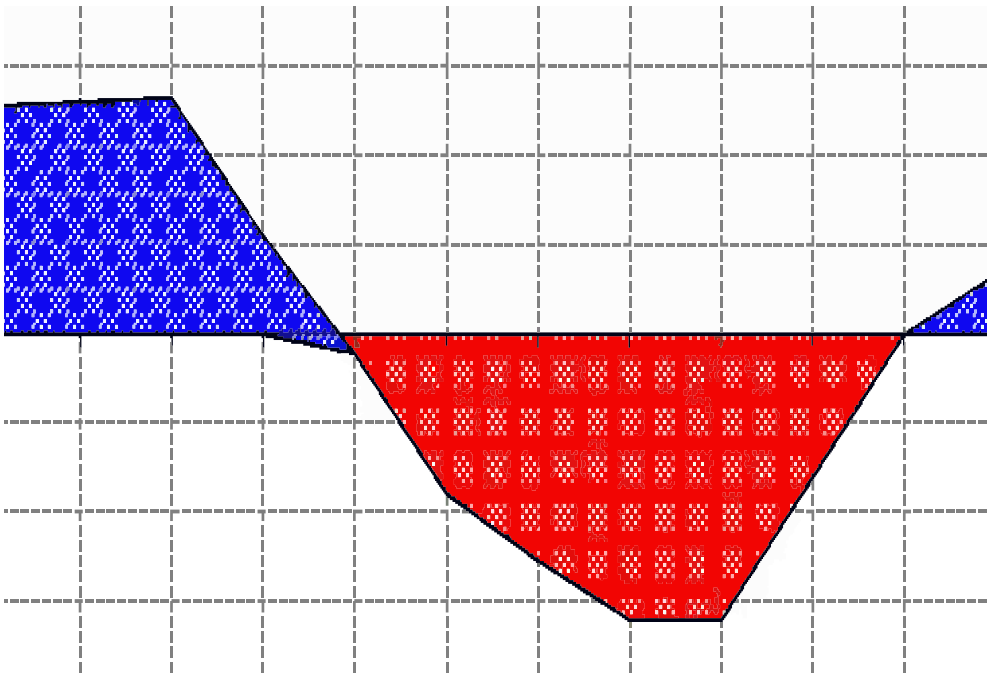


Caracterização climática da região de Pedro Afonso-TO no período de 1985 a 2014



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Pesca e Aquicultura
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 25

**Caracterização climática da
região de Pedro Afonso - TO
no período de 1985 a 2014.**

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Pesca e Aquicultura

Prolongamento da Avenida NS 10,
cruzamento com a Avenida LO 18, sentido
Norte, loteamento Água Fria, Palmas, TO
Caixa Postal nº 90, CEP 77008-900
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Unidade responsável pelo conteúdo

Embrapa Pesca e Aquicultura

Comitê de Publicações

Presidente: *Eric Arthur Bastos Routledge*

Secretária-Executiva: *Marta Eichemberger Ummus*

Membros: *Alisson Moura Santos, Andrea Elena Pizarro Munoz, Hellen Christina G. de Almeida, Jefferson Christofolletti, Luciana Cristine Vasques Villela, Luciana Nakaghi Ganeco, Rodrigo Veras da Costa.*

Unidade responsável pela edição

Embrapa Informação Tecnológica

Coordenação editorial

Embrapa Pesca e Aquicultura

Supervisão editorial

Embrapa Pesca e Aquicultura

Normalização bibliográfica

Embrapa Pesca e Aquicultura

Editoração eletrônica e

tratamento das ilustrações

Iury Felipe Alves de Souza

Foto da capa

Elisandra Solange Oliveira Bortolon

1ª edição

Versão eletrônica (2016)

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Informação Tecnológica

Caracterização climática da região de Pedro Afonso – TO no período de 1985 a 2014 / autores, Elisandra Solange Oliveira Bortolon... [et al.]. Palmas, TO: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2016.

66 p. (Documentos / Embrapa Pesca e Aquicultura, ISSN 2318-1400 ; 25).

1. Precipitação. 2. Temperatura. 3. Evapotranspiração. 4. Balanço hídrico. I. Bortolon, Elisandra Solange Oliveira. II. Souza, Jéssica Pereira de. III. Bortolon, Leandro. IV. Evangelista, Balbino Antônio. V. Donagemma, Guilherme Kangussu. VI. Embrapa Pesca e Aquicultura. VII. Série.

CDD 664.942

© Embrapa 2016

Autores

Elisandra Solange Oliveira Bortolon

Engenheira Agrônoma, doutora em Ciência do Solo, Pesquisadora da Embrapa Pesca e Aquicultura Palmas, TO

Jéssica Pereira de Souza

Engenheira Agrônoma, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal do Paraná

Leandro Bortolon

Engenheiro Agrônomo, doutor em Ciência do Solo, Pesquisador da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO

Balbino Antônio Evangelista

Geógrafo, doutor em Engenharia Agrícola, Analista da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO

Guilherme Kangussu Donagemma

Engenheiro Agrônomo, doutor em Ciência do Solo, Pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

Agradecimentos

Ao pesquisador Jones Simon por disponibilizar a base de dados obtida junto ao Instituto Nacional de Meteorologia-INMET referente à Estação Meteorológica de Pedro Afonso - TO para o período de 1970 a 2013, e à analista Marta Eichemberger Ummus pelo auxílio na realização de filtro de dados utilizados neste estudo, bem como a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Este estudo foi realizado com recursos de projetos financiados pela Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) coordenados pela primeira autora.

Apresentação

As incertezas climáticas vêm recebendo maior atenção nos últimos anos pelos seus efeitos negativos sobre o estabelecimento e desenvolvimento das culturas agrícolas. A caracterização climática de uma dada região é uma informação essencial como suporte à tomada de decisão na agropecuária em nível mundial e cada vez mais vem sendo utilizada no Brasil. A região de Pedro Afonso é considerada um dos principais polos de produção de grãos e, mais recentemente, de cana-de-açúcar no Estado do Tocantins, sendo o clima um dos fatores determinantes da produtividade das lavouras da região.

Esta obra é destinada aos técnicos e produtores, e contém informações sobre os dados de clima da região de Pedro Afonso, considerando uma série histórica de 30 anos. Essas informações auxiliarão no planejamento das atividades agropecuárias, desde o plantio até a colheita, visando minimizar os riscos associados às incertezas climáticas.

Eric Arthur Bastos Routledge
Chefe de Pesquisa e Desenvolvimento

Sumário

Caracterização climática da região de Pedro Afonso - TO no período de 1985 a 2014	11
Introdução.....	11
Estação Meteorológica de Pedro Afonso-TO.....	13
Localização e funcionamento.....	13
Dados meteorológicos obtidos para o período de 1985 a 2014.....	14
Caracterização climática da região de Pedro Afonso - TO (1985 - 2014).....	17
Precipitação pluviométrica.....	17
Frequência de ocorrência de totais pluviométricos.....	18
Temperatura máxima do ar	35
Temperatura mínima do ar	38
Temperatura do ar média mensal	41
Umidade relativa do ar	44
Insolação.....	48
Radiação solar global	51

Velocidade do vento	54
Balanço hídrico climatológico normal	57
Caracterização Climática	64
Referências	65

Caracterização climática da região de Pedro Afonso – TO no período de 1985 a 2014.

Elisandra Solange Oliveira Bortolon

Jéssica Pereira de Souza

Leandro Bortolon

Balbino Antônio Evangelista

Guilherme Kangussu Donagemma

Introdução

O clima desempenha um importante papel na produtividade das culturas agrícolas. Por isso a caracterização climática regional tem sido utilizada como ferramenta auxiliar para suporte à tomada de decisão na agropecuária em nível mundial e cada vez mais vem sendo utilizada no Brasil.

Segundo convenção pela Organização Meteorológica Mundial (WMO, 1989) o período ideal para caracterizar o clima de um local deve contemplar uma série histórica de 30 anos, em geral designada como Normais Climatológicas. As normais são definidas como “valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas” (por exemplo 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990, etc.). Já as médias de dados climatológicos calculadas para períodos consecutivos de 30 anos (por exemplo 1905-1935, 1985-2014, etc.) são definidos como Padrões Climatológicos Normais.

O Estado do Tocantins possui uma extensão de área territorial de 277.720,569 Km², distribuída em 139 municípios (IBGE, 2015a). Situa-se geograficamente entre os paralelos 5° e 13° latitude sul e os meridianos 46° e 51° de longitude oeste. Faz divisão com os estados

do Maranhão, Pará, Piauí, Bahia e Mato Grosso. O Tocantins divide-se em três classificações climáticas, sendo clima úmido com moderada deficiência hídrica (B1wA'a'), clima úmido subúmido com pequena deficiência hídrica (C2w2A'a) e o clima úmido subúmido, com moderada deficiência hídrica (C2wA'a) que representa a maior parte do estado. No Estado, o volume de precipitação varia de 1300 mm a 2100 mm e a temperatura média anual do ar 25 °C a 27 °C e a evapotranspiração potencial 1400 mm a 1700 mm (ATLAS DO TOCANTINS, 2011).

Nos últimos anos o Tocantins vem apresentando importante avanço na produção agropecuária nacional, sendo que a região de Pedro Afonso tem se destacado como um dos principais polos de produção de grãos e cana-de-açúcar (IBGE, 2015 a e b). O município de Pedro Afonso está localizado na região Norte do Estado do Tocantins, entre os rios Tocantins e Sono, próximo a BR153, facilitando assim o escoamento da produção. Em 2012, o produto interno bruto do agronegócio do município foi de R\$ 131.744,00 (IBGE, 2015b). Na safra de 2009/2010, o município foi o segundo maior produtor de grãos e o terceiro em cana-de-açúcar do Tocantins. (IPEIA, 2015).

Os fatores climáticos, tais como temperatura, precipitação, umidade relativa do ar, insolação, radiação solar, fotoperíodo interferem diretamente na produtividade das culturas, pois a interferência ocorre nos vegetais e nos microrganismos, tais como fungos e bactérias que podem causar doenças nas plantas, sendo considerado a agricultura a atividade mais dependente das condições climáticas. Além disso, o sol é a principal fonte de energia na produção vegetal, por isso fatores como radiação solar, insolação e fotoperíodo influenciam diretamente na fotossíntese, afetam a produção de carboidrato dentre outros. A oscilação da temperatura do ar também interfere na fotossíntese, pois afeta a taxa das reações metabólicas das plantas, regulando o crescimento e o desenvolvimento vegetal (SENTELHAS & MONTEIRO, 2009). A chuva afeta a disponibilidade hídrica do solo, influenciando a absorção de água e de nutrientes pelas raízes, regula a abertura e o fechamento dos estômatos, afetando na fixação de CO₂ causando efeitos na taxa de fotossíntese (SENTELHAS & MONTEIRO, 2009).

Sob esse ponto de vista, o conhecimento detalhado dos seguintes parâmetros climáticos de uma região produtiva é de grande importância para o planejamento agrícola, a fim de obter a produtividade desejada, tornando a atividade atrativa economicamente e contribuindo para a segurança alimentar global. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar o clima da região de Pedro Afonso-TO, a partir dos seguintes parâmetros climáticos: volume e frequência da precipitação pluviométrica, temperatura do ar, umidade relativa do ar, insolação, velocidade do vento, radiação solar global, evapotranspiração de referência, balanço hídrico e classificação climática.

Estação Meteorológica de Pedro Afonso-TO

Localização e funcionamento

O município de Pedro Afonso está localizado na Zona Norte do Estado do Tocantins (Figura 1), na confluência dos rios Tocantins e Sono, limitando com os municípios de Tocantínia, Tupirama, Lizarda e Itacajá, possui aproximadamente 12.698 habitantes e uma área territorial de 2.010,902 Km² (IBGE,2010). Segundo Köppen, o clima predominante na região de Pedro Afonso é do tipo Aw, caracterizado por clima tropical úmido, com inverno seco e chuvas máximas no verão, e temperatura média anual de 26,1 °C (VIANELLO & ALVES, 1991).

A Estação Meteorológica de Pedro Afonso está em funcionamento desde o dia 4 de março de 1977 nas coordenadas geográficas 8° 57' 36" de latitude sul e 48°,10' 48" de longitude oeste e situada a 187 metros de altitude.

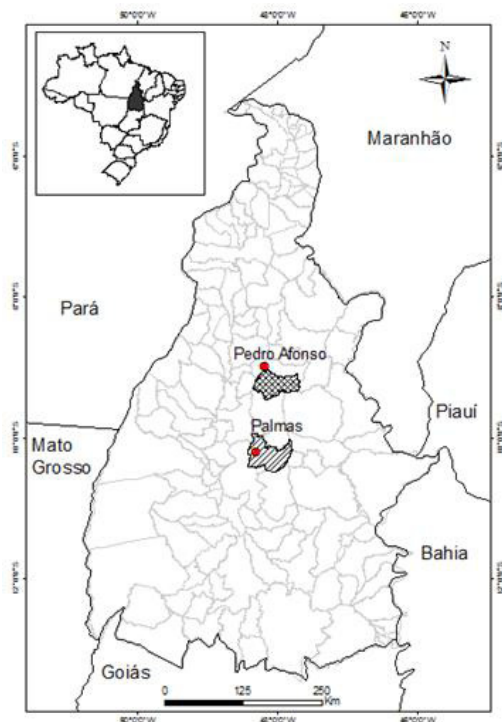


Figura 1. Localização do município de Pedro Afonso no estado do Tocantins. Fonte: Alves (2014).

Dados meteorológicos obtidos para o período de 1985 a 2014

Para a caracterização climática da região de Pedro Afonso-TO foram obtidos e analisados dados climatológicos correspondentes à um Padrão Climatológico Normal de 30 anos, conforme definido pela Organização Mundial de Meteorologia (WMO, 1989), que compõem o conjunto de dados mais recentes disponível para a Estação Meteorológica de Pedro Afonso-TO. Para tanto, este estudo baseou-se nos dados diários de precipitação pluvial (mm), temperatura do ar máxima, mínima e média (°C); umidade relativa do ar média (%), velocidade do vento ($m.s^{-1}$) e insolação (horas), que foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia-INMET, registrados no período de 1985 a 2014, além

da radiação solar global ($\text{cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) referente ao mesmo período, sendo esta calculada conforme descrito posteriormente.

Com auxílio de uma planilha eletrônica da Microsoft, foram realizados os seguintes procedimentos: avaliação temporal dos 30 anos da série histórica para obtenção de valores médios anuais, mensais e extremos dos elementos climáticos em estudo; análise dos dados agrupados em séries decenais e; desenvolvimento da estatística descritiva, tais como médias, medianas, desvio-padrão e coeficiente de variação.

Os procedimentos da análise de consistência para identificação de dados possivelmente incorretos (“outliers”) e preenchimento de falhas foram realizados utilizando-se o software WeatherMan, utilitário componente do sistema DSSAT (PICKERING et al., 1994). O WeatherMan é uma ferramenta de importação, análise e exportação de formatos distintos de dados climáticos para uso em modelagem de simulação de crescimento e produção de culturas, entre outras aplicações. Como gerador de dados diários e mensais, o aplicativo apresenta métodos e funções estatísticas e probabilísticas robustos, como cadeias de Markov de segunda ordem, para determinação de dias secos e chuvosos, distribuição Gamma, processos estocásticos multivariados, médias, variâncias e desvio padrão. A probabilidade de ocorrência de chuvas está condicionada ao dia anterior, e as estimativas de radiação solar e temperaturas máximas e mínimas também estão condicionadas às ocorrências de dias secos ou chuvosos. Informações detalhadas sobre o WeatherMan podem ser obtidas em Pickering et al., (1994) e Sentelhas et al., (2001).

Para a estimativa da radiação total no topo da atmosfera (Q_0) foi utilizada a equação descrita em Ometto (1981) e apresentada abaixo:

$$Q_g / Q_0 = 0,29 \cos \Phi + 0,52 n / N$$

Onde:

Q_g - radiação solar global diária na superfície – $\text{cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$;

Q_0 - radiação solar global diária no topo da atmosfera - $\text{cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$;

Φ - Latitude - graus;

n - número de horas de brilho solar - horas;

N - fotoperíodo – horas.

A radiação solar global diária no topo da atmosfera foi assim estimada:

$$Q_o = [(916,7/0,93) * \sin \Phi * \sin \delta * \sin hn] + (\cos \Phi * \cos \delta * \sin hn \text{ (em radianos)})$$

Onde:

Q_o - radiação solar global diária no topo da atmosfera - $\text{cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$;

Φ - latitude - graus;

δ - declinação do sol - graus;

hn - ângulo horário – graus.

O cálculo do ângulo horário foi realizado da seguinte forma:

$$hn = \arccos[(\tan \Phi) * (\tan \delta)]$$

Onde:

hn – ângulo horário - graus;

Φ - Latitude - graus;

δ - declinação do sol – graus.

A declinação do sol (δ) foi calculada pela seguinte equação.

$$\delta = 23,45 * \sin [(360/365). (DJ - 80)]]$$

Onde:

δ - declinação do sol – graus;

DJ – Dia Juliano

Além disso, para facilitar a análise da frequência mensal de ocorrência de totais pluviométricos, o conjunto de dados foi agrupado em 8 classes com base no volume de chuva mensal, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Classes de frequência de ocorrência de chuvas e seus limites baseados no volume mensal precipitado.

Classe	Faixa de volume precipitado (mm.mês ⁻¹)
I	0,0
II	0,1 a 50,0
III	50,1 a 100,0
IV	100,1 a 150,0
V	150,1 a 200,0
VI	200,1 a 250,0
VII	250,1 a 300,0
VIII	Acima de 300,1

No cálculo do balanço hídrico normal, aplicou-se o método de Thornthwaite & Mather (1955), por meio do programa computacional desenvolvido por Rolim et. al., (1998), que considera a precipitação média e a temperatura média mensal, considerando o valor de 100 mm para a Capacidade de Água Disponível (CAD).

Caracterização climática da região de Pedro Afonso-TO (1985 – 2014)

Precipitação pluviométrica

Na Tabela 2 estão apresentados os dados da precipitação acumulada mensal e anual da estação meteorológica de Pedro Afonso – TO. Observa-se que a média anual nesse período é de 1.714,9 mm. Entretanto, entre os meses de maio a setembro ocorre o período seco no qual o volume médio mensal precipitado variou entre 64,3 mm, em maio, e 3,6 mm em julho, sendo os meses de junho, julho e agosto os mais secos com médias de 4,7 mm, 3,6 mm e 8,0 mm respectivamente. Já no período chuvoso (outubro a abril) a média mensal da precipitação variou de 146,8 mm, em outubro, a 283,7 mm, em janeiro. Os meses de maior volume de precipitação foram janeiro, fevereiro e março, respectivamente, 283,7 mm, 237,0 mm e 271,8 mm. Esse trimestre representa 46 % do total da precipitação anual acumulada no período estudado.

Os dados por decênio estão apresentados na Tabela 3. Nota-se que os meses de maio, fevereiro, abril e outubro são, respectivamente, os que possuem maior diferença entre os decênios e a média total do período de 30 anos. No mês de maio o aumento da precipitação é gradativo, a diferença entre o primeiro e o terceiro decênio é de 73,8 mm. Com exceção dos meses de agosto, setembro, outubro e dezembro o terceiro decênio obteve valores maiores do que a média geral. A diferença entre as médias anuais do primeiro e terceiro decênio foi de 139 mm e a do segundo e o terceiro o foi de 161,4 mm, indicando que o terceiro decênio foi o período com o maior volume de chuva. Além disso, o terceiro decênio foi o período com maior diferença em relação à média anual total. O referido decênio superou a média geral em 100,1 mm de volume precipitado, enquanto que o primeiro e o segundo decênios apresentaram volume precipitado inferior à média dos 30 anos analisados (38,9 mm e 61,3 mm, respectivamente).

Frequência de ocorrência de totais pluviométricos

Nas Tabelas de 4 a 15 estão apresentados os resultados da classificação da frequência mensal de ocorrência de totais pluviométricos, conforme definido na Tabela 1, o que possibilitou uma análise detalhada do regime pluviométrico regional.

Nos meses de maio, junho, julho, agosto e setembro, (Tabelas 4, 5, 6, 7 e 8 respectivamente), os mais secos na região, a maior frequência de ocorrência dos totais pluviométricos situou-se na faixa de 0 mm - 50,0 mm de chuva/mês, sendo que nos meses de julho e agosto a maior frequência foi na classe I (0,0 mm). Nos meses de junho, julho e agosto os volumes máximos precipitados foram, respectivamente, 31,1 mm (1989), 38,0 mm (1998) e 90,4 mm (1986) sendo que mais de 60 % dos anos do intervalo em análise registraram precipitação inferior a 1mm nestes meses (Tabelas 5, 6 e 7).

Como dito anteriormente, o período compreendido entre os meses de maio e setembro é considerado o período de seca na região. Assim, os meses de início e fim deste período, por estarem na transição entre os períodos seco e chuvoso, apresentaram grandes variações quanto os totais pluviais registrados nos 30 anos estudados. Nota-se no mês

de maio que a média anual dos trinta anos foi de 64,3 mm, porém ocorreram oscilações de 0,0 mm (1988) a 222,4 mm (2009), com alto coeficiente de variação (88,8 %) e desvio-padrão (57,2 mm). Sendo que a maior frequência foi na faixa de 0,1 a 50,0 mm (Tabela 4). Já no mês de setembro a amplitude das médias é menor (0,0 a 134,5 mm), porém o coeficiente de variação é de 100,6 % e, em 60 % dos anos o volume precipitado ficou na classe II (0,1 a 50,0 mm).

A partir do mês de outubro a frequência e o volume das chuvas aumentam. A média de precipitação passa de 41,2 mm no mês anterior para 146,8 mm, sendo que a maior frequência está no intervalo de 100,1 a 150,0 mm (10 anos), como pode ser observado na Tabela 9. No mês de novembro (Tabela 10), a maior frequência de ocorrência de chuva se deu na classe V (8 anos), cujos volumes precipitados estão na faixa de 150,1 a 200,00 mm sendo a mediana dos 30 anos analisados igual a 210,3 mm, sendo este o ponto central, que mantém 50 % dos anos com precipitação acima e 50 % abaixo deste valor.

Assim como em novembro, no mês de dezembro nota-se que a maior frequência de volume de chuva ficou agrupada na classe V, tendo uma frequência de nove anos (Tabela 11), porém com média de 246,6 mm, 19 mm a mais que o mês anterior.

O mês de janeiro é o que em média chove mais, sendo que em 11 anos foram registrados volumes de chuva superiores a 301,0 mm (classe VIII) (Tabela 12). Em janeiro de 1985 ocorreu o maior volume de chuva precipitada durante o período avaliado, atingindo 640,1 mm em 29 dias de chuva, seguido de 505,4 mm em 24 dias de chuva em janeiro de 2004 (Tabela 16). A média mensal do período estudado foi de 283,7 mm e, em 50 % dos anos a precipitação foi maior que 268,0 mm.

Em fevereiro a chuva concentrou-se na classe VII (8 anos), cuja faixa vai de 250,1 a 300,0 mm precipitados mensalmente (Tabela 13) e, no mês de março (Tabela 14), em 12 anos a precipitação esteve acima de 301,0 mm, com uma média de 271,8 mm.mês⁻¹, sendo este o segundo mês com maior volume de chuva precipitada. E em abril o intervalo de 100,1-150,0 mm de volume de chuva (classe IV) apresentou a maior frequência de ocorrência (8 anos) (Tabela 15).

Tabela 2. Precipitação total mensal (mm) e anual (mm) registrada na estação meteorológica de Pedro-Afonso – TO, no período de 1985 a 2014.

Ano	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
1985	640,1	303,9	266,6	147,2	46,6	4,8	1,0	2,3	85,6	216,6	308,7	459,8	2483,2
1986	370,3	321,0	390,7	213,9	31,3	0,0	0,0	90,4	8,2	262,5	204,3	224,2	2116,8
1987	117,9	198,9	331,5	167,3	6,5	0,4	0,0	8,6	42,7	169,1	346,8	220,5	1610,2
1988	264,6	146,5	141,9	293,0	0,0	19,2	0,0	0,0	6,7	324,9	145,3	169,5	1511,6
1989	288,1	292,3	165,9	229,5	102,8	31,1	8,6	26,6	70,7	183,8	313,6	536,8	2251,8
1990	132,6	246,3	133,8	64,6	50,8	0,0	0,4	51,9	20,1	110,5	72,3	151,1	1034,4
1991	354,1	167,7	440,7	111,4	56,4	0,0	0,0	0,0	21,7	109,3	301,7	161,6	1724,6
1992	229,8	260,0	183,4	189,5	33,1	0,1	0,0	0,0	69,6	98,9	150,3	271,4	1486,1
1993	67,1	233,2	135,8	170,2	0,2	0,0	0,1	0,1	13,2	137,6	162,3	116,2	1036,0
1994	337,7	226,6	417,3	75,5	19,8	20,0	0,0	0,0	5,4	170,6	86,6	150,2	1905,7
1995	241,6	268,9	281,7	342,4	206,9	0,0	0,0	0,0	0,7	64,5	191,3	289,8	1887,8
1996	156,0	154,5	273,4	322,2	45,1	0,0	0,0	0,0	17,3	93,2	203,9	152,4	1418,0
1997	366,3	129,3	429,4	125,6	16,0	0,0	0,0	0,0	124,0	85,0	170,8	301,2	1747,6
1998	299,6	305,6	199,9	14,5	1,4	0,7	38,0	0,0	0,9	117,7	404,4	323,1	1705,8
1999	239,5	183,8	172,3	149,1	39,3	0,0	0,0	0,0	66,3	142,8	274,4	416	1683,5
2000	200,3	271,7	250,3	171,5	19,8	0,0	3,1	0,6	50,0	151,8	167,1	246,6	1532,8
2001	124,7	127,8	331,7	132,3	51,4	5,4	0,0	0,0	70,3	237,2	295,2	222,2	1598,2
2002	460,3	154,2	217,0	92,1	30,9	0,1	15,6	0,0	105,4	147,3	150,5	293	1666,4
2003	281,9	227,4	139,4	55,2	69,5	0,7	0,0	12,8	48,1	106,1	288,3	232,7	1462,1
2004	505,4	189,5	313,4	184,8	17,2	1,8	0,0	18,6	3,8	273,1	163,6	162,1	1833,3
2005	369,4	298,1	336,6	122,8	116,9	0,0	0,0	0,0	73,2	26,9	216,3	302,2	1862,4
2006	238,5	253,8	435,3	349,3	131,9	0,0	0,0	13,9	113,8	170,7	165,2	218,7	2091,1
2007	114,6	315,8	172,7	193,8	71,9	2,6	25,6	0,0	48,8	0,7	245,9	204,6	1937,0
2008	370,9	219,7	339,6	283,5	114,4	0,0	0,5	0,0	19,6	134,8	304,3	248,7	2036,0
2009	186,5	284,2	248,7	284,5	222,4	24,8	0,0	0,1	7,5	155,2	125,5	159,6	1699,0
2010	256,3	147,6	305,4	234,6	38,1	0,8	15,6	2,0	0,0	172,0	286,5	158,3	1617,2
2011	271,6	466,0	212,3	220,7	128,7	5,3	0,0	2,2	0,0	188,7	345,2	293,6	2134,3
2012	434,4	276,8	252,5	178,8	64,0	11,3	0,0	0,0	2,0	138,3	201,3	156,1	1715,5
2013	413,3	191,3	354,3	130,0	67,8	10,5	0,7	9,4	3,1	81,3	240,5	279,1	1781,3
2014	182,2	247,2	279,6	137,5	129,2	0,0	0,0	0,2	134,5	133,5	294,8	277,4	1816,1
Media	283,7	237,0	271,8	179,6	64,3	4,7	3,6	8,0	41,2	146,8	227,6	246,6	1714,9

Tabela 3. Valores médios de precipitação total mensal e anual (mm) por decênio, na estação meteorológica de Pedro-Afonso – TO, no período de 1985 a 2014.

Decênio	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
1985 – 1994	279,8	239,6	260,8	166,2	34,8	7,6	1,0	18,0	34,6	178,4	209,2	246,1	1.676,0
1995 – 2004	287,6	201,3	260,9	159,0	49,8	0,9	5,7	3,2	48,7	141,9	231,0	263,9	1.653,6
2005 – 2014	283,8	270,1	293,7	213,6	108,5	5,5	4,2	2,8	40,3	120,2	242,6	229,8	1.815,0
Média	283,7	237,0	271,8	179,6	64,3	4,7	3,6	8,0	41,2	146,8	227,6	246,6	1.714,9

Tabela 4. Distribuição de frequência de chuvas no mês de Maio (número de anos e %), em amplitudes de classes de 50 mm, referente a estação meteorológica de Pedro Afonso – TO, no período de 1985 a 2014.

Classe	Faixa de volume precipitado (mm)	Frequência (número de anos)	Precipitação	
			Volume (mm)	Ano
I	0,0	1 (33,3 %)	0,0	1988
			0,2	1993
			1,4	1998
			6,5	1987
			16,0	1997
			17,2	2004
			19,8	1994
			19,8	2000
			30,9	2002
			31,3	1986
II	0,1 a 50,0	14 (46,7 %)	33,1	1992
			38,1	2010
			39,3	1999
			45,1	1996
			46,6	1985
			50,8	1990
			51,4	2001
			56,4	1991
			64,0	2012
			67,8	2013
III	50,1 a 100,0	7 (23,3 %)	69,5	2003
			71,9	2007
			102,8	1989
			114,4	2008
			116,9	2005
IV	100,1 a 150,0	6 (20,0 %)	128,7	2011
			129,2	2014
			131,9	2006
			-	-
V	150,1 a 200,0	-	-	-
VI	200,1 a 250,0	2 (6,7 %)	206,9	1995
			222,4	2009
VII	250,1 a 300,0	-	-	-
VIII	Acima de 300,1	-	-	-
	Média		64,3	
	Mediana		48,7	
	DP		57,2	
	CV (%)		88,8	

(DP) – desvio-padrão; (CV) – coeficiente de variação.

Tabela 5. Distribuição de frequência de chuvas no mês de Junho (número de anos e %), em amplitudes de classes de 50 mm, referente a estação meteorológica de Pedro Afonso – TO, no período de 1985 a 2014.

Classe	Faixa de volume precipitado	Frequência	Precipitação	
			Volume	Ano
	(mm)	(ano)	(mm)	
I	0,0	13 (43,3 %)	0,0	1986
			0,0	1990
			0,0	1991
			0,0	1993
			0,0	1995
			0,0	1996
			0,0	1997
			0,0	1999
			0,0	2000
			0,0	2005
			0,0	2006
			0,0	2008
			II	0,1 a 50,0
0,1	1992			
0,1	2002			
0,4	1987			
0,7	1998			
0,7	2003			
0,8	2010			
1,8	2004			
2,6	2007			
4,8	1985			
5,3	2011			
5,4	2001			
10,5	2013			
11,3	2012			
19,2	1988			
20,0	1994			
24,8	2009			
			31,1	1989
III	50,1 a 100,0	-	-	-
IV	100,1 a 150,0	-	-	-
V	150,1 a 200,0	-	-	-
VI	200,1 a 250,0	-	-	-
VII	250,1 a 300,0	-	-	-
VIII	Acima de 300,1	-	-	-
	Média		4,7	
	Mediana		0,3	
	DP		8,4	
	CV (%)		179,9	

(DP) – desvio-padrão; (CV) – coeficiente de variação.

Tabela 6. Distribuição de frequência de chuvas no mês de Julho (número de anos e %), em amplitudes de classes de 50 mm, referente a estação meteorológica de Pedro Afonso – TO, no período de 1985 a 2014.

Classe	Faixa de volume precipitado (mm)	Frequência (ano)	Precipitação	
			Volume (mm)	Ano
I	0,0	19 (63,3 %)	0,0	1986
			0,0	1987
			0,0	1988
			0,0	1991
			0,0	1992
			0,0	1994
			0,0	1995
			0,0	1996
			0,0	1997
			0,0	1999
			0,0	2001
			0,0	2003
			0,0	2004
			0,0	2005
			0,0	2006
			0,0	2009
			0,0	2011
			0,0	2012
			II	0,1 a 50,0
0,1	1993			
0,4	1990			
0,5	2008			
0,7	2013			
1,0	1985			
3,1	2000			
8,6	1989			
15,6	2002			
15,6	2010			
25,6	2007			
38,0	1998			
III	50,1 a 100,0	-		
IV	100,1 a 150,0	-		
V	150,1 a 200,0	-		
VI	200,1 a 250,0	-		
VII	250,1 a 300,0	-		
VIII	Acima de 300,1	-		
	Média		3,64	
	Mediana		0,0	
	DP		8,9	
	CV (%)		243,3	

(DP) – desvio-padrão; (CV) – coeficiente de variação.

Tabela 7. Distribuição de frequência de chuvas no mês de Agosto (número de anos e %), em amplitudes de classes de 50 mm, referente a estação meteorológica de Pedro Afonso – TO, no período de 1985 a 2014.

Classe	Faixa de volume precipitado	Frequência	Precipitação	
			Volume	Ano
(mm)	(mm)	(ano)	(mm)	
I	0,0	15 (50,0 %)	0,0	1988
			0,0	1991
			0,0	1992
			0,0	1994
			0,0	1995
			0,0	1996
			0,0	1997
			0,0	1998
			0,0	1999
			0,0	2001
			0,0	2002
			0,0	2005
			0,0	2007
			0,0	2008
			II	0,1 a 50,0
0,1	1993			
0,1	2009			
0,2	2014			
0,6	2000			
2,0	2010			
2,2	2011			
2,3	1985			
8,6	1987			
9,4	2013			
III	50,1 a 100,0	2 (6,7 %)	12,8	2003
			13,9	2006
IV	100,1 a 150,0	-	18,6	2004
V	150,1 a 200,0	-	26,6	1989
VI	200,1 a 250,0	-	51,9	1990
VII	250,1 a 300,0	-	90,4	1986
VIII		-	-	-
Média			8,0	
Mediana			0,1	
DP			19,1	
CV(%)			238,6	

(DP) – desvio-padrão; (CV) – coeficiente de variação.

Tabela 8. Distribuição de frequência de chuvas no mês de Setembro (número de anos e %), em amplitudes de classes de 50 mm, referente a estação meteorológica de Pedro Afonso – TO, no período de 1985 a 2014.

Classe	Faixa de volume precipitado	Frequência	Precipitação	
			Volume	Ano
	(mm)	(ano)	(mm)	
I	0,0	2 (6,7 %)	0,0	2010
			0,0	2011
			0,7	1995
			0,9	1998
			2,0	2012
			3,1	2013
			3,8	2004
			5,4	1994
			6,7	1988
			7,5	2009
II	0,1 a 50,0	18 (60,0 %)	8,2	1986
			13,2	1993
			17,3	1996
			19,6	2008
			20,1	1990
			21,7	1991
			42,7	1987
			48,1	2003
			48,8	2007
			50,0	2000
			66,3	1999
			69,6	1992
			70,3	2001
III	50,1 a 100,0	6 (20,0 %)	72,7	1989
			73,2	2005
			85,6	1985
			105,4	2002
			113,8	2006
			124,0	1997
IV	100,1 a 150,0	4 (13,3 %)	134,5	2014
			-	-
V	150,1 a 200,0	-	-	-
VI	200,1 a 250,0	-	-	-
VII	250,1 a 300,0	-	-	-
VIII	Acima de 300,1	-	-	-
	Média		41,2	
	Mediana		20,9	
	DP		41,4	
	CV(%)		100,6	

(DP) – desvio-padrão; (CV) – coeficiente de variação.

Tabela 9. Distribuição de frequência de chuvas no mês de Outubro (número de anos e %), em amplitudes de classes de 50 mm, referente a estação meteorológica de Pedro Afonso – TO, no período de 1985 a 2014.

Classe	Faixa de volume (mm)	Frequência (ano)	Precipitação	
			Volume (mm)	Ano
I	0,0	-	-	-
II	0,1 a 50,0	2 (6,7 %)	0,7	2007
			26,9	2005
			64,5	1995
III	50,1 a 100,0	5 (16,7 %)	81,3	2013
			85,0	1997
			93,2	1996
			98,9	1992
			106,1	2003
IV	100,1 a 150,0	10 (33,3 %)	109,3	1991
			110,5	1990
			117,7	1998
			133,5	2014
			134,8	2008
			137,6	1993
			138,3	2012
			142,8	1999
			147,3	2002
			151,8	2000
V	150,1 a 200,0	8 (26,7 %)	155,2	2009
			169,1	1987
			170,6	1994
			170,7	2006
			172,0	2010
			183,8	1989
VI	200,1 a 250,0	2 (6,7 %)	188,7	2011
			216,6	1985
VII	250,1 a 300,0	2 (6,7 %)	237,2	2001
			262,5	1986
VIII	Acima de 300,1	1 (3,3 %)	273,1	2004
			324,9	1988
	Média		146,8	
	Mediana		140,6	
	DP		69,7	
	CV (%)		47,5	

(DP) – desvio-padrão; (CV) – coeficiente de variação.

Tabela 10. Distribuição de frequência de chuvas no mês de Novembro (número de anos e %), em amplitudes de classes de 50 mm, referente a estação meteorológica de Pedro Afonso – TO, no período de 1985 a 2014.

Classe	Faixa de volume (mm)	Frequência (ano)	Precipitação	
			Volume (mm)	Ano
I	0,0	-	-	-
II	0,1 a 50,0	-	-	-
III	50,1 a 100,0	1 (3,3 %)	72,3	1990
IV	100,1 a 150,0	3 (10,0 %)	86,6	1994
			125,5	2009
			145,3	1988
			150,3	1992
			150,5	2002
V	150,1 a 200,0	8 (26,7 %)	162,3	1993
			163,6	2004
			165,2	2006
			167,1	2000
			170,8	1997
			191,3	1995
			201,3	2012
VI	200,1 a 250,0	6 (20,0 %)	203,9	1996
			204,3	1986
			216,3	2005
			240,5	2013
			245,9	2007
			274,4	1999
			286,5	2010
VII	250,1 a 300,0	6 (20,0 %)	288,3	2003
			294,8	2014
			295,2	2001
			301,7	1991
			304,3	2008
VIII	Acima de 300,1	6 (20,0 %)	308,7	1985
			313,6	1989
			345,2	2011
			346,8	1987
			404,4	1998
			Média	
Mediana			210,3	
DP			82,9	
CV (%)			36,4	

(DP) – desvio-padrão; (CV) – coeficiente de variação.

Tabela 11. Distribuição de frequência de chuvas no mês de Dezembro (número de anos e %), em amplitudes de classes de 50 mm, referente a estação meteorológica de Pedro Afonso – TO, no período de 1985 a 2014.

Classe	Faixa de volume (mm)	Frequência (ano)	Precipitação	
			Volume (mm)	Ano
I	0,0	-	-	-
II	0,1 a 50,0	-	-	-
III	50,1 a 100,0	-	-	-
IV	100,1 a 150,0	1 (3,3 %)	116,2	1993
			150,2	1994
			151,1	1990
			152,4	1996
			156,1	2012
V	150,1 a 200,0	9 (30,0 %)	158,3	2010
			159,6	2009
			161,6	1991
			162,1	2004
			169,5	1988
			204,6	2007
			218,7	2006
VI	200,1 a 250,0	8 (26,7 %)	220,5	1987
			222,2	2001
			224,2	1986
			232,7	2003
			246,6	2000
			248,7	2008
			271,4	1992
			277,4	2014
VII	250,1 a 300,0	6 (20,0 %)	279,1	2013
			289,8	1995
			293,0	2002
			293,6	2011
			301,2	1997
VIII	Acima de 300,1	6 (20,0 %)	302,2	2005
			323,1	1998
			416	1999
			459,8	1985
			536,8	1989
	Média		246,6	
	Mediana		228,5	
	DP		96,8	
	CV (%)		39,3	

(DP) – desvio-padrão; (CV) – coeficiente de variação.

Tabela 12. Distribuição de frequência de chuvas no mês de Janeiro (número de anos e %), em amplitudes de classes de 50 mm, referente a estação meteorológica de Pedro Afonso – TO, no período de 1985 a 2014.

Classe	Faixa de volume (mm)	Frequência (ano)	Precipitação	
			Volume (mm)	Ano
II	0,1 a 50,0	-	-	-
III	50,1 a 100,0	1 (3,3 %)	67,1	1993
			114,6	2007
IV	100,1 a 150,0	4 (13,3 %)	117,9	1987
			124,7	2001
			132,6	1990
			156,0	1996
V	150,1 a 200,0	3 (10,0 %)	182,2	2014
			186,5	2009
			200,3	2000
VI	200,1 a 250,0	5 (16,7 %)	229,8	1992
			238,5	2006
			239,5	1999
			241,6	1995
			256,3	2010
			264,6	1988
VII	250,1 a 300,0	6 (20,0 %)	271,6	2011
			281,9	2003
			288,1	1989
			299,6	1998
			333,7	1994
VIII	Acima de 300,1	11 (36,7 %)	354,1	1991
			366,3	1997
			369,4	2005
			370,3	1986
			370,9	2008
			413,3	2013
			434,4	2012
			460,3	2002
			505,4	2004
			640,1	1985
				Média
	Mediana		268,1	
	DP		129,7	
	CV (%)		45,7	

(DP) – desvio-padrão; (CV) – coeficiente de variação.

Tabela 13. Distribuição de frequência de chuvas no mês de Fevereiro (número de anos e %), em amplitudes de classes de 50 mm, referente a estação meteorológica de Pedro Afonso – TO, no período de 1985 a 2014.

Classe	Faixa de volume precipitado (mm)	Frequência (ano)	Precipitação	
			Volume (mm)	Ano
I	0,0	-	-	-
II	0,1 a 50,0	-	-	-
III	50,1 a 100,0	-	-	-
IV	100,1 a 150,0	4 (13,3 %)	127,8	2001
			129,3	1997
			146,5	1988
			147,6	2010
			154,2	2002
V	150,1 a 200,0	7 (23,3 %)	154,5	1996
			167,7	1991
			183,8	1999
			189,5	2004
			191,3	2013
			198,9	1987
			219,7	2008
VI	200,1 a 250,0	6 (20,0 %)	226,6	1994
			227,4	2003
			233,2	1993
			246,3	1990
			247,2	2014
			253,8	2006
			260,0	1992
			268,9	1995
VII	250,1 a 300,0	8 (26,7 %)	271,7	2000
			276,8	2012
			284,2	2009
			292,3	1989
			298,1	2005
			303,9	1985
VIII	Acima de 300,1	5 (16,7 %)	305,6	1998
			305,6	2007
			305,6	1986
			305,6	2011
			305,6	2011
	Média		230,8	
	Mediana		239,8	
	DP		54,0	
	CV (%)		23,4	

(DP) – desvio-padrão; (CV) – coeficiente de variação.

Tabela 14. Distribuição de frequência de chuvas no mês de Março (número de anos e %), em amplitudes de classes de 50 mm, referente a estação meteorológica de Pedro Afonso – TO, no período de 1985 a 2014.

Classe	Faixa de volume precipitado (mm)	Frequência (ano)	Precipitação	
			Volume (mm)	Ano
I	0,0	-	-	-
II	0,1 a 50,0	-	-	-
III	50,1 a 100,0	-	-	-
IV	100,1 a 150,0	4 (13,3 %)	133,8	1990
			135,8	1993
			139,4	2003
			141,9	1988
V	150,1 a 200,0	5 (16,7 %)	165,9	1989
			172,3	1999
			172,7	2007
			183,4	1992
			199,9	1998
VI	200,1 a 250,0	3 (10,0 %)	212,3	2011
			217,0	2002
			248,7	2009
			250,3	2000
VII	250,1 a 300,0	6 (20,0 %)	252,5	2012
			266,6	1985
			273,4	1996
			279,6	2014
			281,7	1995
			305,4	2010
VIII	Acima de 300,1	12 (40,0 %)	313,4	2004
			331,5	1987
			331,7	2001
			336,6	2005
			339,6	2008
			354,3	2013
			390,7	1986
			417,3	1994
			429,4	1997
			435,3	2006
			440,7	1991
	Média		271,8	
	Mediana		270,0	
	DP		95,6	
	CV (%)		35,2	

(DP) – desvio-padrão; (CV) – coeficiente de variação.

Tabela 15. Distribuição de frequência de chuvas no mês de Abril (número de anos e %), em amplitudes de classes de 50 mm, referente a estação meteorológica de Pedro Afonso – TO, no período de 1985 a 2014.

Classe	Faixa de volume precipitado (mm)	Frequência (ano)	Precipitação	
			Volume (mm)	Ano
I	0,0	-	-	-
II	0,1 a 50,0	1 (3,3 %)	14,5	1998
			55,2	2003
III	50,1 a 100,0	4 (13,3 %)	64,6	1990
			75,5	1994
			92,1	2002
			111,4	1991
IV	100,1 a 150,0	8 (26,7 %)	122,8	2005
			125,6	1997
			130,0	2013
			132,3	2001
			137,5	2014
			147,2	1985
			149,1	1999
			167,3	1987
V	150,1 a 200,0	7 (23,3 %)	170,2	1993
			171,5	2000
			178,8	2012
			184,8	2004
			189,5	1992
			193,8	2007
VI	200,1 a 250,0	4 (13,3 %)	213,9	1986
			220,7	2011
			229,5	1989
			234,6	2010
VII	250,1 a 300,0	3 (10,0 %)	283,5	2008
			284,5	2009
			293,0	1988
VIII	Acima de 300,1	3 (10,0 %)	322,2	1996
			342,4	1995
			349,3	2006
	Média		179,6	
	Mediana		170,9	
	DP		85,7	
	CV (%)		47,7	

(DP) – desvio-padrão; (CV) – coeficiente de variação.

Na Tabela 16, apresenta-se o número de dias com ocorrência de chuva no período estudado, cuja média anual foi de 141 dias de chuva, com variação de 109 dias (em 2007) a 171 dias (em 1995). No mês de janeiro, mês com maior volume precipitado nos 30 anos, o número de dias com chuva oscilou de 12 a 29 dias, respectivamente, nos anos de 1987 e 1985, sendo a média geral para esse mês de 21 dias.

Tabela 16. Número de dias com chuva no mês e no ano registrados na Estação Meteorológica de Pedro Afonso – TO, no período de 1985 a 2014.

Ano	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
1985	29	20	23	17	6	2	2	2	6	18	16	25	166
1986	23	24	24	20	4	0	0	4	1	17	17	15	149
1987	12	21	24	11	5	1	0	1	5	11	20	17	128
1988	21	22	19	21	0	2	0	2	0	3	15	25	140
1989	21	17	22	22	9	3	1	3	9	14	16	28	165
1990	15	18	20	8	9	0	1	2	5	12	13	18	121
1991	22	17	21	14	8	0	0	0	5	11	17	16	131
1992	19	19	16	12	4	1	0	0	9	14	18	23	135
1993	10	20	24	12	2	0	1	1	3	9	17	18	117
1994	28	24	25	14	5	4	0	0	3	12	14	19	148
1995	23	27	24	21	17	0	0	1	10	10	17	21	171
1996	17	16	17	22	10	0	0	0	2	15	15	13	127
1997	21	16	28	16	3	0	0	0	6	11	15	22	138
1998	22	20	19	6	1	1	2	0	1	13	22	18	125
1999	19	20	20	14	8	0	0	0	5	9	21	21	137
2000	23	23	20	13	4	0	2	2	11	13	13	23	147
2001	13	20	23	15	9	2	0	0	8	20	18	22	150
2002	27	16	18	13	3	1	4	0	10	10	14	17	133
2003	25	19	23	11	12	1	0	6	4	12	22	14	149
2004	25	22	23	14	4	1	0	2	3	13	14	16	137
2005	21	23	25	14	9	0	0	0	4	9	16	18	139
2006	19	21	23	27	14	0	0	2	7	12	17	20	162
2007	19	22	12	16	7	1	1	0	3	2	15	11	109
2008	18	18	25	20	10	0	1	0	4	9	18	23	146
2009	15	19	23	23	17	2	0	1	7	14	15	22	158
2010	19	21	25	15	4	1	2	1	0	10	19	16	133
2011	24	25	24	21	7	1	0	3	0	15	22	17	159
2012	25	22	23	15	6	2	0	0	1	6	18	17	135
2013	21	20	21	10	8	3	1	1	3	14	16	19	137
2014	20	22	24	15	8	0	0	1	7	10	17	17	141
Média	21	20	22	16	7	1	1	1	5	12	17	19	141

Temperatura máxima do ar

Os dados de temperatura máxima do ar mensal e anual registrados no período em estudo, estão apresentados na Tabela 17. Analisando-se a tabela, pode-se observar que a média da temperatura máxima anual oscilou entre 31,6 °C e 34,6 °C e a média foi de 33,2 °C.

Os meses de julho, agosto e setembro, foram os mais quentes do ano, com temperatura médias máximas observadas de 34,7 °C, 36,1 °C e 36,1 °C, respectivamente.

Os meses com temperaturas médias máximas mais baixas são janeiro, fevereiro e março, com registros de 31,5 °C 31,4 °C e 31,4 °C, respectivamente.

Na Tabela 18, estão apresentados os valores agrupados por decênio. Observa-se o aumento de 0,7 °C entre o segundo e o primeiro decênios e de 1,3 °C entre o terceiro e o primeiro decênios. Comparando-se a média anual das máximas de cada decênio com a média geral do período de 30 anos, nota-se que, exceto no segundo decênio, a média das máximas foi superior à média geral. Ao analisar as médias mensais, nota-se que em todos os meses a temperatura média máxima do terceiro decênio foi maior do que a do primeiro, e esta diferença oscilou de 0,1 °C (maio) até 1,6 °C (dezembro).

Na Tabela 19, estão apresentados os dados da análise estatística descritiva da temperatura do ar máxima, compreendendo as médias mensais, a mediana, desvio-padrão, coeficiente de variação, os valores extremos, mínimo e máximo e os respectivos anos de ocorrência. A partir da análise destes resultados percebe-se que os valores das médias e das medianas estão próximos e, que os desvios-padrão e coeficientes de variação estão baixos. Os meses de agosto e setembro apresentaram as maiores temperaturas máximas, sendo que em 50 % dos anos estudados a temperatura média máxima foi de 36,2 °C.

Tabela 17. Valores médios mensais e anual da temperatura máxima do ar (°C) observados na Estação Meteorológica de Pedro Afonso – TO no período de 1985-2014.

Ano	Jan.	Feb.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
1985	28,4	30,4	30,5	30,4	32,0	31,9	33,0	35,1	35,1	31,5	31,1	29,5	31,6
1986	30,6	30,8	30,7	31,0	32,7	32,9	33,9	34,8	34,4	30,9	31,8	31,3	32,2
1987	31,7	31,2	29,8	32,8	33,5	34,2	35,5	36,3	35,7	33,6	31,8	31,5	33,1
1988	31,5	31,3	31,3	31,5	33,4	33,1	33,8	35,3	36,2	32,5	31,1	30,2	32,6
1989	30,3	30,6	29,7	30,5	31,2	32,4	32,9	34,6	34,5	32,6	31,5	28,3	31,6
1990	31,9	30,4	31,9	32,8	32,8	34,2	34,3	35,1	34,1	33,0	32,9	31,7	32,9
1991	30,5	31,9	30,3	31,9	31,9	33,7	33,9	35,3	34,8	33,0	30,9	31,2	32,4
1992	30,2	30,4	31,6	32,2	33,5	34,0	34,6	36,2	34,2	32,3	31,2	30,6	32,6
1993	31,7	30,8	31,4	32,5	33,6	34,4	35,2	35,6	36,3	34,4	33,1	32,6	33,5
1994	32,0	31,5	30,7	31,9	33,1	33,4	34,1	35,8	36,0	33,2	32,1	31,5	32,9
1995	31,3	30,3	31,1	31,1	31,5	32,6	33,7	35,9	36,6	34,3	31,6	31,4	32,6
1996	31,3	31,9	31,2	30,8	32,2	33,1	34,1	35,6	36,4	32,2	31,7	32,4	32,7
1997	30,0	31,7	29,4	31,3	32,3	33,7	34,4	35,9	35,0	33,7	34,0	31,9	32,8
1998	31,8	32,6	32,8	34,4	34,8	35,4	35,7	37,4	37,5	34,8	32,0	32,4	34,3
1999	31,7	31,8	31,6	32,5	32,3	33,9	34,6	36,0	35,3	34,2	31,9	30,8	33,1
2000	31,3	31,0	31,6	32,1	33,6	34,0	34,7	36,3	34,3	33,7	32,1	31,6	33,0
2001	31,8	31,6	31,3	32,1	33,7	33,7	35,1	35,3	35,3	32,6	32,3	31,7	33,0
2002	31,2	32,4	31,5	33,0	33,3	34,2	35,3	36,6	35,3	34,1	33,7	32,0	33,5
2003	32,4	31,7	31,5	33,0	32,7	34,0	34,8	35,9	36,2	33,6	31,9	32,9	33,4
2004	30,8	31,2	31,7	33,1	34,2	34,1	34,9	36,4	37,0	33,6	33,2	32,7	33,6
2005	32,4	32,4	32,0	33,3	32,6	33,6	34,7	36,2	36,8	35,5	33,5	31,8	33,7
2006	33,1	32,0	31,7	30,5	32,1	33,0	34,3	36,3	36,2	33,4	33,2	33,1	33,2
2007	32,9	30,5	33,0	32,7	33,4	33,9	35,4	36,6	37,0	35,7	33,6	32,9	34,0
2008	31,8	31,5	30,8	32,0	32,5	33,8	35,0	37,1	37,9	36,4	33,0	32,0	33,7
2009	32,9	32,2	32,3	30,6	31,5	33,3	35,4	37,0	36,8	33,6	33,6	31,8	33,4
2010	32,7	33,0	33,4	33,7	34,9	35,1	35,6	36,9	38,5	35,3	33,6	32,4	34,6
2011	31,7	31,1	32,0	32,7	32,7	34,3	35,0	37,1	38,0	34,4	31,9	32,9	33,6
2012	30,4	31,2	32,1	33,3	33,4	34,0	35,3	36,2	37,2	36,3	33,1	33,2	33,8
2013	32,0	32,5	32,6	33,1	33,1	34,2	35,5	37,0	37,0	35,2	33,1	31,7	33,9
2014	32,3	31,3	32,1	32,9	33,3	34,3	35,4	37,1	36,2	34,8	33,3	32,2	33,8
Média	31,5	31,4	31,4	32,2	32,9	33,7	34,7	36,1	36,1	33,8	32,5	31,7	33,2

Tabela 18. Valores médios mensais e anual da temperatura máxima do ar (°C), referentes aos períodos decenais, Estação Meteorológica de Pedro Afonso – TO.

Decênio	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
1985 - 1994	30,9	30,9	30,8	31,7	32,8	33,4	34,1	35,4	35,1	32,7	31,8	30,8	32,5
1995 - 2004	31,3	31,6	31,4	32,3	33,1	33,9	34,7	36,1	35,9	33,7	32,4	32,0	33,2
2005-2014	32,2	31,8	32,2	32,5	32,9	33,9	35,2	36,8	37,2	35,1	33,2	32,4	33,8
Média	31,5	31,4	31,4	32,2	32,9	33,7	34,7	36,1	36,1	33,8	32,5	31,7	33,2

Os valores extremos de temperatura do ar máxima registrados entre 1985-2014 foram 28,3 °C no mês de dezembro de 1989 como mínimo, e o máximo foi 38,5 °C no mês de setembro de 2010.

Tabela 19. Estatística descritiva da média das temperaturas máximas do ar (°C) mensal e valores extremos com seus respectivos anos de ocorrência, observados na Estação Meteorológica de Pedro Afonso – TO no período de 1985-2014.

Mês	Média	Mediana	DP	CV	Valores extremos			
					Mínimo	Ano	Máximo	Ano
	(°C)	(°C)		(%)	(°C)		(°C)	
Janeiro	31,5	31,7	1,0	3,2	28,4	1985	33,1	2006
Fevereiro	31,4	31,4	0,7	2,4	30,3	1995	33,0	2010
Março	31,4	31,5	0,9	3,0	29,4	1997	33,4	2010
Abril	32,2	32,4	1,1	3,3	30,4	1985	34,4	1998
Maior	32,9	32,9	0,9	2,7	31,2	1989	34,9	2010
Junho	33,7	33,9	0,7	2,2	31,9	1985	35,4	1998
Julho	34,7	34,8	0,7	1,9	32,9	1989	35,7	1999
Agosto	36,1	36,2	0,8	2,1	34,6	1989	37,4	1999
Setembro	36,1	36,2	1,2	3,3	34,1	1990	38,5	2010
Outubro	33,8	33,6	1,3	4,0	30,9	1986	36,4	2008
Novembro	32,5	32,2	0,9	2,8	30,9	1991	34,0	1997
Dezembro	31,7	31,8	1,1	3,4	28,3	1989	33,2	2012

(DP) – desvio-padrão; (CV) – coeficiente de variação.

Temperatura mínima do ar

Na Tabela 20, apresentam-se as médias das temperaturas mínimas mensais e anuais registradas na Estação Meteorológica em Pedro Afonso - TO. A média anual geral foi de 21,7 °C, sendo julho, agosto e setembro os meses com os registros mais baixos, 19,0 °C, 19,6 °C e 21,7 °C, respectivamente. Enquanto que os mais elevados foram 22,8 °C (abril) 22,6 °C (maio e outubro) e 22,5 °C (novembro e dezembro).

Na Tabela 21, apresentam-se as médias das mínimas por decênio. Analisando-se essa tabela observa-se que, assim como as temperaturas máximas (Tabela 18), as mínimas apresentaram tendência de aumento, em que as diferenças foram de 0,1 °C entre o segundo e o primeiro decênios e de 0,5 °C entre o terceiro e o primeiro decênios. Já a média geral das mínimas foi superior às médias do primeiro e segundo decênio e inferior à média do terceiro. Ao analisar as médias mensais, exceto o mês de agosto, nota-se que a temperatura média mínima do ar no terceiro decênio foi maior do que a do primeiro.

Tabela 20. Valores médios mensais e anual da temperatura mínima do ar (°C), observados na Estação Meteorológica de Pedro Afonso – TO no período de 1985-2014.

Ano	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
1985	20,7	21,3	22,1	22,0	21,6	20,0	19,2	19,8	21,4	22,4	22,0	22,3	21,2
1986	22,3	22,0	22,6	22,9	22,0	19,0	20,1	20,7	21,5	22,5	22,3	22,2	21,7
1987	22,3	22,6	22,6	22,6	22,2	21,0	19,6	21,1	22,4	22,9	22,9	23,2	22,1
1988	22,8	23,1	23,1	23,2	22,0	19,8	18,6	17,6	20,8	22,8	22,4	22,2	21,5
1989	21,9	21,9	22,1	22,3	21,6	20,1	19,7	20,5	22,1	21,9	22,6	22,0	21,6
1990	22,3	22,5	22,4	22,7	22,5	20,1	20,6	19,9	22,2	22,6	22,3	22,4	21,9
1991	22,2	22,4	22,4	22,8	22,1	19,8	17,7	18,3	21,2	22,1	21,9	22,2	21,3
1992	22,3	21,9	22,6	22,3	20,9	19,5	18,0	19,3	22,1	21,9	22,0	21,6	21,2
1993	20,9	21,5	21,8	22,2	21,9	19,7	18,4	20,7	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9
1994	20,9	20,9	22,3	22,8	22,2	21,4	19,3	18,5	21,5	22,1	22,4	22,4	21,4
1995	22,0	22,5	22,5	22,7	22,5	19,8	18,6	18,6	21,3	22,2	22,3	22,2	21,4
1996	22,0	22,4	22,3	22,3	22,0	19,1	17,8	20,0	21,1	22,2	22,3	22,4	21,3
1997	21,8	22,0	22,0	22,2	21,0	19,1	17,9	19,1	22,3	22,8	22,3	22,4	21,2
1998	22,5	23,0	22,8	23,7	22,3	19,8	19,3	20,2	22,2	22,7	22,4	22,1	21,9
1999	22,2	22,3	22,7	22,6	22,2	19,8	18,2	19,9	21,6	22,2	22,3	22,3	21,5
2000	22,2	21,7	21,9	22,0	21,1	19,6	19,5	20,1	22,0	21,9	22,4	22,1	21,4
2001	22,2	21,8	22,1	22,2	22,4	20,2	18,9	18,8	22,2	22,4	22,6	22,5	21,5
2002	22,4	22,9	22,4	22,4	22,3	19,9	19,9	19,4	22,1	22,2	22,2	22,8	21,8
2003	22,7	22,6	22,7	22,8	22,0	20,5	18,4	20,7	22,2	23,0	22,6	22,5	21,9
2004	22,7	22,9	23,0	23,3	22,6	20,1	19,4	20,2	21,8	22,8	22,8	23,0	22,0
2005	23,0	23,1	23,0	23,3	22,3	20,8	18,5	19,3	21,9	22,9	23,1	23,1	22,1
2006	22,6	22,9	22,9	22,7	22,8	19,6	18,8	19,3	21,8	23,6	23,2	23,0	21,9
2007	23,1	22,6	22,6	23,2	22,3	19,5	18,3	18,8	20,6	23,0	22,9	22,8	21,7
2008	22,5	22,5	22,2	23,1	22,3	19,2	18,5	20,0	21,8	22,8	22,9	22,7	21,7
2009	22,8	22,6	23,3	23,1	22,4	21,2	19,6	20,6	22,9	23,3	23,1	22,5	22,3
2010	22,8	23,3	23,6	23,7	23,5	20,9	19,5	18,8	21,3	23,4	23,0	23,2	22,3
2011	22,4	22,3	23,2	23,0	22,5	20,3	19,1	20,1	20,8	22,9	23,0	22,8	21,9
2012	21,8	21,9	22,6	23,2	22,4	21,0	19,0	18,7	21,2	23,9	23,5	22,8	21,8
2013	22,7	22,6	23,2	23,6	22,8	21,5	20,1	19,9	22,9	23,2	22,7	23,1	22,4
2014	22,2	22,5	22,9	22,9	22,7	20,5	20,0	19,6	22,2	22,6	23,2	23,0	22,0
Média	22,2	22,4	22,6	22,8	22,2	20,1	19,0	19,6	21,7	22,6	22,5	22,5	21,7

Tabela 21. Valores médios mensais e anual da temperatura mínima do ar (°C), referentes aos períodos decenais, Estação Meteorológica de Pedro Afonso – TO.

Decênio	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
1985 - 1994	21,9	22,0	22,4	22,6	21,9	20,1	19,1	19,6	21,6	22,2	22,2	22,1	21,5
1995 - 2004	22,3	22,4	22,4	22,6	22,1	19,8	18,8	19,7	21,9	22,4	22,4	22,4	21,6
2005 - 2014	22,6	22,6	23,0	23,2	22,6	20,5	19,2	19,5	21,7	23,2	23,1	22,9	22,0
Média	22,2	22,4	22,6	22,8	22,2	20,1	19,0	19,6	21,7	22,6	22,5	22,5	21,7

As médias, medianas, desvios-padrão, coeficientes de variação e os valores extremos com os respectivos anos de ocorrência, mensais da temperatura mínima do ar média são apresentados na Tabela 22. Nota-se que os valores das médias mensais estão próximos aos valores das medianas, sendo que nos meses de março, abril, novembro e dezembro os valores são idênticos. Além disso, observam-se valores baixos do desvio-padrão e do coeficiente de variação. O mês de julho é o mês que apresentou a menor média de temperatura mínima do ar (19,0 °C) sendo a mediana igual a 19,1 °C, considerando-se o período de 1985 - 2014. No período estudado a temperatura mais baixa ocorreu em agosto de 1998 e a mais alta, das mínimas, ocorreu em outubro de 2012, sendo respectivamente, 17,6 °C e 23,9 °C.

Tabela 22. Estatística descritiva da temperatura mínima do ar (°C) mensal e valores extremos com seus respectivos anos de ocorrência, observados na Estação Meteorológica de Pedro Afonso – TO no período de 1985-2014.

Mês	Média	Mediana	DP	CV	Valores extremos			
					Mínimo	Ano	Máximo	Ano
	(°C)	(°C)		(%)	(°C)		(°C)	
Janeiro	22,2	22,3	0,6	2,6	20,7	1985	23,1	2007
Fevereiro	22,4	22,5	0,6	2,5	20,9	1994	23,3	2010
Março	22,6	22,6	0,4	2,0	21,8	1993	23,6	2010
Abril	22,8	22,8	0,5	2,1	22,0	1985	23,7	2010
Mai	22,2	22,3	0,5	2,5	20,9	1992	23,5	2010
Junho	20,1	20,0	0,7	3,5	19,0	1986	21,5	2013
Julho	19,0	19,1	0,7	3,9	17,7	1991	20,6	1990
Agosto	19,6	19,8	0,8	4,3	17,6	1988	21,1	1987
Setembro	21,7	21,8	0,6	2,8	20,6	2007	22,9	2013
Outubro	22,6	22,7	0,6	2,7	20,9	1993	23,9	2012
Novembro	22,5	22,5	0,5	2,3	20,9	1993	23,5	2012
Dezembro	22,5	22,5	0,5	2,2	20,9	1993	23,2	2010

(DP) – desvio-padrão; (CV) – coeficiente de variação.

Temperatura do ar média mensal

Na Tabela 23, encontram-se as médias mensais e anuais das temperaturas médias do ar registradas no período de 1985 a 2014. A média anual geral foi de 27,4 °C e as médias mensais oscilam entre 26,9 °C e 28,9 °C. A análise por decênio encontra-se na Tabela 24. A tendência, dos dados assemelham-se com os valores de temperaturas do ar máxima e mínima.

Tabela 23. Valores médios mensais e anuais da temperatura média do ar (°C) observados na Estação Meteorológica de Pedro Afonso - TO no período de 1985-2014.

Ano	Jan.	Feb.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Agô.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
1985	24,6	25,8	26,4	26,2	26,8	25,9	26,1	27,4	28,3	27,0	26,5	25,9	26,4
1986	26,5	26,4	26,6	26,9	27,4	25,9	27,0	27,8	28,0	26,7	27,0	26,8	26,9
1987	27,0	26,9	26,3	27,7	27,8	27,6	27,5	28,7	29,0	28,2	27,3	27,4	27,6
1988	27,1	27,2	27,2	27,3	27,7	26,5	26,2	26,5	28,5	27,7	26,8	26,2	27,1
1989	26,1	26,2	25,9	26,4	26,4	26,5	26,3	27,6	28,3	27,2	27,0	25,2	26,6
1990	27,1	26,5	27,1	27,8	27,6	27,1	27,5	27,5	28,2	27,8	27,6	27,0	27,4
1991	26,4	27,1	26,4	27,3	27,0	26,8	25,8	26,8	28,0	27,6	26,4	26,7	26,9
1992	26,3	26,1	27,1	27,3	27,2	26,7	26,3	27,7	28,1	27,1	26,6	26,1	26,9
1993	26,3	26,2	26,6	27,3	27,8	27,1	26,8	28,1	28,6	27,6	27,0	26,7	27,2
1994	26,5	26,2	26,5	27,4	27,6	27,4	26,7	27,1	28,7	27,7	27,2	26,9	27,2
1995	26,6	26,4	26,8	26,9	27,0	26,2	26,1	27,3	28,9	28,2	26,9	26,8	27,0
1996	26,7	27,1	26,7	26,6	27,1	26,1	26,0	27,8	28,8	27,2	27,0	27,4	27,0
1997	25,9	26,9	25,7	26,7	26,6	26,4	26,2	27,5	28,6	28,3	28,1	27,1	27,0
1998	27,2	27,8	27,8	29,1	28,6	27,6	27,5	28,8	29,8	28,8	27,2	27,3	28,1
1999	27,0	27,1	27,1	27,6	27,3	26,8	26,4	28,0	28,5	28,2	27,1	26,5	27,3
2000	26,7	26,4	26,7	27,1	27,3	26,8	27,1	28,2	28,2	27,8	27,3	26,9	27,2
2001	27,0	26,7	26,7	27,2	28,1	27,0	27,0	27,0	28,8	27,5	27,5	27,1	27,3
2002	26,8	27,6	26,9	27,7	27,8	27,1	27,6	28,0	28,7	28,2	27,9	27,4	27,7
2003	27,5	27,2	27,1	27,9	27,4	27,3	26,6	28,3	29,2	28,3	27,2	27,7	27,6
2004	26,7	27,0	27,4	28,2	28,4	27,1	27,2	28,3	29,4	28,2	28,0	27,8	27,8
2005	27,7	27,8	27,5	28,3	27,4	27,2	26,6	27,9	29,3	29,2	28,3	27,4	27,9
2006	27,8	27,5	27,3	26,6	27,4	26,3	26,5	27,8	29,0	28,5	28,2	28,1	27,6
2007	28,0	26,5	27,8	27,9	27,8	26,7	27,3	27,7	28,8	29,3	28,3	27,9	27,8
2008	27,1	27,0	26,5	27,5	27,4	26,5	26,7	28,6	29,8	29,6	28,0	27,4	27,7
2009	27,8	27,4	27,8	26,9	26,9	27,2	27,5	28,8	29,9	28,5	28,3	27,2	27,8
2010	27,8	28,1	28,5	28,7	29,2	28,0	27,6	27,9	29,9	29,4	28,3	27,8	28,4
2011	27,1	26,7	27,6	27,8	27,6	27,3	27,0	28,6	29,4	28,6	27,4	27,9	27,8
2012	26,1	26,5	27,4	28,2	27,9	27,5	27,2	27,4	29,2	30,1	28,3	28,0	27,8
2013	27,4	27,6	27,9	28,3	28,0	27,8	27,8	28,4	29,9	29,2	27,9	27,4	28,1
2014	27,2	26,9	27,5	27,9	28,0	27,4	27,7	28,3	29,2	28,7	28,2	27,6	27,9
Média	26,9	26,9	27,0	27,5	27,6	26,9	26,9	27,9	28,9	28,2	27,5	27,1	27,4

Tabela 24. Valores médios mensais e anuais da temperatura média do ar (°C), referentes aos períodos decenais, Estação Meteorológica de Pedro Afonso – TO.

Decênio	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
1985 - 1994	26,4	26,5	26,6	27,2	27,3	26,8	26,6	27,5	28,4	27,5	27,0	26,5	27,0
1995 - 2004	26,8	27,0	26,9	27,5	27,6	26,8	26,8	27,9	28,9	28,1	27,4	27,2	27,4
2005-2014	27,4	27,2	27,6	27,8	27,8	27,2	27,2	28,1	29,5	29,1	28,1	27,7	27,9
Média	26,9	26,9	27,0	27,5	27,6	26,9	26,9	27,9	28,9	28,2	27,5	27,1	27,4

As médias, medianas, desvios-padrão, coeficientes de variação e os valores extremos com os respectivos anos de ocorrência, mensais da temperatura média do ar encontram-se na Tabela 25. Assim, como nos decênios, a tendência, dos dados assemelham-se com os valores de temperatura do ar máxima e mínima.

Tabela 25. Estatística descritiva da temperatura média do ar (°C) mensal e valores extremos com seus respectivos anos de ocorrência, observados na Estação Meteorológica de Pedro Afonso – TO no período de 1985-2014.

Mês	Média (°C)	Mediana (°C)	DP	CV (%)	Valores extremos			
					Mínimo (°C)	Ano	Máximo (°C)	Ano
Janeiro	26,9	27,0	0,7	2,6	24,6	1985	28,0	2007
Fevereiro	26,9	26,9	0,6	2,1	25,8	1985	28,1	2010
Março	27,0	27,1	0,6	2,3	25,7	1997	28,5	2010
Abril	27,5	27,4	0,7	2,5	26,2	1985	29,1	1998
Maiο	27,6	27,5	0,6	2,1	26,4	1989	29,2	2010
Junho	26,9	27,0	0,5	2,0	25,9	1985	28,0	2010
Julho	26,9	26,9	0,6	2,1	25,8	1991	27,8	2013
Agosto	27,9	27,8	0,6	2,1	26,5	1988	28,8	2009
Setembro	28,9	28,8	0,6	2,1	28,0	1991	29,9	*
Outubro	28,2	28,2	0,8	2,9	26,7	1986	30,1	2012
Novembro	27,5	27,4	0,6	2,2	26,4	1991	28,3	2005
Dezembro	27,1	27,2	0,7	2,5	25,2	1989	28,1	2006

(DP) – desvio-padrão; (CV) – coeficiente de variação. (*) Ocorrência de um mesmo valor em 2 ou mais anos à esquerda.

Umidade relativa do ar

Na Tabela 26, apresentam-se os valores médios mensais e anuais da umidade relativa do ar (UR). A média da UR no período analisado foi de 77,2 % , sendo que em mais de 80 % dos anos analisados a UR média anual ficou abaixo de 80 %. Os meses de agosto, setembro e julho são os que registraram as menores médias mensais, respectivamente, 60,6 %, 63,1 % e 67,1 %. E os meses de março, fevereiro e janeiro registraram os maiores valores médios de umidade relativa do ar, respectivamente, 86,2 %, 85,3 % e 85,1 %.

Tabela 26. Valores médios mensais e anuais da umidade relativa média do ar (%) observados na Estação Meteorológica de Pedro Afonso – TO no período de 1985-2014.

Ano	Jan.	Feb.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Agô.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
1985	91,8	88,8	90,1	88,7	81,6	76,7	72,0	66,6	68,4	82,6	86,1	92,1	82,1
1986	89,7	86,6	88,2	88,4	82,4	74,6	73,4	70,9	69,8	84,5	82,9	85,7	81,4
1987	85,6	87,8	90,5	83,1	80,1	76,5	67,1	64,9	69,6	78,3	85,9	86,1	79,6
1988	87,4	87,7	86,6	87,6	81,6	74,6	66,6	59,6	62,0	79,9	85,6	88,2	79,0
1989	86,7	86,5	88,6	88,9	84,3	80,2	76,0	72,1	74,2	82,9	85,0	91,0	83,0
1990	82,4	86,1	84,9	82,6	81,7	73,6	69,9	66,4	73,4	79,0	80,0	83,5	78,6
1991	87,9	85,5	89,2	86,1	84,3	75,3	68,5	63,4	69,4	78,2	85,8	86,3	80,0
1992	89,1	87,0	83,5	84,7	80,2	73,4	67,2	60,5	71,5	82,0	86,0	87,4	79,4
1993	84,8	85,3	87,4	84,4	78,0	71,1	65,9	63,1	63,5	75,2	81,5	84,2	77,0
1994	84,8	85,3	86,7	83,3	77,6	78,0	67,5	60,9	60,7	76,1	79,8	86,0	77,2
1995	85,3	86,8	85,8	87,0	86,1	77,1	70,3	64,5	62,1	72,4	81,6	85,2	78,7
1996	84,8	84,7	86,9	88,6	84,4	73,5	67,0	63,4	60,8	80,8	81,7	80,5	78,1
1997	86,5	84,5	90,7	86,3	78,2	74,5	68,0	63,5	71,8	79,2	78,0	85,8	78,9
1998	86,2	86,1	86,7	80,7	74,0	69,0	65,3	59,3	56,8	70,7	83,5	82,0	75,0
1999	83,1	83,6	84,8	83,2	82,0	74,6	65,5	55,8	64,7	70,2	84,3	86,2	76,5
2000	85,5	84,9	84,9	84,7	77,2	72,7	69,1	61,4	70,9	76,3	81,0	85,2	77,8
2001	82,5	84,5	87,8	85,0	83,8	78,3	70,6	63,7	69,6	82,5	84,4	87,3	80,0
2002	90,5	86,9	87,8	85,8	80,7	72,7	69,3	57,3	66,9	77,6	78,3	84,6	78,2
2003	84,0	84,9	86,1	83,7	81,1	72,9	64,7	58,9	58,9	73,0	82,1	81,4	76,0
2004	86,5	83,7	83,2	80,4	74,8	66,5	63,3	57,4	57,0	74,8	76,5	79,0	73,6
2005	81,6	84,5	85,0	80,6	76,6	71,0	62,9	54,8	58,0	68,3	79,6	81,6	73,7
2006	80,8	82,3	85,4	87,9	81,4	70,8	65,5	60,6	64,1	76,1	79,5	81,1	76,3
2007	83,4	87,9	80,4	82,1	76,4	69,7	65,8	55,2	56,5	63,2	76,4	77,8	72,9
2008	83,8	83,0	86,8	84,2	80,5	70,6	63,3	54,7	53,9	64,3	80,6	84,7	74,2
2009	81,0	82,6	84,4	86,9	84,8	77,0	67,9	60,2	63,6	77,0	79,2	83,5	77,3
2010	81,7	82,8	83,0	79,9	75,1	68,9	62,1	54,2	50,1	72,2	80,0	81,5	72,6
2011	84,0	85,6	85,1	83,6	80,8	71,5	64,7	58,3	50,3	73,2	82,4	81,9	75,1
2012	87,5	84,0	85,7	82,6	78,4	73,7	63,9	54,4	54,3	63,0	79,3	79,6	73,9
2013	84,3	83,7	84,3	81,2	80,3	73,8	64,9	57,3	57,5	70,9	79,4	84,1	75,1
2014	80,5	85,4	84,9	81,9	78,1	71,2	64,0	55,0	62,6	70,2	79,9	82,6	74,7
Média	85,1	85,3	86,2	84,5	80,2	73,5	67,1	60,6	63,1	75,2	81,5	84,2	77,2

Na Tabela 27, estão apresentados os valores de umidade relativa do ar separados por decênio. Comparando-se a média anual das máximas de cada decênio com a média anual do período de 30 anos, nota-se que o primeiro decênio a UR foi 2,5 % superior à média anual geral. De modo geral, a umidade relativa do ar diminuiu ao longo do período avaliado, sendo que o segundo e terceiro decênios apresentaram respectivamente UR 2,4 % e 5,1 % menores em relação ao primeiro. Ao analisar as médias mensais, nota-se que em todos os meses a UR do primeiro decênio foi maior do que a do terceiro, e esta diferença oscilou de 1,9 % (maio) até 11,1 % (setembro).

Tabela 27. Valores médios mensais e anuais da umidade relativa média do ar (%) referentes aos períodos decenais, Estação Meteorológica de Pedro Afonso – TO.

Decênio	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
1985 - 1994	87,0	86,6	87,6	85,8	81,2	75,4	69,4	64,8	68,2	79,9	83,9	87,0	79,7
1995 - 2004	85,5	85,1	86,5	84,5	80,2	73,2	67,3	60,5	64,0	75,7	81,1	83,7	77,3
2005 - 2014	82,8	84,2	84,5	83,1	79,2	71,8	64,5	56,5	57,1	69,9	79,6	81,9	74,6
Média	85,1	85,3	86,2	84,5	80,2	73,5	67,1	60,6	63,1	75,2	81,5	84,2	77,2

Na Tabela 28, estão apresentados os dados de umidade relativa média do ar mensais, as medianas, desvios-padrão, coeficientes de variação, os valores extremos, mínimo e máximo e os respectivos anos em que foram registrados. Nos meses de setembro e outubro os coeficientes de variação foram os mais altos, respectivamente, 10,8 % e 7,8 %. O valor máximo registrado de UR foi de 92,1 %, ocorrido em dezembro de 1985, e o mínimo ocorreu em setembro de 2010, não ultrapassando os 50,1 % de UR.

Tabela 28. Estatística descritiva da umidade relativa do ar (UR, %) média e valores extremos com seus respectivos anos de ocorrência, observados na Estação Meteorológica de Pedro Afonso – TO no período de 1985-2014.

Mês	Média	Mediana	DP	CV (%)	Valores Extremos			
					Mínimo	Ano	Máximo	Ano
	(%)	(%)		(%)	(%)		(%)	
Janeiro	85,1	84,8	2,9	3,4	80,5	2014	91,8	1985
Fevereiro	85,3	85,3	1,7	2,0	82,3	2006	88,8	1985
Março	86,2	85,9	2,3	2,7	80,4	2007	90,7	1997
Abril	84,5	84,3	2,7	3,2	79,9	2010	88,9	1989
Maiο	80,2	80,6	3,2	3,9	74,0	1998	86,1	1995
Junho	73,5	73,6	3,1	4,3	66,5	2004	80,2	1989
Julho	67,1	66,8	3,1	4,6	62,1	2010	76,0	1989
Agosto	60,6	60,3	4,8	7,8	54,2	2010	72,1	1989
Setembro	63,1	63,1	6,8	10,8	50,1	2010	74,2	1989
Outubro	75,2	76,1	5,8	7,8	63,0	2012	84,5	1986
Novembro	81,5	81,2	2,9	3,5	76,4	2007	86,1	1985
Dezembro	84,2	84,4	3,3	3,9	77,8	2007	92,1	1985

(DP) – desvio-padrão; (CV) – coeficiente de variação.

Insolação

Os valores acumulados nos meses e anos e as médias mensais e anuais da insolação, na Estação Meteorológica de Pedro Afonso -TO estão apresentados na Tabela 29. A insolação média anual para o período de 30 anos foi de 2.432,3 h. O mês de fevereiro teve o menor valor médio acumulado (143,4 h) e o mês de agosto teve o maior (288,7 h).

Na Tabela 30, estão os valores de insolação separados por decênio, em que é possível observar que a média anual apresentou a mesma tendência da temperatura, de aumento no terceiro decênio.

Tabela 29. Valores médios mensais e anuais da insolação (h), observados na Estação Meteorológica de Pedro Afonso – TO no período de 1985-2014.

Ano	Jan.	Feb.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Agô.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
1985	74,7	144,3	133,6	146,0	240,8	223,5	286,0	281,4	215,7	152,9	150,6	112,8	2.162,3
1986	150,7	159,9	166,6	170,2	266,7	271,3	259,3	254,4	212,4	144,3	180,3	177,4	2.413,5
1987	196,0	145,1	104,0	232,8	263,9	263,6	286,1	288,0	156,1	206,9	147,6	159,7	2.449,7
1988	173,3	121,1	176,4	177,3	239,4	253,7	292,6	308,1	233,2	152,7	131,3	132,4	2.391,5
1989	169,5	151,1	140,4	163,1	217,1	230,9	267,6	276,6	215,0	171,0	149,2	62,2	2.213,7
1990	181,4	105,2	180,9	240,9	228,7	272,8	242,3	261,1	205,2	172,0	185,1	161,5	2.437,1
1991	126,7	182,1	116,2	200,8	201,5	279,6	279,9	287,4	145,3	167,4	143,4	130,2	2.260,5
1992	95,2	134,8	173,8	198,8	267,2	270,6	287,8	263,9	196,5	158,7	138,2	90,4	2.275,9
1993	219,9	112,5	174,6	198,7	245,2	228,2	287,7	252,5	223,5	180,8	158,7	148,8	2.472,0
1994	158,7	141,9	154,2	195,5	237,2	269,5	286,0	285,6	217,4	174,2	150,8	135,9	2.366,0
1995	159,8	140,7	181,7	175,3	187,7	254,5	284,4	307,8	232,4	174,4	136,4	143,0	2.378,1
1996	171,9	174,6	161,2	165,0	218,2	276,4	293,5	282,4	227,5	168,6	147,1	167,2	2.453,6
1997	99,3	168,5	94,9	169,9	218,3	271,0	291,3	282,4	177,8	166,7	199,9	165,7	2.305,7
1998	152,5	159,5	201,8	211,7	248,7	271,6	278,7	298,3	218,7	168,2	133,5	165,1	2.508,3
1999	160,3	153,4	173,5	197,1	201,8	272,9	300,0	299,5	220,2	190,6	142,4	131,9	2.443,6
2000	158,6	154,2	187,5	199,9	282,0	288,1	283,3	294,1	209,5	211,1	174,0	152,4	2.594,7
2001	167,6	169,4	152,4	201,8	241,0	262,4	297,7	300,9	221,9	162,4	144,8	148,6	2.470,9
2002	130,3	156,0	152,2	201,0	261,4	268,4	285,8	311,4	202,0	219,6	228,9	156,1	2.573,1
2003	192,6	141,3	140,0	206,8	232,4	263,9	287,9	262,5	241,1	167,4	158,4	202,0	2.496,3
2004	112,9	136,7	147,8	204,0	266,7	268,4	291,0	279,2	238,9	179,8	171,4	170,4	2.467,2
2005	164,1	154,2	150,4	209,2	226,5	279,9	301,2	294,3	234,9	198,7	147,5	115,2	2.476,1
2006	191,3	160,3	165,7	115,3	194,1	276,0	283,5	298,7	250,0	159,9	163,7	174,1	2.432,6
2007	171,1	83,7	192,7	171,2	243,3	283,5	290,0	308,6	254,7	176,8	159,6	187,1	2.528,3
2008	158,5	143,5	142,0	159,6	214,2	274,0	297,2	292,7	259,4	211,9	151,1	130,9	2.435,0
2009	182,7	154,7	187,6	136,8	180,7	251,9	288,3	288,9	234,1	167,1	182,3	133,7	2.388,8
2010	171,3	135,9	193,0	225,1	251,9	270,4	297,5	305,5	273,5	203,8	182,3	159,1	2.669,3
2011	164,3	127,2	168,7	190,5	216,6	264,1	292,5	301,0	268,8	187,9	128,4	183,5	2.493,5
2012	98,1	129,6	170,1	204,9	234,3	252,4	291,6	303,6	238,6	221,4	146,8	190,3	2.481,7
2013	145,2	153,4	174,6	199,6	216,9	246,9	287,1	290,9	232,0	191,3	163,7	125,5	2.427,1
2014	183,2	106,8	162,2	198,6	227,5	265,4	283,0	299,5	248,2	209,7	167,7	149,9	2.501,7
Média	156,3	143,4	160,7	188,9	232,4	264,2	286,0	288,7	223,5	180,6	158,8	148,8	2.432,3

Tabela 30. Valores médios mensais e anuais da insolação (h), referentes aos períodos decenais, da Estação Meteorológica de Pedro Afonso – TO.

Decênio	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
1985 – 1994	154,6	139,8	152,1	192,4	240,8	256,4	277,5	275,9	202,0	168,1	153,5	131,1	2344,2
1995 – 2004	150,6	155,4	159,3	193,2	235,8	269,8	289,4	291,8	219,0	180,9	163,7	160,2	2469,1
2005 – 2014	163,6	134,9	170,7	181,1	220,6	266,5	291,2	298,4	249,4	192,9	159,3	154,9	2483,4
Média	156,3	143,4	160,7	188,9	232,4	264,2	286,0	288,7	223,5	180,6	158,8	148,8	2432,3

Na Tabela 31 apresentam-se as médias mensais, medianas, desvios-padrão, coeficientes de variação, os valores extremos, mínimo e máximo da insolação, com os respectivos anos de ocorrência. Nota-se que para os meses de junho, julho e agosto o coeficientes de variação foram os mais baixos.

Tabela 31. Estatística descritiva da insolação (h) e valores extremos com seus respectivos anos de ocorrência, observados na Estação Meteorológica de Pedro Afonso – TO no período de 1985-2014.

Mês	Média	Mediana	DP	CV	Valores Extremos			
					Mínimo	Ano	Máximo	Ano
	(h)	(h)		(%)	(h)		(h)	
Janeiro	156,3	162,2	33,5	21,4	74,7	1985	219,9	1993
Fevereiro	143,4	144,7	21,8	15,2	83,7	2007	182,1	1991
Março	160,7	166,2	25,7	16,0	94,9	1997	201,8	1998
Abril	188,9	198,7	27,7	14,6	115,3	2006	240,9	1990
Maió	232,4	233,3	25,3	10,9	180,7	2009	282,0	2000
Junho	264,2	268,8	15,6	5,9	223,5	1985	288,1	2000
Julho	286,0	287,8	12,0	4,2	242,3	1990	301,2	2005
Agosto	288,7	291,8	16,5	5,7	252,5	1993	311,4	2002
Setembro	223,5	225,5	28,9	12,9	145,3	1991	273,5	2010
Outubro	180,6	174,3	21,3	11,8	144,3	1986	221,4	2012
Novembro	158,8	151,0	22,1	13,9	128,4	2011	228,9	2002
Dezembro	148,8	151,2	30,0	20,1	62,2	1989	202,0	2003

(DP) – desvio-padrão; (CV) – coeficiente de variação.

Radiação solar global

Na Tabela 32, apresentam-se os valores acumulados nos meses e anos e as médias mensais e anuais da radiação solar global, no período de 1985 a 2014. A média anual radiação solar global para os 30 anos foi de 6.425,5 cal.cm⁻².dia⁻¹. Os valores separados por decênio, constam na Tabela 33, onde se observa que a média anual apresentou a mesma tendência da insolação, ou seja, aumento contínuo entre os decênios. O resultado da estatística descritiva, com as médias mensais, medianas, desvios-padrão e coeficientes de variação, constam na Tabela 34, juntamente com os valores extremos, mínimo e máximo da radiação solar global com os respectivos anos de ocorrência. O valor mínimo foi registrado em dezembro de 1989 e o máximo em setembro de 2010.

Tabela 32. Valores médios mensais e anuais da radiação solar global (cal.cm⁻².dia⁻¹), observados na Estação Meteorológica de Pedro Afonso – TO no período de 1985-2014.

Ano	Jan.	Feb.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
1985	386,0	505,9	462,9	459,0	534,3	500,8	579,4	616,0	577,2	496,4	496,7	434,2	6.048,5
1986	488,2	529,8	507,9	492,8	566,5	558,6	547,1	580,6	572,7	484,5	538,1	520,1	6.386,9
1987	549,2	507,1	422,4	576,4	582,6	549,4	579,2	624,4	494,2	570,5	492,3	496,6	6.424,2
1988	518,6	468,9	520,5	500,3	532,0	537,1	588,1	652,1	602,8	496,0	469,3	460,2	6.346,1
1989	513,4	516,3	472,3	482,7	506,4	509,8	556,6	609,7	576,6	521,2	494,3	386,9	6.126,2
1990	530,0	446,4	527,8	486,2	519,7	560,6	527,3	589,5	562,7	522,5	544,7	498,9	6.416,3
1991	456,0	583,5	439,3	533,8	486,1	568,8	571,9	623,9	478,5	516,3	486,1	457,3	6.181,3
1992	413,3	478,4	517,5	528,4	565,6	557,7	582,4	594,9	551,6	504,4	478,7	404,4	6.177,3
1993	581,1	457,7	518,6	530,7	539,9	556,2	581,2	578,5	588,3	534,6	507,7	482,1	6.456,8
1994	498,9	502,4	493,7	524,8	530,7	506,9	579,1	621,6	580,2	525,6	497,3	465,0	6.326,3
1995	500,6	500,8	528,4	498,8	470,1	538,3	577,1	650,3	600,7	525,8	477,0	474,4	6.342,4
1996	516,7	543,1	500,0	484,0	505,3	564,7	589,1	618,7	594,9	518,0	491,5	506,6	6.432,6
1997	418,9	542,7	410,4	492,3	506,3	588,3	585,1	617,0	524,7	515,2	565,6	504,5	6.241,1
1998	490,4	529,0	555,6	547,8	543,9	559,0	570,4	637,9	581,6	517,3	472,6	503,7	6.509,4
1999	501,3	519,7	517,2	529,1	486,9	560,7	595,8	639,6	583,4	548,3	485,1	459,7	6.426,8
2000	499,2	510,9	535,4	530,3	584,3	578,9	576,9	634,5	570,1	576,4	528,3	486,9	6.612,1
2001	510,8	543,8	488,6	534,3	535,9	547,9	593,3	641,0	586,1	509,3	488,5	481,9	6.461,4
2002	461,4	524,0	488,1	532,5	560,6	555,2	578,7	654,6	558,5	588,0	605,5	491,8	6.598,9
2003	544,2	501,2	471,7	541,3	524,5	549,7	581,4	590,9	612,9	516,3	507,1	562,8	6.494,1
2004	437,1	486,6	481,9	536,4	565,3	555,0	586,3	614,2	610,7	533,3	525,4	510,9	6.443,0
2005	506,1	521,4	485,7	545,6	517,3	569,1	597,4	632,9	604,3	559,2	492,2	437,5	6.468,4
2006	542,9	530,4	506,9	418,4	477,6	564,4	576,3	637,9	625,5	505,9	514,4	515,8	6.416,3
2007	523,6	414,2	543,3	493,9	538,3	573,5	584,1	650,7	631,9	529,2	509,1	533,0	6.524,9
2008	498,4	503,1	473,9	475,5	501,3	561,7	593,7	631,9	639,4	577,4	497,4	458,3	6.412,1
2009	531,1	521,6	536,6	447,8	460,8	535,1	581,9	625,5	603,3	515,8	540,3	461,9	6.361,6
2010	515,7	493,3	543,8	564,7	548,8	557,6	592,9	646,9	658,3	566,2	540,6	495,8	6.724,7
2011	506,5	479,9	510,9	519,6	505,4	549,9	586,9	641,6	651,8	544,3	465,5	528,3	6.490,6
2012	417,7	470,0	511,9	537,3	526,4	535,6	586,9	645,9	610,2	590,3	491,2	537,2	6.460,5
2013	480,6	519,9	519,1	532,1	505,6	529,1	580,3	628,1	600,6	549,1	514,5	451,2	6.410,3
2014	531,2	449,1	501,7	530,7	519,3	551,6	575,4	639,4	622,8	574,4	520,2	483,5	6.499,4
Média	495,6	502,7	499,8	516,9	524,3	550,0	579,4	625,7	588,6	534,4	507,9	482,0	6.425,5

Tabela 33. Valores médios mensais e anuais da radiação solar global (cal.cm².dia⁻¹), referentes aos períodos decenais, da Estação Meteorológica de Pedro Afonso – TO.

Decênio	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
1985 – 1994	493,5	497,6	488,3	521,5	534,4	540,6	569,3	609,1	588,5	517,2	500,5	458,6	6.289,0
1995 – 2004	488,1	520,2	497,7	522,7	528,3	556,8	583,4	629,9	582,4	534,8	514,7	497,3	6.456,2
2005-2014	505,4	490,2	513,4	506,6	510,1	552,8	585,6	638,1	624,8	551,2	508,5	490,3	6.476,9
Média	495,6	502,7	499,8	516,9	524,3	550,0	579,4	625,7	588,6	534,4	507,9	482,0	6.407,4

Tabela 34. Estatística descritiva da radiação solar global ($\text{cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) e valores extremos com seus respectivos anos de ocorrência, observados na Estação Meteorológica de Pedro Afonso – TO no período de 1985-2014.

Mês	Média	Mediana	DP	CV	Valores extremos			
					Mínimo	Ano	Máximo	Ano
	($\text{cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$)			(%)	($\text{cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$)		($\text{cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$)	
Janeiro	495,6	503,7	45,0	9,1	386,0	1985	581,1	1993
Fevereiro	502,7	506,5	33,4	6,6	414,2	2007	563,5	1991
Março	499,8	507,4	34,9	7,0	410,4	1997	555,6	1998
Abril	516,9	529,7	37,1	7,2	418,4	2006	586,2	1990
Maiο	524,3	525,5	30,9	5,9	460,8	2009	584,3	2000
Junho	550,0	555,7	18,9	3,4	500,8	1985	578,9	2001
Julho	579,4	581,3	14,4	2,5	527,3	1990	597,4	2005
Agosto	625,7	630,0	21,4	3,4	578,5	1993	654,6	2002
Setembro	588,6	591,6	40,5	6,9	478,5	1991	658,3	2010
Outubro	534,4	525,7	29,3	5,5	484,5	1986	590,3	2012
Novembro	507,9	497,3	30,8	6,1	465,5	2011	605,5	2002
Dezembro	482,0	485,2	39,8	8,3	366,9	1989	552,8	2003

(DP) – desvio-padrão; (CV) – coeficiente de variação.

Velocidade do vento

Na Tabela 35, constam as médias mensais e anuais da velocidade do vento para o período estudado, sendo que neste período a média anual foi de $1,2 \text{ m.s}^{-1}$. Os valores de velocidade do vento separados por decênio, encontram-se na Tabela 36, enquanto os resultados da estatística descritiva (médias mensais, medianas, desvios-padrão e coeficientes de variação), juntamente com os valores extremos, mínimo e máximo da velocidade do vento, e os respectivos anos de ocorrência, constam na Tabela 37.

Tabela 35. Valores médios mensais e anuais da velocidade do vento ($m.s^{-1}$), observados na Estação Meteorológica de Pedro Afonso – TO no período de 1985-2014.

Ano	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
1985	1,2	0,9	1,0	0,7	0,5	0,7	1,7	1,1	0,9	1,0	0,9	0,8	0,9
1986	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	1,4	0,5	0,8	0,9	1,1	0,8	0,8	0,8
1987	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	1,8	1,1	1,3	1,2	1,1	0,6	1,0
1988	0,8	1,1	1,0	0,6	0,6	1,6	0,6	1,5	1,0	0,7	0,7	0,8	0,9
1989	0,7	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	1,4	0,9	1,1	0,8	0,8	0,5	0,8
1990	0,9	1,2	0,8	0,7	0,8	1,0	0,7	0,9	1,1	1,2	1,2	1,1	1,0
1991	1,4	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	1,8	1,9	1,3	1,0	1,0	0,6	1,1
1992	1,4	1,0	1,1	0,7	0,8	1,6	1,0	1,0	1,2	1,1	1,1	1,0	1,1
1993	1,2	0,7	1,0	0,9	1,0	1,2	1,5	1,2	1,4	1,3	1,2	1,0	1,1
1994	1,0	1,0	0,8	1,0	0,9	1,6	1,5	1,1	1,1	1,3	1,1	1,1	1,1
1995	1,0	0,9	0,7	0,5	0,7	0,8	1,8	1,2	1,1	1,3	1,1	0,9	1,0
1996	1,0	0,7	0,7	1,0	0,4	1,8	1,3	1,5	2,2	1,6	1,3	0,9	1,2
1997	1,3	1,6	1,4	0,9	1,8	0,7	2,5	1,2	1,2	1,0	1,3	1,1	1,3
1998	1,0	0,9	0,9	0,7	1,5	2,2	0,7	1,1	1,4	1,9	0,8	0,8	1,2
1999	0,4	0,7	0,9	0,9	0,7	1,0	2,6	2,7	1,5	1,6	1,5	1,3	1,3
2000	1,0	0,8	0,8	0,7	0,9	0,9	1,7	1,7	1,3	1,4	1,6	1,8	1,2
2001	1,3	1,2	0,8	1,3	0,9	1,4	2,1	2,7	2,0	2,3	1,9	1,6	1,6
2002	1,9	1,6	1,1	1,0	1,5	2,1	1,5	1,5	1,9	1,5	2,0	1,8	1,6
2003	0,7	0,8	0,7	0,8	0,9	1,1	1,7	1,3	1,6	1,3	1,3	1,1	1,1
2004	1,1	0,9	0,7	0,8	0,7	1,4	1,3	1,2	1,0	0,8	1,0	0,6	1,0
2005	0,8	0,8	0,7	0,8	1,2	1,1	1,2	1,5	1,3	1,3	1,0	0,7	1,0
2006	0,8	0,8	0,8	0,5	0,7	1,5	1,3	1,4	1,1	0,8	1,1	0,8	1,0
2007	0,9	0,7	0,8	1,0	0,7	1,2	1,4	1,9	1,2	1,6	1,0	1,3	1,1
2008	0,8	0,9	1,0	0,9	0,7	1,3	1,4	1,2	1,3	1,5	1,4	1,0	1,1
2009	0,9	0,6	0,8	0,9	0,8	0,9	1,3	1,5	1,9	1,5	1,2	1,4	1,1
2010	1,2	1,4	1,2	1,0	1,0	1,7	1,8	1,7	1,9	1,6	1,4	1,1	1,4
2011	1,0	1,1	1,3	0,8	1,2	1,3	1,3	1,4	1,6	1,4	1,3	1,1	1,2
2012	1,3	1,2	1,0	0,8	1,3	0,9	1,2	2,8	2,0	1,8	1,5	0,9	1,4
2013	1,2	1,1	1,6	1,2	1,1	1,1	1,6	2,0	2,3	1,8	1,5	1,5	1,5
2014	1,1	1,0	0,9	1,2	1,1	1,8	1,2	1,7	0,8	1,1	0,9	0,9	1,1
Média	1,0	1,0	0,9	0,8	0,9	1,2	1,5	1,5	1,4	1,3	1,2	1,0	1,2

Tabela 36. Valores médios mensais e anuais da velocidade do vento ($m.s^{-1}$), referentes aos períodos decenais, da Estação Meteorológica de Pedro Afonso – TO.

Decênio	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
1985 - 1994	1,0	0,9	0,9	0,7	0,8	1,1	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	0,8	1,0
1995 - 2004	1,1	1,0	0,9	0,9	1,0	1,3	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,2	1,3
2005-2014	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	1,3	1,4	1,7	1,5	1,4	1,2	1,1	1,2
Média	1,0	1,0	0,9	0,8	0,9	1,2	1,5	1,5	1,4	1,3	1,2	1,0	1,2

Tabela 37. Estatística descritiva da velocidade do vento ($m.s^{-1}$) mensal e valores extremos com seus respectivos anos de ocorrência, observados na Estação Meteorológica de Pedro Afonso – TO no período de 1985-2014.

Mês	Média	Mediana	DP	CV	Valores extremos			
					Mínimo	Ano	Máximo	Ano
	($m.s^{-1}$)	($m.s^{-1}$)		(%)	($m.s^{-1}$)		($m.s^{-1}$)	
Janeiro	1,0	1,0	0,3	27,9	0,4	1999	1,9	2002
Fevereiro	1,0	0,9	0,3	27,1	0,6	2009	1,6	1997
Março	0,9	0,9	0,2	23,8	0,7	*	1,6	2013
Abril	0,8	0,8	0,2	24,4	0,5	*	1,3	2001
Maiο	0,9	0,8	0,3	34,0	0,4	1996	1,8	1997
Junho	1,2	1,2	0,4	33,5	0,6	1989	2,2	1998
Julho	1,5	1,4	0,5	33,5	0,5	1986	2,6	1999
Agosto	1,5	1,4	0,5	35,0	0,8	1986	2,8	2012
Setembro	1,4	1,3	0,4	29,1	0,8	2014	2,3	2013
Outubro	1,3	1,3	0,4	27,8	0,7	1988	2,3	2001
Novembro	1,2	1,1	0,3	25,0	0,7	1988	2,0	2002
Dezembro	1,0	1,0	0,3	33,2	0,5	1989	1,8	2002

(DP) – desvio-padrão; (CV) – coeficiente de variação. (*) Ocorrência de um mesmo valor em 2 ou mais anos à esquerda.

Balanço hídrico climatológico normal

O balanço hídrico climatológico normal do período de 1985 a 2014 para a região de Pedro Afonso (Tabela 38 e Figura 2a) foi estimado com base nos dados obtidos da Estação Meteorológica de Pedro Afonso - TO, considerando-se uma capacidade de armazenamento de água do solo (CAD) de 100 mm, e a partir das seguintes informações: T = temperatura média do mês ($^{\circ}C$); P = precipitação acumulada no mês (mm); ETP = evapotranspiração potencial (mm); P-ETP = diferença entre a coluna da precipitação e evapotranspiração potencial (mm); NEG-AC = negativo acumulado de água do solo (mm); ARM = armazenamento de água no solo (mm); ALT = alteração entre o ARM do mês atual e o ARM do mês anterior (mm); ETR = evapotranspiração real (mm); DEF = deficiência de água no solo ou déficit hídrico (mm); e EXC = excesso de água no solo ou excedente hídrico (mm).

Tabela 38. Balanço hídrico climático normal médio para o período de 1985 a 2014, na Estação Meteorológica de Pedro Afonso – TO, considerando uma Capacidade de Armazenamento de água de 100 mm.

Meses	Nº de dias	T °C	P mm	ETP	P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	31	26,9	283,7	150,7	133,0	0,0	100,00	0,00	150,7	0,0	133,0
Fevereiro	28	26,9	237,0	134,6	102,4	0,0	100,00	0,00	134,6	0,0	102,4
Março	31	27,0	271,8	148,8	123,0	0,0	100,00	0,00	148,8	0,0	123,0
Abril	30	27,5	179,6	151,9	27,7	0,0	100,00	0,00	151,9	0,0	27,7
Maio	31	27,6	64,3	156,2	-91,9	-91,9	39,91	-60,09	124,4	31,8	0,0
Junho	30	26,9	4,7	134,1	-129,4	-221,3	10,94	-28,97	33,7	100,4	0,0
Julho	31	26,9	3,6	138,3	-134,7	-356,0	2,84	-8,09	11,7	126,6	0,0
Agosto	31	27,9	8,0	162,2	-154,2	-510,2	0,61	-2,24	10,2	152,0	0,0
Setembro	30	28,9	41,2	184,8	-143,6	-653,8	0,14	-0,46	41,7	143,1	0,0
Outubro	31	28,2	146,8	176,4	-29,6	-683,4	0,11	-0,03	146,8	29,6	0,0
Novembro	30	27,5	227,6	157,2	70,4	-35,0	70,50	70,39	157,2	0,0	0,0
Dezembro	31	27,1	246,6	155,0	91,6	0,0	100,00	29,50	155,0	0,0	62,1
Totais		329,3	1.714,9	1.850,3	-135,4		625,00	0,00	1.266,7	583,5	448,2
Médias		27,4	142,9	154,2	-11,3		52,10		105,6	48,6	37,3

(T) – temperatura, (P) – precipitação, (ETP) – evapotranspiração potencial, (P-ETP) – diferença entre a precipitação e evapotranspiração, (NEG-AC) – negativo acumulado de água do solo, (ARM) – armazenamento de água no solo, (ALT) – alteração entre o ARM do mês atual e o ARM do mês anterior (mm), (ETR) – evapotranspiração real, (DEF) – deficiência hídrica e (EXC) – excedente hídrico.

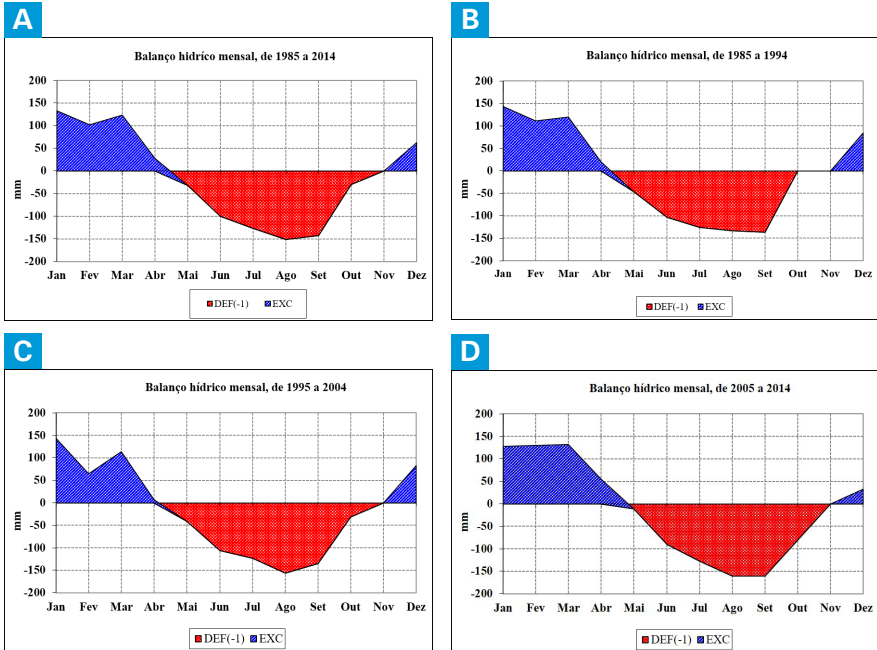


Figura 2. Representação simplificada do extrato do Balanço Hídrico Climatológico Normal mensal médio para a região de Pedro Afonso - TO para os períodos de 1985 a 2014 (a), primeiro decênio - 1985 a 1994 (b), segundo decênio - 1995 a 2004 (c) e terceiro decênio - 2005 a 2014 (d). Sendo deficiência (DEF) e excedente (EXC) hídrico e considerando uma Capacidade de Armazenamento de água de 100 mm.

Ao analisar a Tabela 38, verifica-se que a evapotranspiração potencial é intensa ao longo de todo o ano variando de 134,1 mm (junho) a 184,8 mm (setembro), sendo que a soma acumulada anual correspondeu a 1.850,3 mm. Entre os meses de maio a outubro a ETP foi superior ao volume precipitado, ocorrendo deficiência hídrica na região, levando ao consumo das reservas hídricas do solo. A partir do mês de outubro ocorre o aumento da precipitação, alterando as condições de disponibilidade de água no solo. Nos 30 anos analisados, o máximo de deficiência hídrica, foi registrado no mês de agosto (152,0 mm) e a média anual acumulada foi de 583,5 mm. O déficit hídrico foi superado a partir do mês de novembro, quando a precipitação atingiu o valor de 227,6 mm, superando a evapotranspiração potencial em 70,4 mm. Em

média, neste período (1985 a 2014), o excedente hídrico ocorreu entre os meses de dezembro a abril, variando de 27,7 mm (abril) a 133,0 mm (janeiro) e a média anual acumulada foi de 448,2 mm.

Nas Tabelas 39, 40 e 41 e nas Figuras 2b, 2c e 2d apresentam-se os resultados do balanço hídrico climatológico médio dos decênios. Comparando-se o balanço hídrico dos 30 anos com os balanços hídricos decenais, pode-se observar que o primeiro decênio (Tabela 39 e Figura 2b) se diferencia dos demais, principalmente quando analisam-se a evapotranspiração e a deficiência hídrica. Nota-se que no primeiro decênio o déficit hídrico é suprido no mês de outubro e no segundo (Tabela 40 e Figura 2c) e terceiro (Tabela 41 e Figura 2d) decênios isso ocorre no mês de novembro, seguindo o padrão da média dos 30 anos. O déficit hídrico aumentou de forma contínua entre os decênios, sendo que, para o mês de outubro, a diferença foi de 31,9 mm e 49,0 mm a mais, respectivamente, no segundo e terceiro decênio, em relação ao primeiro decênio. Tal aumento no déficit hídrico está relacionado com a precipitação, que no mês citado, diminuiu 36,5 mm e 58,2 mm, respectivamente, no segundo e terceiro decênio em relação ao primeiro e com o aumento da temperatura nos últimos decênios em relação ao primeiro. Esses elementos climáticos influenciam diretamente o déficit hídrico.

Ao analisar o déficit hídrico médio acumulado por decênio (Tabelas 39, 40 e 41) esse comportamento também é encontrado, sendo a diferença de 49,2 mm e 85,3 mm, respectivamente, segundo e terceiro decênio, em relação ao primeiro decênio. O terceiro decênio apresentou o maior volume precipitado médio anual (1.815,1 mm) e também a maior temperatura média anual (27,9 °C) o que implicou em maior evapotranspiração potencial média anual (1.968,77 mm) e em última análise resultou em maior déficit hídrico acumulado (631,4 mm), em relação aos demais decênios (Tabela 41).

Tabela 39. Balanço hídrico climático médio para o primeiro decênio (1985 a 1994), na Estação meteorológica de Pedro Afonso – TO, considerando uma Capacidade de Armazenamento de água de 100 mm.

Meses	Nº de dias	T °C	P mm	ETP	P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	30	26,4	279,8	136,45	143,3	0,0	100,00	0,00	136,5	0,0	143,3
Fevereiro	28	26,5	239,6	127,96	111,6	0,0	100,00	0,00	128,0	0,0	111,6
Março	31	26,6	260,8	141,43	119,4	0,0	100,00	0,00	141,4	0,0	119,4
Abril	30	27,2	166,2	146,18	20,0	0,0	100,00	0,00	146,2	0,0	20,0
Mai	31	27,3	34,8	150,19	-115,4	-115,4	31,54	-68,46	103,3	46,9	0,0
Junho	30	26,8	7,6	133,21	-125,6	-241,0	8,98	-22,56	30,2	103,1	0,0
Julho	31	26,6	1,0	133,30	-132,3	-373,3	2,39	-6,59	7,6	125,7	0,0
Agosto	31	27,5	18,0	153,46	-135,5	-508,8	0,62	-1,77	19,8	133,7	0,0
Setembro	30	28,4	34,6	171,74	-137,1	-645,9	0,16	-0,46	35,1	136,7	0,0
Outubro	31	27,5	178,4	159,76	18,6	-167,1	18,80	18,64	159,8	0,0	0,0
Novembro	30	27,0	209,2	146,78	62,4	-20,8	81,22	62,42	146,8	0,0	0,0
Dezembro	31	26,5	246,1	142,81	103,3	0,0	100,00	18,78	142,8	0,0	84,5
Totais		324,3	1.676,1	1.743,29	-67,2		644	0,00	1.197,2	546,1	478,9
Médias		27,0	139,7	145,27	-5,6		53,6		99,8	45,5	39,9

(T) – temperatura, (P) – precipitação, (ETP) – evapotranspiração potencial, (P-ETP) – diferença entre a precipitação e evapotranspiração, (NEG-AC) - negativo acumulado de água do solo, (ARM) - armazenamento de água no solo, (ALT) - alteração entre o ARM do mês atual e o ARM do mês anterior (mm), (ETR) - evapotranspiração real, (DEF) - deficiência hídrica e (EXC) - excedente hídrico.

Tabela 40. Balanço hídrico climático médio para segundo decênio (1995 a 2004), na Estação meteorológica de Pedro Afonso – TO, considerando uma Capacidade de Armazenamento de água de 100 mm.

Meses	Nº de dias	T °C	P mm	ETP	P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
-----mm-----											
Janeiro	30	26,8	287,6	143,70	143,9	0,0	100,00	0,00	143,7	0,0	143,9
Fevereiro	28	27,0	201,3	136,85	64,5	0,0	100,00	0,00	136,8	0,0	64,5
Março	31	26,9	260,9	146,80	114,1	0,0	100,00	0,00	146,8	0,0	114,1
Abril	30	27,5	159,0	152,07	6,9	0,0	100,00	0,00	152,1	0,0	6,9
Mai	31	27,6	49,8	156,30	-106,5	-106,5	34,47	-65,53	115,3	41,0	0,0
Junho	30	26,8	0,9	132,26	-131,4	-237,9	9,27	-25,20	26,1	106,2	0,0
Julho	31	26,8	5,7	136,29	-130,6	-368,4	2,51	-6,76	12,5	123,8	0,0
Agosto	31	27,9	3,2	162,17	-159,0	-527,4	0,51	-2,00	5,2	157,0	0,0
Setembro	30	28,9	48,7	184,58	-135,9	-663,3	0,13	-0,38	49,1	135,5	0,0
Outubro	31	28,1	141,9	173,80	-31,9	-695,2	0,10	-0,04	141,9	31,9	0,0
Novembro	30	27,4	231,0	154,87	76,1	-27,1	76,23	76,13	154,9	0,0	0,0
Dezembro	31	27,2	263,9	157,38	106,5	0,0	100,00	23,77	157,4	0,0	82,8
Totais		328,9	1.653,9	1.837,05	-183,2	0,0	623	0,00	1.241,8	595,3	412,1
Médias		27,4	137,8	153,09	-15,3	0,0	51,9	0,00	103,5	49,6	34,3

(T) – temperatura, (P) - precipitação, (ETP) - evapotranspiração potencial, (P-ETP) – diferença entre a precipitação e evapotranspiração, (NEG-AC) - negativo acumulado de água do solo, (ARM) - armazenamento de água no solo, (ALT) - alteração entre o ARM do mês atual e o ARM do mês anterior (mm), (ETR) - evapotranspiração real, (DEF) - deficiência hídrica e (EXC) - excedente hídrico.

Tabela 41. Balanço hídrico climático médio para o terceiro decênio (2005 a 2014), na Estação meteorológica de Pedro Afonso – TO, considerando uma Capacidade de Armazenamento de água de 100 mm.

Meses	Nº de dias	T	P	ETP	P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC	
		°C	mm	----- mm -----								
Janeiro	30	27,4	283,8	156,10	127,7	0,0	100,00	0,00	156,1	0,0	127,7	
Fevereiro	28	27,2	270,1	139,81	130,3	0,0	100,00	0,00	139,8	0,0	130,3	
Março	31	27,6	293,7	162,01	131,7	0,0	100,00	0,00	162,0	0,0	131,7	
Abril	30	27,8	213,6	158,23	55,4	0,0	100,00	0,00	158,2	0,0	55,4	
Mai	31	27,8	108,5	160,25	-51,7	-51,7	59,60	-40,40	148,9	11,3	0,0	
Junho	30	27,2	5,5	139,26	-133,8	-185,5	15,64	-43,96	49,5	89,8	0,0	
Julho	31	27,2	4,2	143,51	-139,3	-324,8	3,88	-11,76	16,0	127,5	0,0	
Agosto	31	28,1	2,8	166,56	-163,8	-488,6	0,76	-3,13	5,9	160,6	0,0	
Setembro	30	29,5	40,3	202,05	-161,8	-650,3	0,15	-0,61	40,9	161,1	0,0	
Outubro	31	29,1	120,2	201,20	-81,0	-731,3	0,07	-0,08	120,3	80,9	0,0	
Novembro	30	28,1	242,6	171,18	71,4	-33,6	71,49	71,42	171,2	0,0	0,0	
Dezembro	31	27,7	229,8	168,61	61,2	0,0	100,00	28,51	168,6	0,0	32,7	
Totais		334,7	1.815,1	1.988,77	-153,7	0,0	652	0,00	1.337,4	631,4	477,7	
Médias		27,9	151,3	164,06	-12,8		54,3		111,4	52,6	39,8	

(T) – temperatura, (P) – precipitação, (ETP) – evapotranspiração potencial, (P-ETP) – diferença entre a precipitação e evapotranspiração, (NEG-AC) – negativo acumulado de água do solo, (ARM) – armazenamento de água no solo, (ALT) – alteração entre o ARM do mês atual e o ARM do mês anterior (mm), (ETR) – evapotranspiração real, (DEF) – deficiência hídrica e (EXC) – excedente hídrico.

Caracterização Climática

Baseado nos resultados apresentados para o período de 1985 a 2014 e adotando os critérios estabelecidos na classificação de Köppen, o clima da região de Pedro Afonso é classificado como Clima Tropical Chuvoso – Awa (A – Clima tropical chuvoso; w – chuva de verão; a – verão quente), com temperatura média do mês mais quente maior que 22 °C. Apesar do aumento contínuo da temperatura e da precipitação, não ocorreu mudanças na classificação climática da região.

O município de Pedro Afonso - TO, revelou variabilidade climática importante, especialmente relacionado à:

- I. A precipitação pluviométrica apresentou variabilidade significativa pois, quando se comparou a média da precipitação acumulada do primeiro decênio, em relação ao terceiro, observou-se o aumento do volume de chuva. No terceiro decênio a precipitação acumulada total foi de 1.815 mm, ou seja, 139 mm a mais em relação ao primeiro decênio e no segundo decênio diminuiu 22,5 mm em relação ao primeiro decênio indicando que o terceiro decênio foi o período com o maior volume de chuva. O período de chuva corresponde aos meses de outubro a abril e o de seca ocorre entre os meses de maio a setembro;
- II. As temperaturas máximas e mínimas do ar tiveram comportamento semelhante, sendo que ambas aumentaram no terceiro decênio em relação ao primeiro. As médias das máximas do terceiro decênio apresentaram a elevação de 1,3 °C em relação ao primeiro decênio, e as médias das mínimas evidenciaram aumento de 0,5 °C nestes mesmos intervalos;
- III. A umidade relativa média do ar diminuiu ao longo do tempo embora tenha ocorrido aumento do volume da água precipitada; e
- IV. A análise do balanço hídrico, evidenciou que nos últimos anos (terceiro decênio) a deficiência hídrica foi 85,3 mm, sendo mais elevada que nos primeiros anos do período estudado.

Neste contexto, ao analisar os últimos 30 anos, nota-se que as alterações climáticas registradas não foram suficientes para alterar a classificação climática, porém se as próximas décadas seguirem a mesma tendência (especialmente com aumento da temperatura) poderão ocorrer alterações na classificação climática. Além disso, o aumento do déficit hídrico e o seu deslocamento ao longo dos meses do suprimento hídrico, indicam que pode haver uma futura mudança no calendário agrícola, podendo atrasar o início da safra e o zoneamento agrícola.

Referência

ATLAS DO TOCANTINS. **Secretária do Planejamento e Orçamento (Seplan), 2012.** Disponível em <http://www.seplan.to.gov.br/Arquivos/Publicacoes/Atlas2012/z_Completo_Atlas_do_Tocantins_2012_portugues.pdf>. Acesso: 30/03/2015.

ALVES, M. S. da S. **Uso de indicadores biológicos para avaliação da qualidade de solo sob cultivo de culturas agroenergéticas em Pedro Afonso, Tocantins.** Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Tocantins - PPG - Agroenergia. Palmas, 2014. 80f.

GLOVER, J.; & MCCULLOCH, J.S.G. **A relação empírica entre a radiação solar e horas de sol.** Quarterly Journal of Royal Society Meteorológica 84,360 (1958): 172-175.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=171650>>. Acesso: 30/03/2015a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=to>>. Acesso: 30/03/2015b.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Disponível em:<<http://www.ipeadata.gov.br/>>. Acesso: 30/03/2015.

OMETTO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. Editora Agronômica Ceres Ltda. São Paulo 1981.

PICKERING, N.B., HANSEN, J.W., et al. WeatherMan: A utility for managing and generating daily weather data. **Agronomy Journal**, Madison, v. 86, p. 332-337, 1994.

ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, p. 133-137, 1998.

SENTELHAS, P.C., FARIA, R.T., CHAVES, M.O., HOOGENBOOM, G. **Evaluation of the WGEN and SIMMETEO weather generators for the brazilian tropics and subtropics, using crop simulation models**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 357-376, 2001.

SENTELHAS, P.C; MONTEIRO, J.E.BdeA. **Agrometeorologia dos Cultivos Informações para uma Agricultura Sustentável: Agrometeorologia dos Cultivos – O Fator Meteorológico na Produção Agrícola**. INMET, 2009. Disponível em <http://www.leb.esalq.usp.br/aulas/lce630/EC_1_2014.pdf>. Acesso: 30/03/2015.

THORNTHWAITE, C. W.; MATTER, J. R. 1955. **The water balance**. **Publications in Climatology**. New Jersey: Drexel Institute of Techonology, 104 p.

VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. **Meteorologia básica e Aplicações**. Viçosa – MG. Ed. UFV, 2000. 385 p.

WMO. **Calculation of monthly and anual 30-year standard normals**. Geneva, 1989. (WMO. Technical document, n. 341; WCDP, n. 10).

Embrapa

Pesca e Aquicultura

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA

CGPE 13054