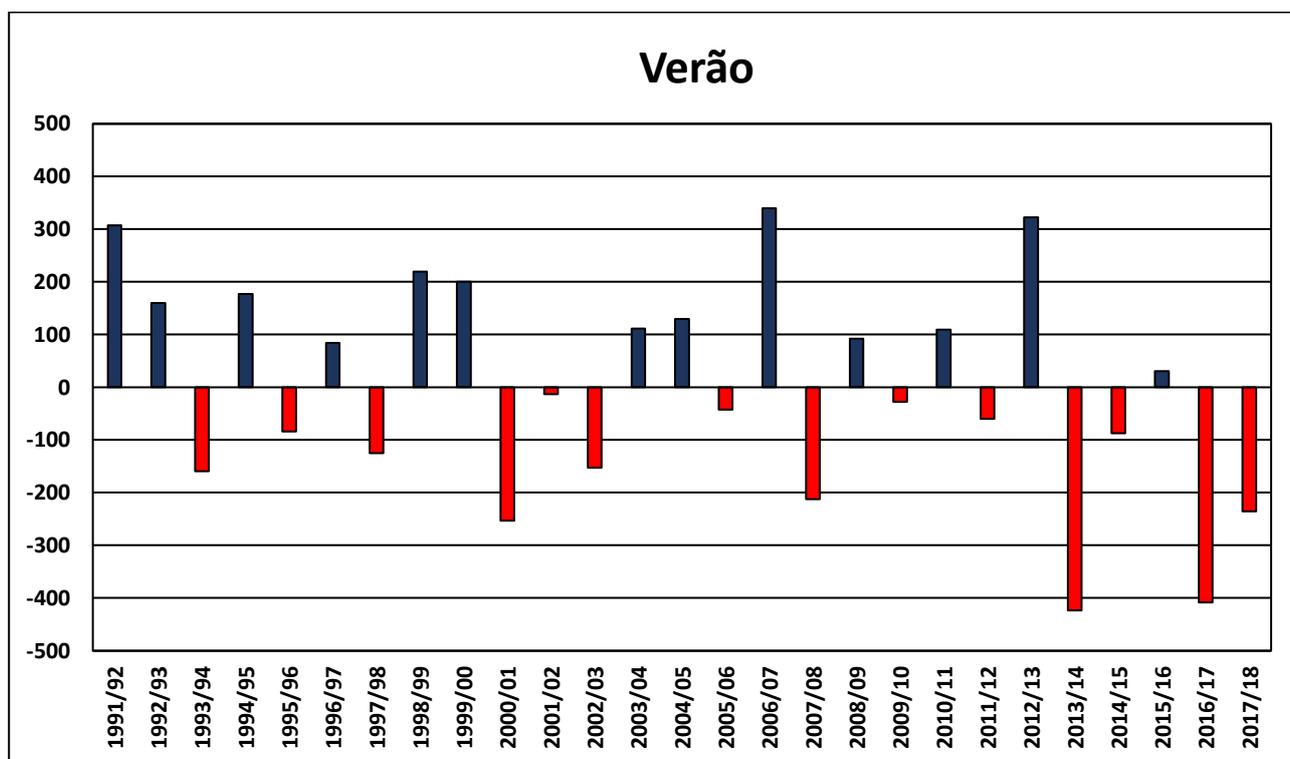


Figura 9 – Precipitação de verão (trimestre) da série histórica 1991-2017.

Fonte - INMET (2018).

Segundo é possível observar, entre os dezesseis momentos articulados onde a temperatura máxima apresenta um pico – positivo ou negativo – e a precipitação também oscila ao longo da série histórica, temos apenas quatro que não seguem a tendência estabelecida. Nos demais a temperatura máxima apresenta movimento descendente sempre que a precipitação se apresenta acima da média, assim como atinge picos positivos e movimentos ascendentes nos momentos em que a precipitação fica aquém do ano anterior ou abaixo da média. As situações vivenciadas em 1997/98, 2011/12, 2012/13 e 2017/18 que representam 25% dos momentos mais destacados da série precisam de um estudo mais detalhado para explicar o comportamento específico que apresentam, pois, além da incidência dos raios solares e demais condições atmosféricas como nebulosidade e vapor d'água, pesam ainda como um dos fatores intervenientes do desempenho da temperatura a ação das massas de ar e dos processos antrópicos locais, sobretudo, aqueles situados nas proximidades das estações meteorológicas – pontos de coleta dos dados.

No que diz respeito a regularidade, as Tabelas 18, 19 e 20 auxiliam apresentando a distribuição dos trimestres pelas classes adotadas na metodologia de estudo, fornecendo as informações pertinentes ao predomínio que ocorre frente aos padrões térmicos. A regularidade é identificada pela predominância de anos Normais frente aos extremos – Quente ou Frio.

Tabela 18 – Frequência das Classes de Temperatura Máximas nos trimestres de verão da Série Histórica 1991-2017.

Classes	Frequência Anual	%	Colocação
F	4x	14,81%	2°
TF	4x	14,81%	2°
N	11x	40,74%	1°
TQ	4x	14,81%	2°
Q	4x	14,81%	2°

Tabela 19 – Frequência das Classes de Temperatura Médias nos trimestres de verão da Série Histórica 1991-2017.

Classes	Frequência Anual	%	Colocação
F	-	-	-
TF	5x	18,51%	2°
N	16x	59,25%	1°
TQ	5x	18,51%	2°
Q	1	03,70%	4°

Tabela 20 – Frequência das Classes de Temperatura Mínimas nos trimestres de verão da Série Histórica 1991-2017.

Classes	Frequência Anual	%	Colocação
F	-	-	-
TF	3x	11,11%	2°
N	19x	70,37%	1°
TQ	5x	18,51%	2°
Q	-	-	-

Conforme demonstram os dados, a ocorrência das classes extremas é maior nas temperaturas máximas, mas ainda assim, não alcança a grandeza da terça parte dos trimestres. Aliás, trimestres frios e quentes se equivalem ocorrendo cada um quatro vezes, assim como aqueles situados nas classes transitórias tendente a quente ou tendente a frio. Diante disto, fica perceptível o padrão de regularidade que é surpreendido espaçadamente pelas ocorrências extremas.

Por seu turno, as temperaturas médias e mínimas apresentam maior regularidade ainda, com a manifestação de um único trimestre em classe extrema (temperatura média de 2013 situada na classe Quente) e trimestres Normais acima de cinquenta por cento.

Tabela 21 – Temperaturas médias dos trimestres de verão e seus anos representativos.

VERÃO	FRIO	NORMAL	QUENTE	MÉDIA (1991-2017)
TEMP. MÁX	27,52 2006/07	29,42 2017/18	31,15 2013/14	29,38
TEMP. MÉD	21,86 1992/93	22,70 1995/96	24,04 2013/14	22,78
TEMP. MIN	17,47 1992/93	18,38 2017/18	19,17 1997/98	18,37

Com o resultado de análise dos trimestres de verão já obtido, seguiu-se a avaliação do comportamento da precipitação nos demais trimestres do ano. A Tabela 22 e a Figura 10 apresentam os dados referentes a primavera.

Tabela 22 – Temperaturas Máxima, Média e Mínima entre 1991 e 2017 durante os trimestres da primavera.

ANO	TEMPERATURA MÁXIMA	TEMPERATURA MÉDIA	TEMPERATURA MÍNIMA
1991	27,80	20,88	15,02
1992	26,05	20,32	15,95
1993	28,63	21,48	16,01
1994	29,49	21,46	14,92
1995	27,60	20,51	15,06
1996	26,64	20,22	15,50
1997	29,70	22,10	16,71
1998	27,50	20,72	16,04
1999	27,64	20,31	14,23
2000	28,78	21,16	15,86
2001	28,63	21,02	15,49
2002	29,94	21,94	15,79
2003	29,56	21,54	15,43
2004	29,53	21,38	15,21
2005	28,54	21,28	16,30
2006	28,36	20,92	15,48
2007	29,35	21,71	15,17
2008	28,04	20,80	15,23
2009	29,05	21,93	16,36
2010	28,24	20,92	14,93
2011	28,26	20,78	14,67
2012	29,35	21,68	15,34
2013	28,29	20,68	14,57
2014	29,70	21,84	15,65
2015	30,00	22,54	16,96
2016	29,85	21,93	15,86
2017	28,97	21,54	14,85
Médias	28,88	21,24	15,50

Fonte - INMET (2018).

Observando as Figuras 10 e 11, pode-se verificar que a precipitação e a temperatura oscilam em relação à média. Durante a primavera as temperaturas máximas seguem o padrão observado no verão, seguindo a tendência já verificada desde as análises anteriores onde os picos positivos e movimentos ascendentes correspondem aos momentos de menor precipitação que proporciona janelas e céu limpo para passagem dos raios solares durante longos períodos do dia, e, os picos negativos, assim como os movimentos descendentes encontram-se correspondentes aos períodos de maior pluviosidade. Novamente, a exceção fica por conta da quarta parte dos anos da série, cerca de 26% correspondente aos anos 1998, 2000, 2001, 2005, 2010, 2015 e 2017.

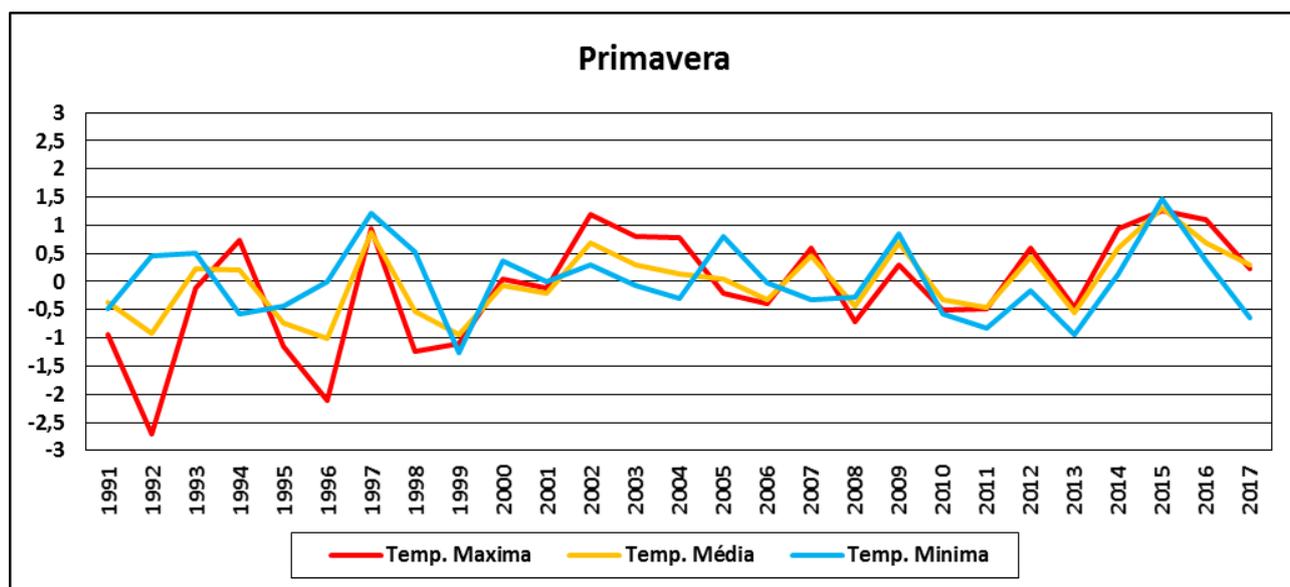


Figura 10 – Comportamento das temperaturas médias máximas, médias e mínimas ao longo dos trimestres de primavera da série histórica 1991-2017.

Fonte - INMET (2018).

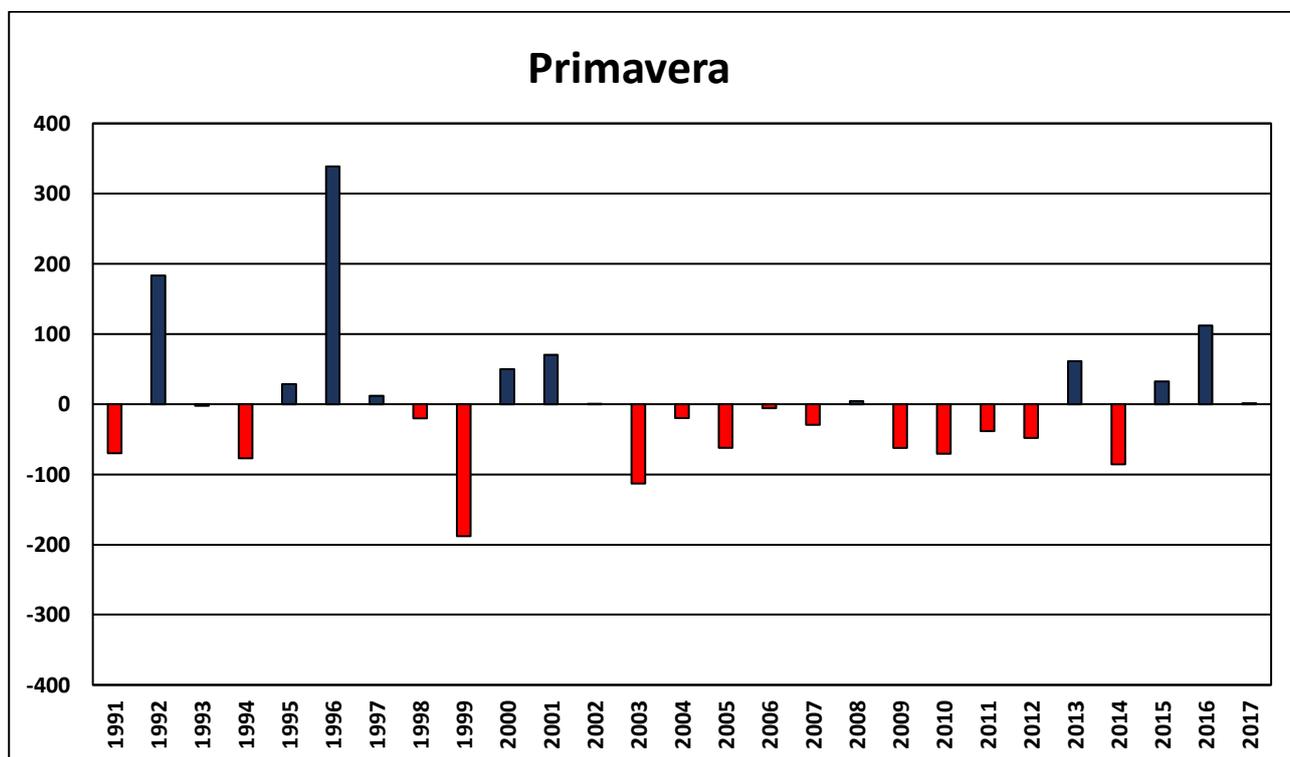


Figura 11 – Precipitação de primavera (trimestre) da série histórica 1991-2017.

Fonte - INMET (2018).

Nesse trimestre, as maiores irregularidades ou descompasso verificados entre o comportamento da precipitação e temperatura ocorrem nas medições feitas das temperaturas mínimas, onde cerca de 40% dos anos fogem a correspondência habitual. Ainda assim, devido aos 60% de correspondência nas temperaturas mínimas e os 74% registrados nas temperaturas máximas, fica evidenciada mais uma vez a relação que passa a existir entre temperatura e precipitação.

Para descrever com maior clareza o comportamento da temperatura ao longo do trimestre, as Tabelas 23,24 e 25 apresentam a distribuição dos trimestres anuais por entre as classes adotadas no estudo.

Tabela 23 – Frequência das Classes de Temperatura Máximas nos trimestres de primavera da Série 1991-2017.

Classes	Frequência Anual	%	Colocação
F	6x	22,22%	2°
TF	5x	18,51%	4°
N	8x	29,62%	1°
TQ	6x	22,22%	2°
Q	2x	07,40%	5°

Tabela 24 – Frequência das Classes de Temperatura Médias nos trimestres de primavera da Série Histórica 1991-2017.

Classes	Frequência Anual	%	Colocação
F	1x	03,70%	4°
TF	5x	18,51%	2°
N	15x	55,55%	1°
TQ	5x	18,51%	2°
Q	1x	03,70%	4°

Tabela 25 – Frequência das Classes de Temperatura Mínimas nos trimestres de primavera da Série Histórica 1991-2017.

Classes	Frequência Anual	%	Colocação
F	1x	03,70%	5°
TF	5x	18,51%	2°
N	15x	55,55%	1°
TQ	3x	11,11%	3°
Q	3x	11,11%	3°

Devido as oscilações oriundas das investidas das massas de ar frias e quentes nesse momento de transição entre o inverno e o verão, observa-se nessa estação do ano uma maior distribuição dos trimestres entre as classes adotadas na metodologia, sinalizando que o embate de forças tem repercussão sobre o comportamento da temperatura no período.

Ainda assim, verifica-se que a regularidade permanece através do padrão já identificado anteriormente, onde as temperaturas máximas distribuem mais seus trimestres entre as classes admitidas que as temperaturas médias e mínimas. No entanto, mesmo as temperaturas máximas mantêm pelo menos dois terços de seus trimestres distante das classes extremas, corroborando o entendimento de que a regularidade ainda caracteriza o cenário. A isso soma-se o perfil das temperaturas médias e mínimas que concentram os trimestres na condição de normalidade, reforçando o predomínio dessa regularidade ainda que em tempos de mudanças climáticas onde os padrões atmosféricos começam a sofrer alteração devido uma reorganização dos fluxos de energia.

Tabela 26 – Temperaturas médias dos trimestres de primavera e seus anos representativos.

PRIMAVERA	FRIO	NORMAL	QUENTE	MÉDIA (1991-2017)
TEMP. MÁX	26,05 1992	28,78 2000	30,00 2015	28,75
TEMP. MÉD	20,22 1996	21,28 2005	22,54 2015	21,24
TEMP. MIN	14,23 1999	15,50 1996	16,96 2015	15,50

Em face disto, fica claro que existe uma simetria entre o comportamento da temperatura nos semestres chuvosos e nos dois trimestres analisados – verão e primavera, a partir disto, o estudo dirigiu-se então a avaliação final dos trimestres que compõe o semestre seco, o outono e o inverno, procurando verificar o caráter transitório do outono e as especificidades do inverno.

Tabela 27 – Temperaturas Máxima, Média e Mínima entre 1991 e 2017 durante os trimestres do outono.

ANO	TEMPERATURA MÁXIMA	TEMPERATURA MÉDIA	TEMPERATURA MÍNIMA
1991	26,18	19,67	15,00
1992	26,59	20,31	15,83
1993	27,07	19,86	14,95
1994	26,77	20,02	15,42
1995	26,80	20,07	15,17
1996	27,04	20,02	15,09
1997	-	-	-
1998	28,15	20,62	15,62
1999	27,47	19,70	14,33
2000	27,32	19,68	14,27
2001	29,02	20,79	15,17
2002	29,96	21,21	15,40
2003	28,18	20,09	14,58
2004	27,18	19,71	14,80
2005	28,22	20,74	15,68
2006	28,60	20,26	14,45
2007	28,10	20,74	15,37
2008	26,94	19,88	14,69
2009	27,39	20,20	15,16
2010	27,49	20,18	14,74
2011	26,86	20,05	15,38
2012	27,20	20,10	15,09
2013	26,59	19,87	15,05
2014	27,89	20,56	15,08
2015	26,70	20,20	15,71
2016	28,16	22,40	15,48
2017	27,80	20,60	15,34
Média	27,53	20,29	15,11

Fonte - INMET (2018).

Segundo é possível verificar, a diferença entre as médias das temperaturas máximas, médias e mínimas dessas duas estações transitórias do verão para o inverno, ou vice-versa, foram 1,35°C, 0,95°C, e, 0,39°C. No tocante à precipitação, na primavera a média da série histórica 1991-2017 chega a 361,6mm enquanto que no outono alcança 310,3mm anuais.

Prosseguindo na análise, as Figuras 12 e 13 apresentam o comportamento da temperatura e precipitação ao longo dos trimestres da série histórica, destacando como se comportaram sob o viés mediano as temperaturas máximas, médias e mínimas.

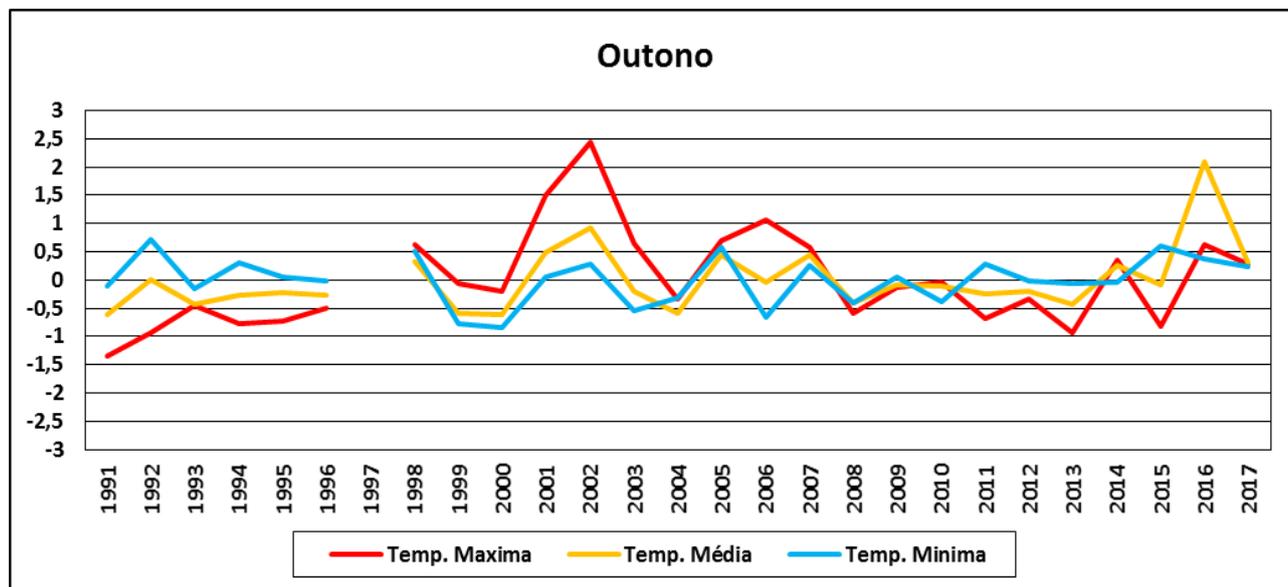


Figura 12 – Comportamento das temperaturas médias máximas, médias e mínimas ao longo dos trimestres de outono da série histórica 1991-2017.

Fonte - INMET (2018).

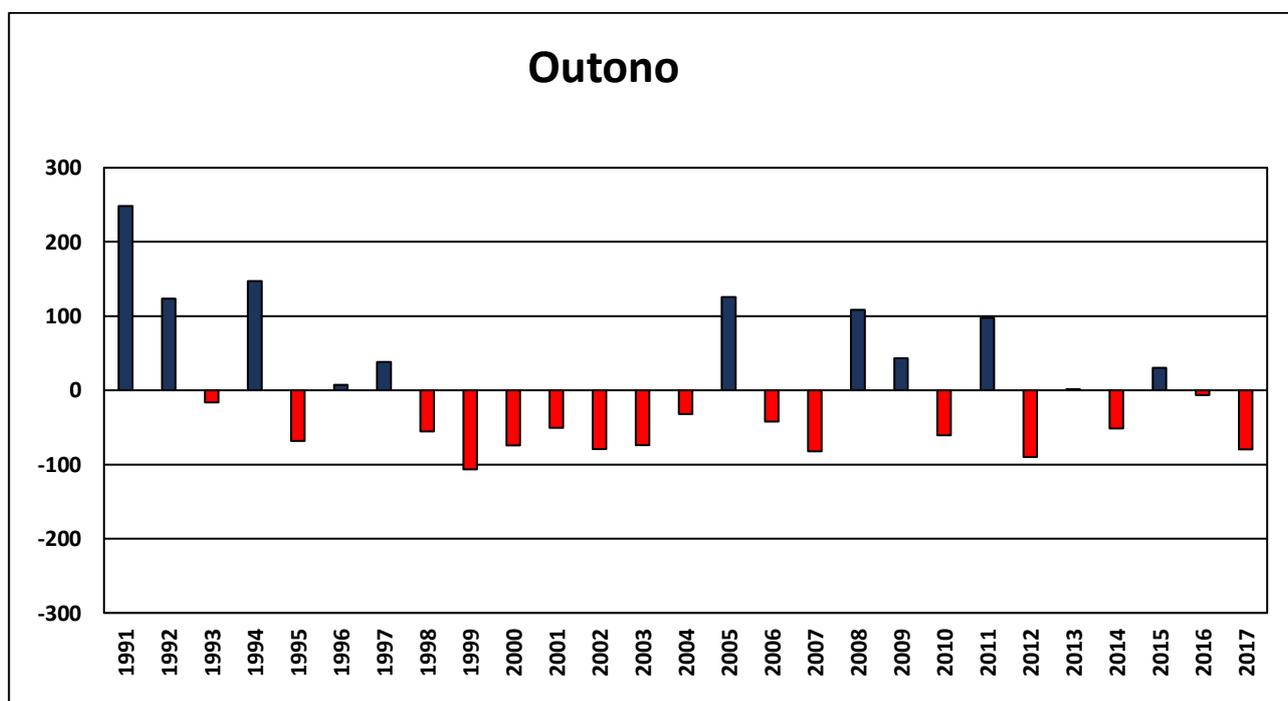


Figura 13 – Precipitação de outono (trimestre) da série histórica 1991-2017.

Fonte - INMET (2018).

Ao longo da série histórica, verifica-se que em sete anos as temperaturas mínimas não se beneficiaram do teto baixo e vapor d'água, ou, sofreram com a perda de radiação favorecida pelas noites limpas com ausência de nebulosidade. No entanto, nos demais dezoito anos que alcançam mais de setenta por cento do período, registram uma possível relação.

Certamente, as condições específicas que prevaleceram em 2001, 2002, 2007, 2008, 2014, 2015 e 2016 serão melhor compreendidas quando novos estudos forem desenvolvidos sobre essa área utilizando imagens de satélite e boletins meteorológicos com a descrição pormenorizada das condições atmosféricas desses trimestres. Até lá, ficamos no inseguro campo das ilações e conjecturas que não permite um aprofundamento da análise.

Em relação ao comportamento das temperaturas máximas, apenas os trimestres ocorridos em 1999, 2000, 2003, 2004, 2005 e 2017 apresentam comportamento térmico desassociado das condições atmosféricas intervenientes. Nos demais anos da série a nebulosidade passa a interagir com o ganho ou perda de energia, oferecendo elementos para o entendimento do padrão observado.

Como já mencionamos, apenas o estudo mais demorado dos boletins meteorológicos e cartas sinóticas permitirá entender com maior exatidão que elementos e variáveis pesaram em menos de um quarto do período para que apresentassem o comportamento diferenciado.

Isto posto, as Tabelas 28, 29 e 30 apresentam a distribuição dos trimestres pelas classes adotadas na metodologia de análise utilizada no estudo. Conforme é possível observar, prevalece a condição de habitualidade com poucos trimestres assumindo feições extremas.

Mais uma vez, são as temperaturas máximas que visitam com maior frequência as classes extremas Quente ou Frio, apresentando quatro trimestres nessa condição enquanto as temperaturas médias apresentam apenas um e as temperaturas mínimas nenhum.

Tabela 28 – Frequência das Classes de Temperatura Máximas nos trimestres de outono da Série Histórica 1991-2017.

Classes	Frequência Anual	%	Colocação
F	1x	03,84%	5°
TF	7x	26,92%	2°
N	10x	38,46%	1°
TQ	5x	19,23%	3°
Q	3x	11,53%	4°

Tabela 29 – Frequência das Classes de Temperatura Médias nos trimestres de outono da Série Histórica 1991-2017.

Classes	Frequência Anual	%	Colocação
F	-	-	-
TF	4x	15,38%	2°
N	20x	76,92%	1°
TQ	1x	03,84%	3°
Q	1x	03,84%	3°

Tabela 30 – Frequência das Classes de Temperatura Mínimas nos trimestres de outono da Série Histórica 1991-2017.

Classes	Frequência Anual	%	Colocação
F	-	-	-
TF	4x	15,38%	2º
N	18x	69,23%	1º
TQ	4x	15,38%	2º
Q	-	0,0%	-

Também no que tange às classes de transição – Tendente a Quente, e, Tendente a Frio – verifica-se essa supremacia das temperatura máximas, possuindo doze trimestres nessa condição ao passo que as temperaturas médias apresentam cinco e as mínimas oito.

Ainda assim, mesmo nas temperaturas máximas os trimestres em classes extremas respondem por cerca de quinze por cento da série, pouco comparado aos demais oitenta e cinco por cento que permanecem situados no campo da regularidade.

Tabela 31 – Temperaturas médias dos trimestres de outono e seus anos representativos.

OUTONO	FRIO	NORMAL	QUENTE	MÉDIA (1991-2017)
TEMP. MÁX	26,18 1991	27,49 2010	29,96 2002	27,53
TEMP. MÉD	19,67 1991	20,31 1992	22,40 2016	20,29
TEMP. MIN	14,27 2000	15,09 2012	15,83 1992	15,11

Sob esse entendimento, as análises prosseguiram, ocupando-se especificamente com o trimestre mais seco do ano que possui ainda a temperatura mais baixa, e apresenta a maior volatilidade, pois, constitui-se no momento particularizado.

A tabela 32 apresenta os dados térmicos do inverno na área de estudo, sendo auxiliado pela Figura 14 na descrição do comportamento da temperatura. Considerando o comportamento da temperatura ao longo da série, as Figuras 14 e 15 auxiliaram na avaliação de seu comportamento frente a nebulosidade.

Como seria de esperar, a regularidade nesse trimestre não ficou aquém daquela verificada noutros – primavera, verão e outono - apresentando na condição menos regular – temperaturas mínimas – nove trimestres com padrões térmicos destoantes da perspectiva utilizada como referência nas análises desenvolvidas anteriormente. Em dezoito anos, ou seja, por dois terços da série, o comportamento da temperatura esteve compatível com a perspectiva admitida com base na repercussão da nebulosidade sobre o sistema.

Se as temperaturas mínimas apresentaram nove trimestres em descompasso com a ação esperada da nebulosidade sobre a temperatura, as máximas apresentaram sete, situando o trimestre nas raias de regularidade que as demais estações do ano foram enquadradas no estudo. Diante disto,

somos mais uma vez obrigados a reconhecer que a regularidade atmosférica é força dominante na área de estudo.

Tabela 32 – Temperaturas Máxima, Média e Mínima entre 1991 e 2017 durante os trimestres do inverno.

ANO	TEMPERATURA MÁXIMA	TEMPERATURA MÉDIA	TEMPERATURA MÍNIMA
1991	24,73	16,84	10,56
1992	24,12	16,71	10,81
1993	24,50	16,48	10,58
1994	24,66	16,00	8,98
1995	25,70	17,01	10,41
1996	24,75	15,94	8,99
1997	26,17	16,50	9,18
1998	25,18	16,71	10,43
1999	25,45	16,79	10,07
2000	24,78	15,85	9,19
2001	26,72	17,40	10,33
2002	27,61	18,06	11,05
2003	26,72	17,05	9,90
2004	25,04	16,20	9,61
2005	25,22	16,76	10,28
2006	27,29	16,93	9,28
2007	25,75	16,69	9,42
2008	25,67	17,58	10,71
2009	24,38	16,51	10,34
2010	25,92	16,53	9,12
2011	25,55	16,69	9,73
2012	24,95	16,93	10,45
2013	25,26	16,93	10,54
2014	25,75	17,09	10,33
2015	25,57	17,55	11,08
2016	25,97	17,00	9,98
2017	25,14	16,80	9,95
Média	24,73	16,84	10,05

Fonte - INMET (2018).

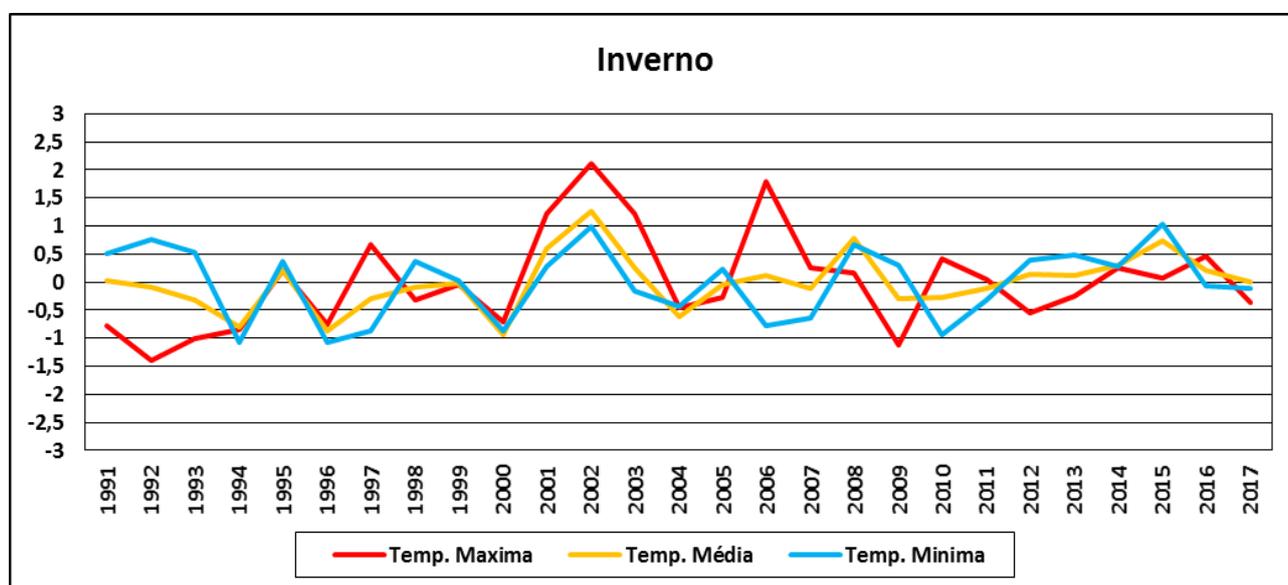


Figura 14 – Comportamento das temperaturas médias máximas, médias e mínimas ao longo dos trimestres de inverno da série histórica 1991-2017.

Fonte - INMET (2018).

Nesse aspecto, os estudos de monitoramento da atmosfera que serão desenvolvidos nos próximos anos serão fundamentais, pois permitirão, à luz dos dados disponíveis nas séries históricas existentes, a comparação e a identificação de novos padrões atmosféricos

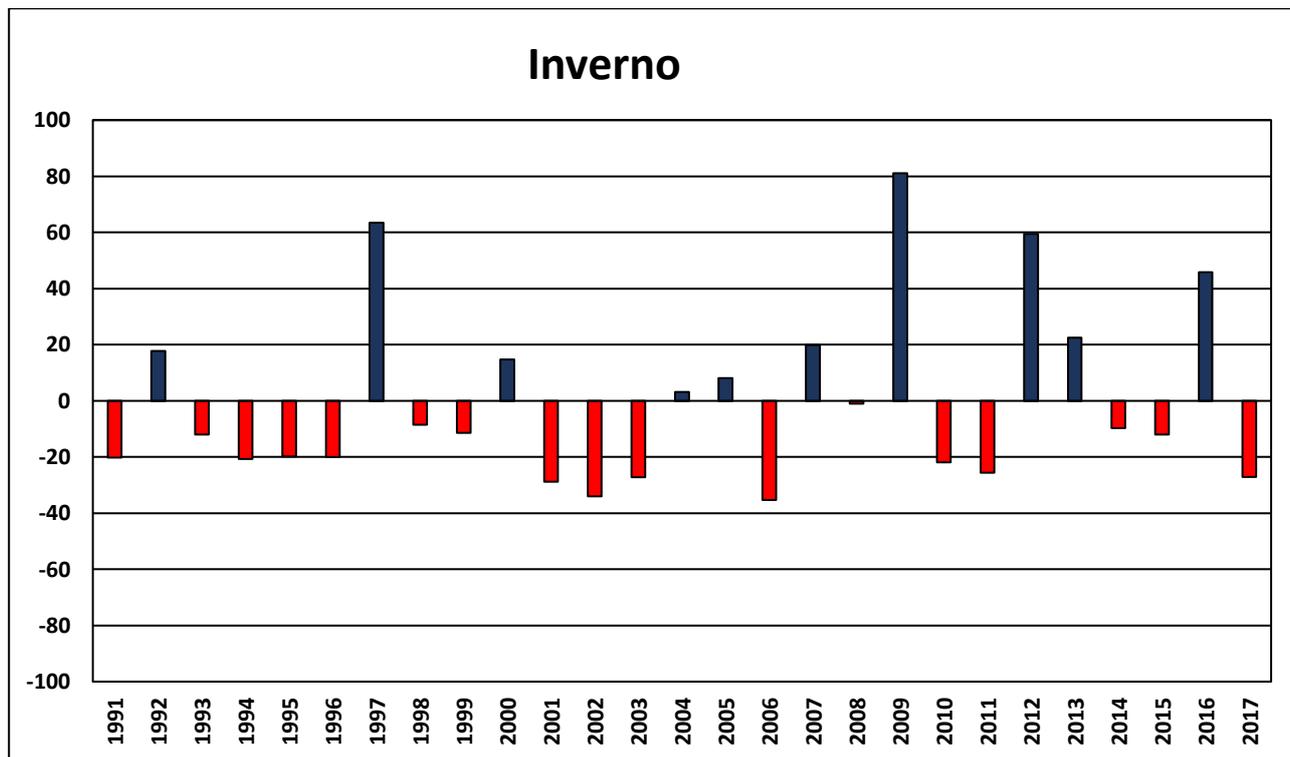


Figura 15 – Precipitação de inverno (trimestre) da série histórica 1991-2017.
Fonte - INMET (2018).

Em relação a distribuição dos trimestres de inverno pelas classes adotadas na metodologia utilizada, as Tabelas 33, 34 e 35 foram organizadas para facilitar a identificação dos padrões.

Tabela 33 – Frequência das Classes de Temperatura Máximas nos trimestres de inverno da Série Histórica 1991-2017.

Classes	Frequência Anual	%	Colocação
F	-	-%	-
TF	1x	03,70%	4°
N	11x	40,74%	1°
TQ	6x	22,22%	3°
Q	9x	33,33%	2°

Tabela 34 – Frequência das Classes de Temperatura Médias nos trimestres de inverno da Série Histórica 1991-2017.

Classes	Frequência Anual	%	Colocação
F	-	-	-
TF	4x	14,81%	2°
N	19x	70,37%	1°
TQ	3x	11,11%	3°
Q	1x	03,70%	4°

Tabela 35 – Frequência das Classes de Temperatura Mínimas nos trimestres de inverno da Série Histórica 1991-2017.

Classes	Frequência Anual	%	Colocação
F	7x	0,0%	2°
TF	2x	11,11%	4°
N	12x	81,48%	1°
TQ	5x	07,40%	3°
Q	1x	0,0%	5°

Segundo é possível observar, há regularidade sem comprometimento da instabilidade “habitual” da estação. O perfil do inverno não fica alterado ainda que em regras gerais concorde com a regularidade atmosférica observada na área de estudo.

É regular, por exemplo, a distribuição de dezessete trimestres no intervalo composto pelas classes Normal e Tendentes, mas é também instável o número absoluto de trimestres que ocorrem numa única classe extrema nas temperaturas máximas e mínimas. Em relação a isto, apenas as temperaturas médias encontram-se relativamente salvaguardadas com a ocorrência de um único trimestre Quente.

Em números absolutos, apenas o inverno apresenta um elevado número de trimestres inseridos em uma classe extrema. Nas temperaturas máximas são nove trimestres Quentes, enquanto que nas temperaturas mínimas são sete frios e um quente. Mais uma vez, resgata-se a análise de precipitação para o mesmo período do ano que também apresentou perfil semelhante frente ao que prevalecia nas demais estações. Portanto, por paradoxal que seja, a análise do inverno corrobora a percepção de regularidade atmosférica na área de estudo ao mesmo tempo que mantém destacada a instabilidade maior dessa estação frente às demais.

Tabela 36 – Temperaturas médias dos trimestres de outono e seus anos representativos.

OUTONO	FRIO	NORMAL	QUENTE	MÉDIA (1991-2017)
TEMP. MÁX	24,12	25,55	27,61	25,50
	1992	2011	2002	
TEMP. MÉD	15,85	16,80	18,06	16,80
	2000	2017	2002	
TEMP. MIN	8,98	10,07	11,08	10,05
	1994	1999	2015	

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Findando as análises sobre o binômio precipitação e temperatura, algumas menções e entendimentos obtidos a partir das mesmas devem ser resgatados de forma organizada e pontuada.

Em primeiro lugar, fica claro com base no padrão da temperatura e da precipitação nas análises anuais, semestrais e trimestrais que prevalece uma habitualidade atmosférica sobre a área de estudo que permite aos planejadores e autoridades constituídas a elaboração de estratégias voltadas ao melhor uso e aproveitamento dos recursos hídricos disponíveis.

Em função das variáveis atmosféricas e fatores do clima que atuam na área, tanto a precipitação como a temperatura local apresentam índices mais elevados no semestre chuvoso que vai de outubro a março, apresentando uma conotação moncônica responsável pela manifestação de uma estiagem incômoda entre os meses de abril a setembro que é acompanhada por temperaturas menos elevadas com alguns momentos de queda mais acentuada.

Dentre as estações do ano, soa paradoxal a habitualidade de se identificar uma permanente oscilação dos dados no inverno em relação a homogeneidade de padrão das demais estações.

Por mais que Temperatura e Precipitação constituam variáveis distintas do clima, acabam por manter relação a partir da interface que mantém no tocante a energia recebida pela superfície terrestre, pois, se de um lado o calor gerado pela mesma será registrado nos termômetros caracterizando os índices térmicos, o sombreamento diurno e o teto noturno ocasionados pelas nuvens, bem como a diluição do calor da superfície proporcionado pela água precipitada ou evaporada serão eficientes para influenciar o nível de energia que estará à disposição para gerar aquecimento da paisagem e ser registrado.

Diante disto, há que se aprofundar o estudo dessa correlação através do exame detalhado dos boletins meteorológicos, cartas sinóticas e imagens de satélite nesses distintos períodos em que os anos da série histórica foram divididos para verificar com exatidão os sistemas atmosféricos presentes sobre a área de estudo, assim como a nebulosidade – nuvens – decorrente.

Também cooperará os dados de insolação que acusem a duração da incidência solar direta sobre a superfície terrestre, pois, o total de horas de radiação repercutirá no volume de energia recebida que será utilizada no aquecimento e no processo de evaporação. Obviamente o albedo da área também auxiliará na contabilização desse ganho.

Em face da relação que é possível identificar entre o comportamento da temperatura e a influência exercida pela precipitação, fica a percepção de que esse processo é decorrente da latitude que a área de estudo possui, pois, a porção intertropical do planeta compreendida entre os Trópicos de Câncer e Capricórnio apresenta ângulo de curvatura que acaba por favorecer o ganho de energia proporcionado pela radiação solar graças a inclinação que os raios de luz possuem nessa parte da

superfície terrestre, tornando, por conseguinte, o sombreamento proporcionado pelas nuvens e a diluição do calor ocasionado pela água precipitada, bem como seu consumo através de sua evaporação elementos de destacada importância nesse balanço de energia final que acaba por ser registrado nos termômetros destinados a esse propósito.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio e subsídios fornecidos tanto pela Agência Regional de Proteção Ambiental da Bacia do Rio Grande (ARPA) que financiou o Projeto “Diagnóstico geoambiental da APA da bacia hidrográfica do rio Machado/MG”, como pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF) e da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG).

O presente artigo, juntamente com o artigo “**A identificação de anos secos, chuvosos e normais em Machado/MG através do estudo de uma série histórica e análise do comportamento da Precipitação**” foram reunidos em um capítulo de livro que estará compondo o Relatório Final do Projeto “Diagnóstico geoambiental da APA da bacia hidrográfica do rio Machado/MG” que foi desenvolvido em parceria pela UNIFAL-MG, IEF e ARPA (supracitados acima). Os artigos destinam-se ao mundo acadêmico, enquanto o Relatório para as autoridades municipais e população local.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – **Portal HidroWeb**. Disponível em http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/medicoes_historicas_abas.jsf. Acesso em: 10 abr. 2018.

DINIZ, D. T. **Delimitação e Classificação mineralógica/petrográfica das atividades extrativistas minerais da microrregião de Alfenas-MG**. 2016. 96 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Geografia) - Curso de Geografia Bacharelado, Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2016.

FUNDAÇÃO DE PESQUISA E ASSESSORAMENTO À INDÚSTRIA. **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Entorno do Lago de Furnas: Relatório Parcial 1 – Diagnóstico da Bacia Hidrográfica Unidade de Gestão GD3**. Alfenas, 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 11 de abr. 2018.

KARL, T. R.; DIAZ, H. F.; KUKLA, G. Urbanization: its detection and effect in the United State climate record. **Journal of Climate**, V. 1, p. 1099-1123, 1998.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928. Wallmap 150cm x 200cm.

MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A.; AMBRIZZI, T. **Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI: sumário técnico**. 1. ed. Brasília: MMA, 2007. 54p.

OBREGÓN, G. O.; MARENGO, J. A. **Caracterização do clima no Século XX no Brasil: Tendências de chuvas e Temperaturas médias e extremas**. Relatório 2. São Paulo: CPTEC/INPE, 2007. 91p.

PINTO, S. A.; ASSAD, E. D.; ZULLO JÚNIOR, J.; ÁVILA, A. M. H. Variabilidade climática. In: HAMADA, E. (Ed.). **Água, agricultura e meio ambiente no Estado de São Paulo: avanços e desafios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. cap. I, p. 1-13.

SERRA FILHO, R.; CAVALLI, A. C.; GUILLAUMON, J. R.; CHIARINI, J. V.; NOGUEIRA, F. P.; IVANCKO, C. M. A. M.; BARBIERI, J. L.; DONIZELI, P. L.; COELHO, A. G. S.; BITTENCOURT, I. Levantamento da cobertura vegetal natural e do reflorestamento no Estado de São Paulo. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 11, p. 1-56, 1975.

SIQUEIRA, O. J. F.; FARIAS, J. R. B.; SANS, L. M. A. Potential effects of global climate change for brazilian agriculture and adaptative strategies for wheat, maize and soybean. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, p. 115-129, 1994.

SILVA, V. P. R.; SOUSA, F. A. S.; CAVALCANTI, E. P.; SOUZA, E. P.; SILVA, B. B. Teleconnections between sea-surface temperature anomalies and air temperature in northeast Brazil. **Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics**, v. 68, n. 1, p.781-792, 2006.

Trabalho enviado em 25/05/2019
Trabalho aceito em 25/06/2019