

Caracterização climática de Iporá, Goiás: Insumos para a avaliação da disponibilidade hídrica para abastecimento público

Derick Martins Borges de Moura

da Universidade Estadual de Goiás - Iporá - Brasil
derick@ueg.br

Diego Tarley Ferreira Nascimento

da Universidade Federal de Goiás - Goiânia - Brasil
diego_nascimento@ufg.br

Ivanilton José de Oliveira

da Universidade Federal de Goiás - Goiânia - Brasil
ivanilton.oliveira@gmail.com

Resumo: O estudo objetivou identificar e descrever as características climáticas do município de Iporá, em Goiás, a fim de constituir um insumo para avaliação da disponibilidade hídrica para abastecimento público. Para análise da precipitação foram utilizados dados da série temporal de 45 anos (1974 a 2018), avaliados através do método de representação da distribuição das precipitações por intermédio do pluviograma de Schroder (1956). Para análise da temperatura do ar foram usados dados diários de temperaturas médias, mínimas e máximas dos anos de 2014 a 2018, pela inexistência uma série temporal mais extensa no município. Através dos dados de precipitação e temperatura foi estimado o Balanço Hídrico Climatológico (BHC), por meio do método de Thornthwaite e Mather (1955). A precipitação anual média da série histórica foi de 1.589 mm, com evapotranspiração real de 1.092 mm, ou seja, 68% da água precipitada evaporou ou transpirou, o que significa um excedente hídrico de 32% (496,5mm). O BHC para a série histórica indica sete meses de deficiência hídrica (abril a outubro) e cinco meses de reposição ou excedente (novembro a março).

Palavras-chave: Clima; Variabilidade; Chuvas; Disponibilidade Hídrica; Iporá-GO.

Introdução

O estudo do clima ocupa uma posição central no campo das ciências ambientais, isso pelo fato dos elementos, fatores e fenômenos climáticos influenciarem e serem influenciados por processos e componentes da natureza.

Na litosfera, o clima atua nos processos externos de esculturação do relevo, a partir da ação do intemperismo, erosão e deposição; e ele próprio é influenciado pelo componente topográfico, especificamente a altitude. No que diz respeito à hidrosfera, o clima é importante agente motriz do ciclo hidrológico, repercutindo e sendo influenciado

pela entrada, circulação, distribuição e alteração dos estados físicos da água na natureza. Por sua vez, o clima responde pela distribuição e manutenção dos processos biológicos dos seres vivos. No tocante aos seres humanos, Sant'Anna Neto (1998) e Ayoade (2003) salientam as repercussões diretas e indiretas do clima na organização e produção das atividades humanas, sob esferas sociais, culturais e econômicas. No sentido inverso, o homem tem repercutido em alterações do clima na escala local, o que decorre principalmente da urbanização (MONTEIRO, 1976; MONTEIRO; MENDONÇA, 2003), e até mesmo em escala global, por conta da emissão de gases de efeitos estufa (ARTAXO, 1994; 2020; IPCC, 2021).

A respeito do complexo climático, Rossato (2011) lembra que os elementos temperatura e a precipitação são os principais agentes responsáveis pela formação dos solos, pela estruturação e evolução das formas do relevo, pela dinâmica do ciclo hidrológico e pelo crescimento, desenvolvimento e distribuição das plantas e animais – além de repercussões diversas nas atividades antrópicas, conforme anteriormente frisado.

Em regiões tropicais, como é o caso do território brasileiro, as precipitações são tradutoras do ritmo habitual e excepcional do clima (MONTEIRO, 1971) e as temperaturas respondem como elemento central no balanço de energia da superfície (NIMER, 1979). Esses elementos se inter-relacionam e influenciam todos os outros elementos climáticos, principalmente a pressão atmosférica e a umidade relativa do ar. Dessa forma, são consideradas importantes variáveis climáticas, atuantes nos ambientes naturais e antrópicos.

A variabilidade, a sazonalidade e os eventos extremos de chuvas repercutem em uma série de problemas de ordem social, econômica e ambiental. É recorrente em diversas localidades do Brasil (e do mundo) a escassez de água ao longo e, principalmente, nos finais dos períodos de estiagem. Nesse contexto, Wilhite (2011) chama a atenção para a existência do que denomina como um “ciclo hidro-ilógico” (Figura 1), descrevendo um suposto sentimento de apatia e tranquilidade durante o período das chuvas, que se encerra com a percepção e preocupação com a redução gradativa da vazão e nível de água dos mananciais no período de seca, que segue com o pânico diante da escassez de água. Contudo, com o retorno das chuvas, retorna-se o cenário de tranquilidade, que é substituído novamente pela consciência, preocupação e pânico das secas, reiniciando um ciclo interminável.

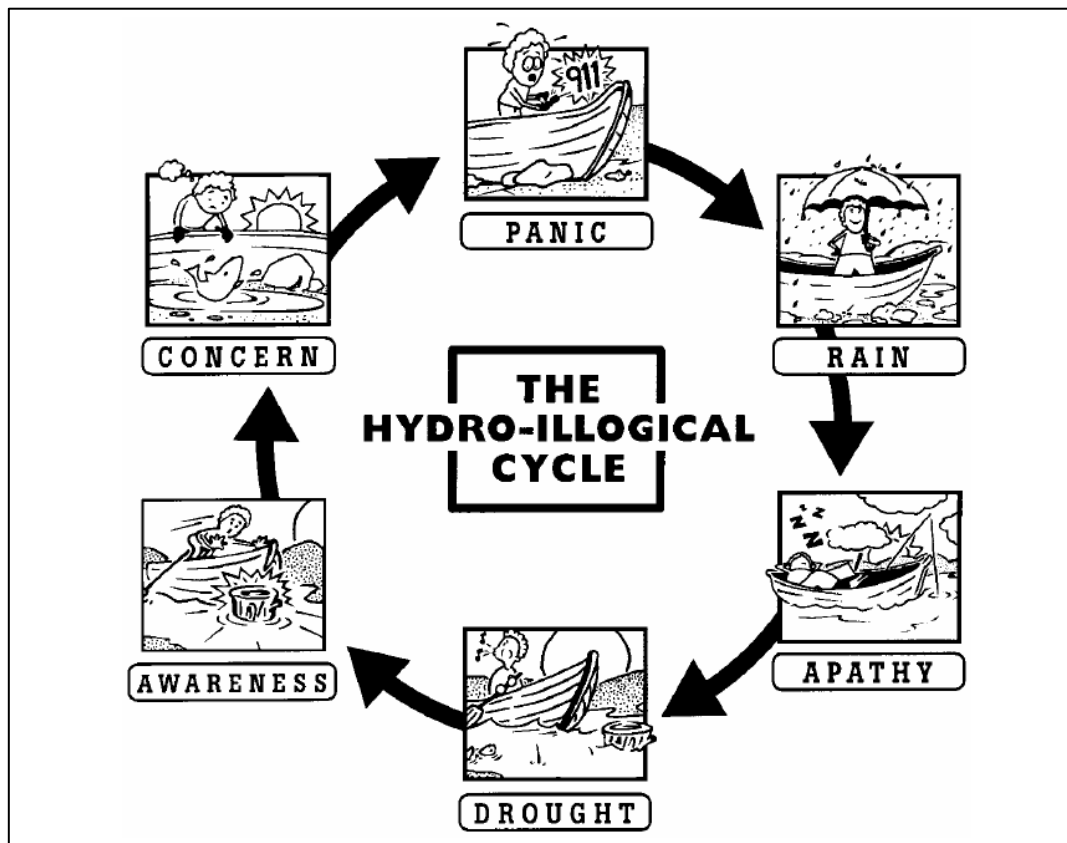


Figura 1: O ciclo hidro-ilógico.
Fonte: Wilhite (2011)

No município de Iporá, localizado na Região de Planejamento do Oeste Goiano, a disponibilidade hídrica para abastecimento da população tem sido comprometida em vários anos. No ano de 2017, por exemplo, o jornal Oeste Goiano, de grande circulação na região, relatou que em 24 de setembro não havia vazão remanescente no ribeirão Santo Antônio após a captação de água para abastecimento da cidade (OESTE GOIANO, 2017b) e, no mês seguinte, foi divulgada a falta de água em algumas residências (OESTE GOIANO, 2017a).

Para o ano de 2018, o mesmo jornal alertou para baixa gradual do nível de água na barragem de captação de água da cidade (OESTE GOIANO, 2018b). Contudo, as chuvas registradas em Iporá no mês de setembro atingiram o dobro da média histórica, o que serviu para assegurar vazão do manancial de captação e tranquilizar a população, conforme constatado pela manchete de matéria publicada no dia 2 de outubro pelo jornal Oeste Goiano (2018a): “Chuvas de setembro poderão ter salvo Iporá de falta de água”. Por sua vez, em agosto de 2019, o Oeste Goiano (2019) relatou que o volume de água da barragem de captação estava 20% maior em relação ao mesmo período do ano anterior, mais uma vez tranquilizando a população e o poder público com relação à possibilidade de escassez de água.

Interessante notar que as matérias ao longo dos três anos supracitados remetem ao ciclo hidro-ilógico de Wilhite (2011), com a existência da escassez de água (2017), a preocupação no ano seguinte diante da redução do nível do manancial (2018) e a tranquilidade com relação à disponibilidade de água para abastecimento humano por conta das chuvas acentuadas (2019) – destacando a relevância da variabilidade sazonal e anual das chuvas na segurança hídrica.

Ao avaliar a disponibilidade e demanda hídrica do Ribeirão Santo Antônio, Moura (2017) aponta a necessidade de complementação da captação de água com o uso de outro manancial, com vistas a assegurar a disponibilidade hídrica para a população iporaense. Em estudos complementares, Moura et al. (2018a; 2018b) realizaram análises comparativas da vazão do Ribeirão Santo Antônio e do Ribeirão Santa Marta, sugerindo este último como possível fonte complementar de captação.

Nesse sentido, o presente trabalho constitui parte de uma pesquisa de doutoramento (MOURA, 2021) para desenvolvimento de uma metodologia de avaliação e escolha de fontes superficiais complementares para abastecimento público, tendo como áreas de estudo os ribeirões Santo Antônio e Santa Marta. Assim, o objetivo geral do trabalho é identificar e descrever as características climáticas do município de Iporá (GO), especialmente a partir da análise das temperaturas, da precipitação e do balanço hídrico climatológico.

Considera-se que tais elementos respondem pela variabilidade sazonal e anual do clima, com repercussões diretas no ciclo hidrológico e na disponibilidade hídrica. Portanto, o intuito do trabalho é fornecer um panorama climático do município, importante insumo não apenas para a pesquisa à qual ele se circunscreve, mas também para ampliar o conhecimento da administração municipal, em suas tomadas de decisões sobre a gestão dos recursos hídricos.

Metodologia

Localização e breve descrição climática de Iporá

Iporá está localizado na Região de Planejamento denominada como Oeste Goiano, a uma distância de 226 km da capital estadual, Goiânia. Os limites do município estão circunscritos as latitudes 16°16' e 16°40' Sul e longitudes 50°56' e 51°25' Oeste (Figura 2). Segundo estimativas apresentadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, sua população em 2021 é de 31.471 habitantes. A economia de Iporá está voltada na prestação de serviços, administração pública, seguida, com menor participação, pela indústria e agropecuária.

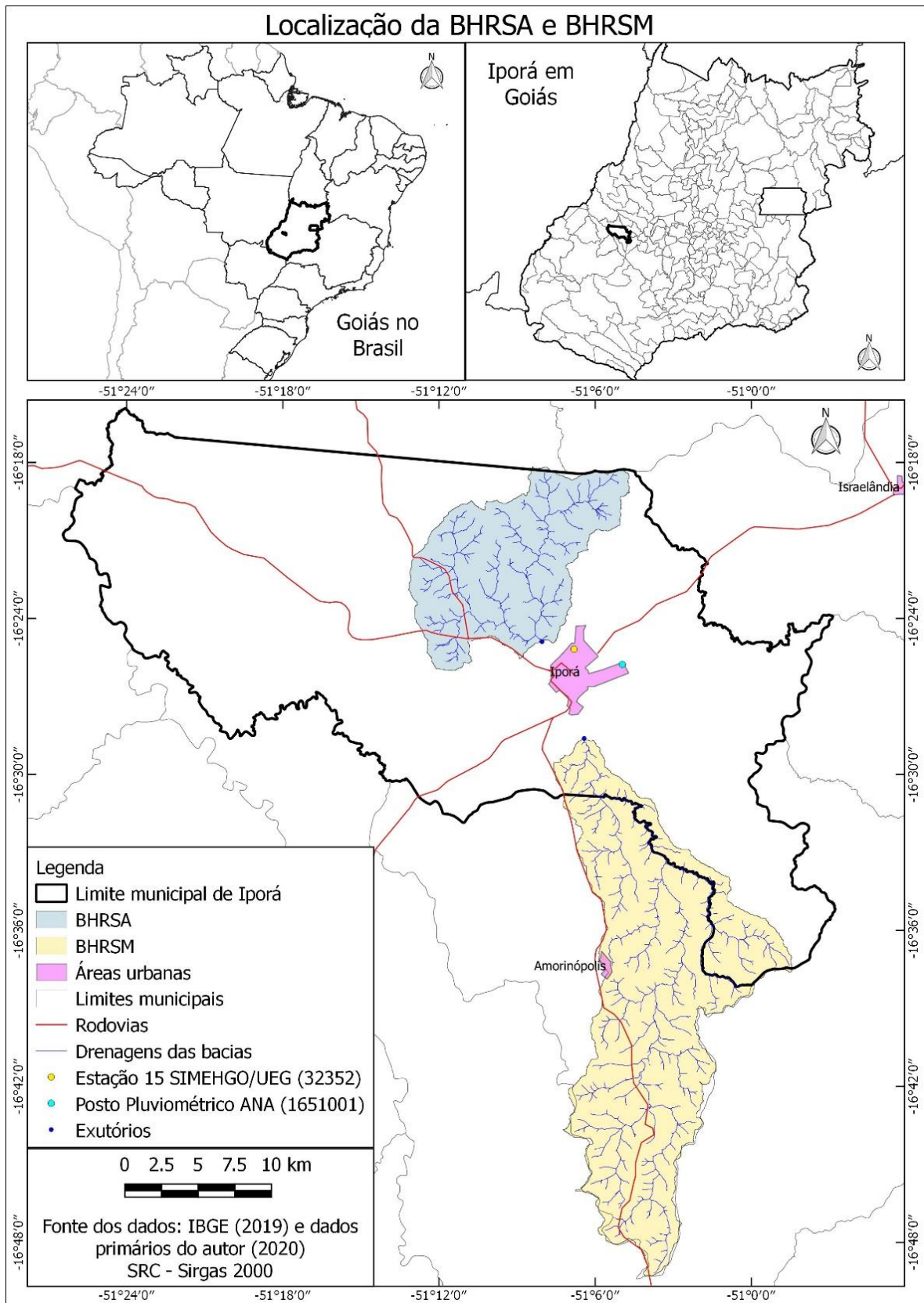


Figura 2: Mapa de localização da área em estudo, com a situação das estações utilizadas e a indicação das bacias hidrográficas avaliadas no contexto maior da pesquisa.

Fonte: organizada pelos autores.

A região em que se localiza Iporá apresenta uma vegetação nativa caracterizada como bioma Cerrado, que possui uma diversidade de fisionomias, variando entre formações campestres, savânicas e florestais (RIBEIRO; WALTER, 2008), porém, no município, o predomínio é de formações florestais. A altitude média do município é de 563m, variando espacialmente entre 379 e 889 m, com as menores cotas representadas por planícies e as maiores relacionadas aos planaltos.

Segundo a classificação de Köppen-Geiger (1961), a posição geográfica repercute a Iporá a tipologia climática Aw, caracterizada por clima tropical com chuva de verão, com duas estações bem definidas: outono/inverno seco (maio a setembro) e primavera/verão chuvoso (outubro a abril), e mês mais frio com temperatura média superior a 18 °C.

Para Strahler (1969), Iporá apresenta um clima de baixas latitudes, com caráter tropical quente e semiúmido, que é controlado sistemas atmosféricos de origem equatorial e tropical, representados pela massa Equatorial continental (mEc) e massa Tropical atlântica (mTa). Nascimento (2016) destaca que além desses sistemas, muitas vezes há incursões da massa Polar (mP) e repercussão de sistemas perturbadores, como a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e as Frentes Frias (FF).

Conforme o aquecimento desigual entre as estações do ano, esses sistemas alternadamente adentram a área em apreço conforme o caminho preferencial e as barreiras impostas pela topografia, e repercutem a sazonalidade climática marcante na região, de haver um período chuvoso e quente (primavera/verão), condicionado pelo predomínio de sistemas equatoriais (mEc e ZCAS), que intercala com outro seco e de temperaturas mais amenas (outono/inverno), relacionado à atuação de sistemas tropicais e polares (mTa, mP e FF).

Procedimentos para aquisição e tratamento dos dados de temperatura do ar

Para o elemento temperatura do ar, foram empregados os dados registrados pela estação meteorológica de Iporá que é administrada pelo Sistema Meteorológico e Hidrológico do Estado de Goiás (SIMEHGO), de código 32352. A estação está situada nas dependências da Universidade Estadual de Goiás (UEG) - Unidade de Iporá, sobre as coordenadas 16° 25' 56" S e 51° 06' 42" O, a uma altitude de 598 m com relação ao nível do mar. Foram compilados dados diários de temperatura média, mínima e máxima, referentes ao período de 2014 a 2018 (5 anos). Ressalta-se que, apesar de compreender

um curto período de observações, optou-se por considerar tais dados tendo em vista a inexistência de outra estação meteorológica em um raio de cerca de 200 km do município.

Procedimentos para aquisição, tratamento e representação dos dados de precipitação

No tocante ao elemento precipitação pluvial, foram considerados dados registrados pela estação pluviométrica de código 1651001, sob responsabilidade da Agência Nacional de Água (ANA), situada em Iporá, na latitude de $16^{\circ}14'51''$ S e longitude de $51^{\circ}14'51''$ O, com altitude de 602m. Por meio do Portal HidroWeb, da ANA, foram compilados dados mensais de precipitação referentes ao período compreendido entre 1974 e 2018 (45 anos). Os dados foram organizados em planilhas do software Excel, e então tratados estatisticamente e representados graficamente em termos de médias e de acumulados anuais e mensais.

Foram elaborados gráficos do tipo coluna para representação das médias mensais e dos acumulados anuais de precipitação e do tipo boxplot para retratação da mediana, da variabilidade e dos registros extremos dos valores mensais de precipitação, assim como foi também organizado um pluviograma para representação da distribuição percentual mensal das chuvas, conforme sugerido por Schroder (1956) e descrito por Nascimento, Pessoa-de-Souza e Silva (2019). Ao pluviograma também foram incorporados os acumulados anuais de precipitação e a categorização dos mesmos como ano-padrão Muito Seco (MS), Seco (S), Habitual (H), Chuvoso (C) e Muito Chuvoso (MC), tendo como limiar os percentis de $P_{0,5}$, $P_{0,25}$, $P_{0,75}$ e $P_{0,95}$, respectivamente, conforme sugerido por Galvani e Luchiari (2012).

Procedimentos para cálculo e representação do Balanço Hídrico Climatológico (BHC)

Para a caracterização climática que efetivamente forneça subsídios à avaliação da disponibilidade hídrica, optou-se por calcular o balanço hídrico climático (BHC) a fim de destacar os valores e períodos de reposição, excedente, retirada e deficiência hídrica. Para tanto, foi empregado o método de Thornthwaite e Mather (1955), através do programa "BHnorm", elaborado em planilha Excel por Rolim et al. (1998). Como referência para a capacidade de água disponível (CAD) utilizou-se o valor de 100 mm, e a evapotranspiração potencial (ETP) foi estimada pelo método de Thornthwaite (1948).

Destaca-se que apesar de representarem séries temporais distintas, optou-se por empregar os valores mensais médios de precipitação e de temperatura anteriormente

indicados para a composição do BHC, tendo em vista melhor refletirem a realidade local de Iporá.

Resultados e discussão

Nos tópicos que seguem são representados, descritos e analisados os dados referentes à temperatura média, máxima e mínima do ar, à precipitação pluvial e ao balanço hídrico de Iporá, compreendendo a condição média destes elementos meteorológicos para as distintas séries temporais utilizadas conforme a disponibilidade de dados.

Temperatura do ar em Iporá

A temperatura média anual de Iporá é de 26,1 °C, com média anual para as máximas de 32,8 °C e para as mínimas de 19,5 °C. Conforme indicado pelo gráfico da Figura 3, julho representa o mês mais frio do ano, quando a média mensal da temperatura mínima é de 15 °C, enquanto o trimestre consecutivo mais frio é junho-julho-agosto. Por sua vez, o mês mais quente é outubro, com média mensal de temperatura máxima de 35,8 °C, ao passo que o trimestre consecutivo mais quente é atribuído aos meses de agosto-setembro-outubro.

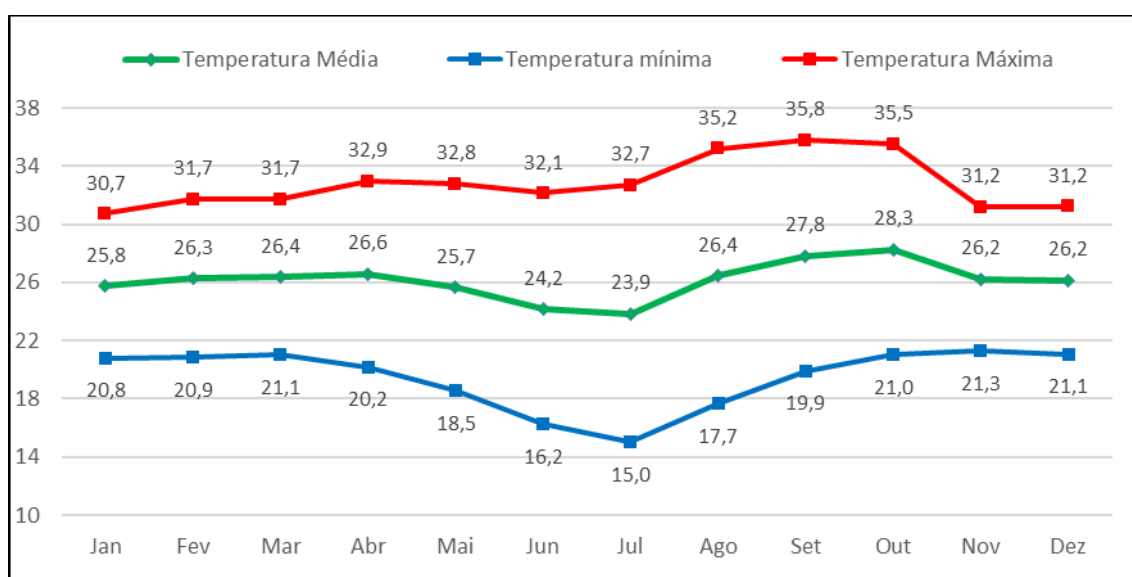


Figura 3: Médias mensais de temperaturas média, mínima e máxima (°C) de Iporá (2014/2018).

Fonte: UEG unidade de Iporá (2019), organizada pelos autores.

A maior amplitude térmica é verificada no mês de julho, uma diferença de 17,7 °C entre a média mensal da temperatura máxima (32,7 °C) e mínima (15 °C). Em fato, no período do inverno na área em estudo, são comuns dias quentes e quedas significativas da temperatura durante a noite e madrugada.

Voltados ao estudo do clima urbano de Iporá-GO, Alves e Mariano (2016) coletaram de dados de temperatura máxima e mínima absoluta entre outubro de 2012 e outubro de 2013 em seis pontos distribuídos pela área urbana. Os dados evidenciaram evento extremo de temperatura máxima na área mais urbanizada em 28 de outubro de 2012, com registro de 46,2 °C, e de mínima na área rural em 30 de julho de 2013, com 8,3 °C. Verifica-se, assim, que além das médias mensais retratarem os meses de outubro e julho como mais quente e frio do ano, respectivamente, são justamente neles que se registram os eventos extremos de temperatura máxima e mínima absoluta.

Precipitação pluviométrica em Iporá

A precipitação anual média histórica, segundo dados do posto pluviométrico 1651001 da ANA, instalado em Iporá, referentes ao período de 1974 a 2018 (45 anos), é de 1.589 mm. Conforme visto pela Figura 4, o período chuvoso compreende sete meses (outubro a abril), concentrando 94% da média de precipitação anual, ou seja, um volume de 1.495 mm. Por sua vez, o período seco, de cinco meses (maio a setembro), perfaz apenas 93mm, cerca de 6% das chuvas anuais.

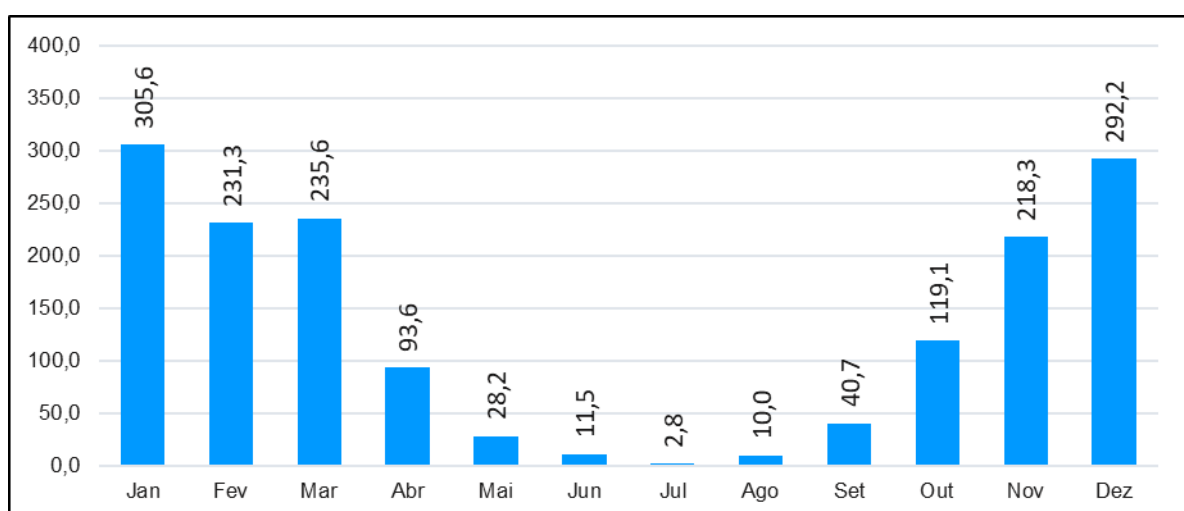


Figura 4: Médias mensais de precipitação (mm) de Iporá (1974/2018).

Fonte: ANA (2019), organizada pelos autores.

No tocante a distribuição média das chuvas ao longo das quatro estações do ano, a maior concentração ocorre no verão (janeiro a março), com 772,5 mm (48,6%), e na primavera (outubro a dezembro), com 629,6 mm (39,6%) – juntas, essas estações respondem por 88,2% da precipitação anual – ou seja, 1.402,1 mm. No outono (abril a junho) a média é de 133,3 mm (8,3%) e no inverno (julho a setembro) é de apenas 53,5 mm (3,3%).

O mês mais chuvoso é janeiro, com média mensal de 305,6 mm, ao passo que o trimestre consecutivo mais chuvoso é representado por dezembro/janeiro/fevereiro. Julho é mês com menor volume de precipitação (2,8 mm), sendo o trimestre consecutivo junho/julho/agosto o mais seco do ano.

Pela Figura 5 são apresentadas a mediana, a variabilidade e os registros extremos de precipitação mensal ao longo da série temporal de 1974 a 2018. O mês de dezembro chama a atenção, pelo acumulado mensal recorde de 805,5 mm, registrado no ano de 1985 – o que representa quase o triplo da média para este mês (292,2 mm). Tal valor extremo repercute a esse mês a maior variabilidade dos acumulados mensais entorno da mediana.

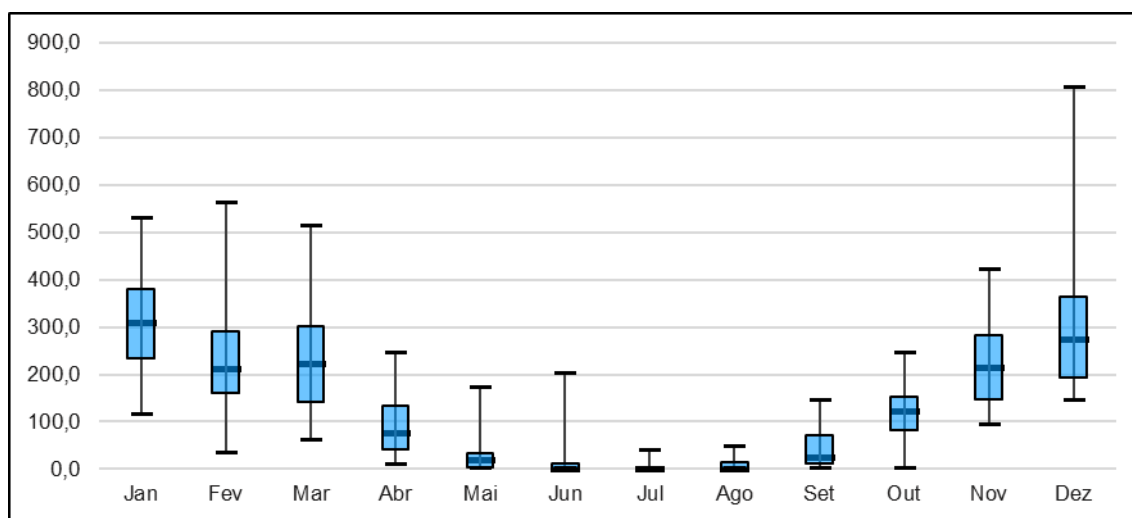


Figura 5: Mediana, variabilidade e registros extremos de precipitação mensal de Iporá entre 1974 e 2018. **Fonte:** ANA (2019), organizada pelos autores.

O mês de fevereiro apresenta o segundo maior valor de precipitação mensal, 560,4mm, registrado em 1980. Os meses característicos da estiagem também indicam valores extremos de precipitação mensal, conforme visto em junho de 1997, com registro de 200,6 mm, em agosto de 1993, com 47,9 mm, e julho de 2014, com 40,1 mm – sendo que a média não supera os 11,5 mm (em junho).

Pelo gráfico também pode ser observado que os meses de dezembro, março, janeiro e fevereiro, em ordem decrescente, apresentam a maior variabilidade entorno da

mediana. Obviamente, por responderem pelos menores acumulados mensais, os meses de junho, julho e agosto são os que indicam menor variabilidade.

A variabilidade dos acumulados anuais de precipitação entre 1974 e 2018 é representada pelo gráfico da Figura 6, a seguir. Inicialmente convém destacar que o baixo valor de R^2 (0,0021) indica não haver tendência de diminuição ou incremento dos totais de chuva no decorrer dos 45 anos. Do total de anos da série temporal, 26 registram acumulados mensais abaixo da média e 19 anos acima – o que indica uma distribuição assimétrica, prevalecendo precipitação anual abaixo da média no período analisado. Importante frisar que, com exceção de 2018, os últimos sete anos, ou seja, 2011 a 2017, apresentaram volumes anuais de precipitação abaixo da média.

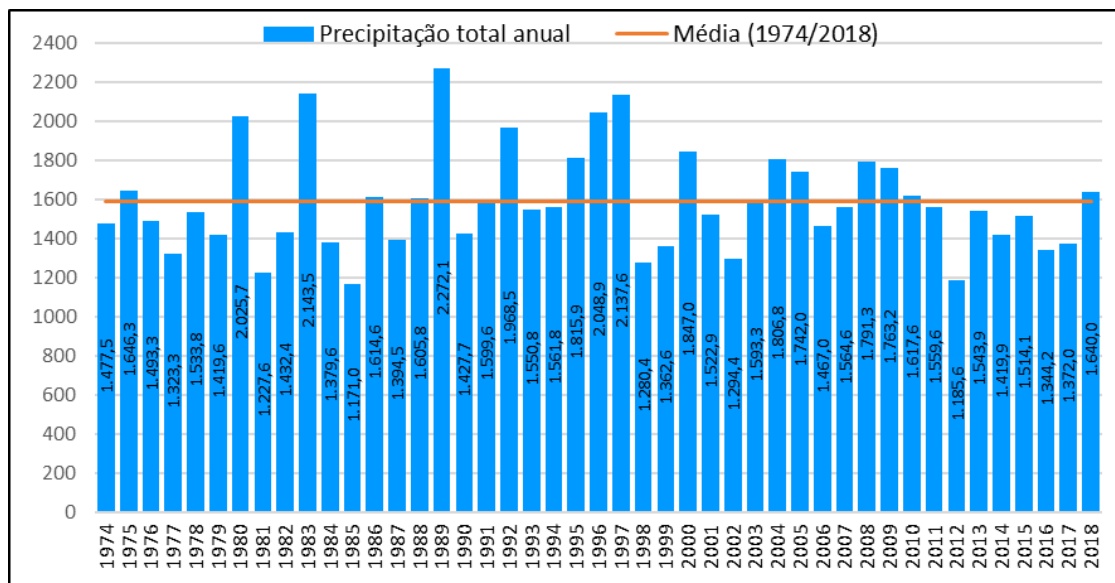


Figura 6: Variabilidade da precipitação total anual (mm) de Iporá entre 1974 e 2018.

Fonte: ANA (2019), organizada pelos autores.

Na série temporal de observações, o ano de 1985 apresentou o menor volume de precipitação anual (1.171 mm), seguido pelos anos de 2012 (1.185 mm) e 1981 (1.227 mm). No caso inverso, o ano de 1989 se destaca o maior volume (2.272 mm), acompanhado pelos anos de 1983 (2.143 mm) e 1997 (2.137 mm). Enquanto o valor registrado em 1985 indica uma redução de 418 mm com relação à média anual de precipitação, aquele verificado em 1989 retrata um incremento de 683 mm.

Na sequência, a Figura 7 representa a distribuição mensal e anual das precipitações em Iporá ao longo do período compreendido entre 1974 e 2018, com o uso do pluviograma de Schroder (1956). O intuito dessa representação é destacar a distribuição irregular das chuvas ao longo dos meses e sua variabilidade ao longo dos anos. Além

disso, também é indicado o curso anual das chuvas e a classificação do regime de precipitação em anos-padrão habitual, excepcional para chuvoso ou seco.

Pelo pluviograma fica claro que em Iporá, de maneira geral, o período chuvoso se inicia em outubro e se estende até abril, caracterizando um período chuvoso de 7 meses. Por sua vez, o período seco se estende por 5 meses, entre maio e setembro, corroborando com a tipologia de clima semiúmido, conforme indicado por Nimer (1979).

O mês mais seco do ano é julho, sendo comum a ocorrência de dois meses consecutivos sem registro de chuvas e, em alguns anos, até três meses, conforme visto em 1988, 1991, 1995, 1998, 1999, 2004, 2008 e 2017. Dezembro se destaca como o mês mais chuvoso, mas, em alguns anos, janeiro ou fevereiro também registram os maiores acumulados mensais.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual	Regime
1974	233,3	148,3	370,0	133,4	12,7	0,7	0,0	34,4	0,0	161,6	99,1	284,0	1.477,5	H
1975	321,2	191,4	244,0	237,0	0,0	0,0	0,7	0,0	14,2	50,4	419,3	168,1	1.646,3	H
1976	213,5	308,0	184,8	48,0	25,0	0,0	0,0	17,0	102,0	93,0	199,0	303,0	1.493,3	H
1977	424,0	165,0	110,0	23,0	37,0	51,0	0,0	0,0	46,6	157,5	124,3	184,9	1.323,3	S
1978	359,7	255,2	327,7	37,3	25,4	13,0	15,2	0,0	44,6	133,4	134,5	187,8	1.533,8	H
1979	383,4	233,9	62,2	57,0	0,4	0,0	0,0	15,0	124,2	34,5	157,4	351,6	1.419,6	H
1980	379,9	560,4	102,2	145,6	51,0	55,2	0,0	0,0	20,0	59,4	285,8	366,2	2.025,7	C
1981	234,0	33,2	511,5	23,6	1,6	17,3	1,0	0,0	0,0	95,4	123,0	187,0	1.227,6	MS
1982	310,6	76,6	123,6	51,2	172,5	0,0	0,0	34,0	75,1	157,9	126,1	304,8	1.432,4	H
1983	467,4	463,6	248,0	119,2	27,8	11,6	12,8	0,0	18,4	161,0	203,8	409,9	2.143,5	MC
1984	194,1	138,7	185,2	106,7	48,7	0,0	0,0	24,8	100,2	140,4	215,4	225,4	1.379,6	S
1985	486,6	103,2	150,5	54,7	2,1	2,0	4,5	1,4	25,7	47,0	147,7	145,6	1.171,0	MS
1986	347,9	165,8	142,0	33,0	141,5	0,0	0,0	46,5	84,5	121,2	104,9	427,3	1.614,6	H
1987	153,4	104,0	120,4	133,6	5,3	7,8	0,0	5,7	24,5	243,7	169,7	426,4	1.394,5	S
1988	282,0	282,0	395,6	130,0	44,4	0,0	0,0	0,0	6,0	120,2	139,4	206,2	1.605,8	H
1989	311,2	227,7	231,0	64,9	5,8	25,8	21,5	36,1	77,3	150,1	315,2	805,5	2.272,1	MC
1990	495,3	157,6	178,8	161,2	26,7	0,0	1,3	46,7	44,4	0,3	94,0	221,4	1.427,7	H
1991	288,7	218,0	405,2	26,3	6,2	0,0	0,0	0,0	26,3	129,2	243,5	256,2	1.599,6	H
1992	441,8	290,5	204,4	123,8	32,1	0,0	0,0	15,3	70,2	204,6	159,1	426,7	1.968,5	C
1993	192,2	237,4	87,6	141,4	20,0	11,4	0,0	47,9	143,7	158,7	171,2	339,3	1.550,8	H
1994	381,4	95,1	388,8	55,1	24,1	18,8	13,4	0,0	5,0	131,2	283,3	165,6	1.561,8	H
1995	194,4	346,3	287,2	179,6	22,4	0,0	0,0	0,0	26,5	156,0	346,7	256,8	1.815,9	C
1996	326,3	319,5	154,9	194,6	19,6	3,5	0,0	6,2	83,2	220,4	369,8	350,9	2.048,9	C
1997	529,6	209,0	481,8	75,2	48,0	200,6	0,0	0,0	15,0	67,2	247,2	264,0	2.137,6	MC
1998	170,9	329,4	60,8	105,9	14,4	0,0	0,0	0,0	18,6	104,4	323,2	152,8	1.280,4	S
1999	259,4	242,1	307,7	42,9	29,0	0,0	0,0	0,0	36,1	83,0	170,1	192,3	1.362,6	S
2000	339,5	380,5	206,4	18,4	0,0	0,0	1,5	35,0	85,5	138,3	276,2	365,7	1.847,0	C
2001	259,6	110,5	247,7	41,6	59,4	15,1	0,0	9,6	5,1	139,3	299,6	335,4	1.522,9	H
2002	252,8	347,5	133,0	38,5	18,9	0,0	11,1	8,7	4,6	74,4	139,9	265,0	1.294,4	S
2003	312,1	211,9	221,8	208,2	21,3	0,0	0,0	1,3	36,4	84,7	340,9	154,7	1.593,3	H
2004	381,3	445,4	243,9	77,0	28,4	0,0	0,0	0,0	1,2	98,4	96,9	434,3	1.806,8	C
2005	384,6	161,1	256,0	53,7	0,8	0,0	0,0	8,9	45,2	123,6	219,6	488,5	1.742,0	H
2006	241,1	200,0	271,4	97,2	8,8	0,0	0,0	1,8	44,4	109,8	216,8	275,7	1.467,0	H
2007	315,6	343,9	126,6	149,0	3,3	14,8	1,7	0,0	0,0	94,8	150,6	364,3	1.564,6	H
2008	344,1	284,1	362,5	108,9	34,0	0,0	0,0	0,0	26,5	138,8	236,4	256,0	1.791,3	C
2009	245,3	169,3	248,8	124,4	3,2	11,1	0,0	18,4	141,8	144,5	273,2	383,2	1.763,2	C
2010	281,0	203,5	449,3	25,2	0,0	5,5	0,0	0,0	1,2	169,7	286,6	195,6	1.617,6	H
2011	183,1	367,5	301,2	150,3	0,0	23,0	0,0	0,0	10,5	150,7	100,4	272,9	1.559,6	H
2012	213,5	154,9	118,6	71,5	22,1	11,3	0,0	0,0	20,9	82,1	212,5	278,2	1.185,6	MS
2013	428,3	198,5	222,2	69,5	47,2	13,7	0,0	0,0	13,6	151,7	224,8	174,4	1.543,9	H
2014	168,8	160,5	200,3	90,8	1,7	0,0	40,1	0,0	39,7	81,4	239,7	396,9	1.419,9	H
2015	115,7	211,5	374,6	245,7	93,6	3,1	0,0	9,7	11,3	80,3	188,3	180,3	1.514,1	H
2016	495,2	98,0	137,0	10,0	3,0	0,0	0,0	24,0	28,0	66,0	329,0	154,0	1.344,2	S
2017	237,0	198,0	174,0	97,0	65,0	0,0	0,0	0,0	8,0	75,0	230,0	288,0	1.372,0	S
2018	170,0	261,0	243,0	33,0	14,0	0,0	0,0	3,0	74,0	175,0	390,0	277,0	1.640,0	H

Legenda da distribuição percentual das chuvas: <2% 2 a 3,9% 4,0 a 8,2 8,3 a 12,4 > 12,5% mês mais seco ou mais chuvoso

Legenda dos anos-padrão: MS - Muito Seco S - Seco H - Habitual C - Chuvoso MC - Muito Chuvoso

Figura 7: Pluviograma da distribuição mensal e anual das precipitações e classificação dos anos-padrão em Iporá-GO (1974/2018). Fonte: ANA (2019), organizada pelos autores.

Dentre os 45 anos da série temporal analisada, 23 representam o regime habitual de precipitação, com totais anuais variando entre 1.419 e 1.742 mm. Abaixo desse patamar, ou seja, representando o regime excepcional seco de precipitação, constam 11 anos, dos quais, 1981, 1985 e 2012 se destacam como regime muito seco, variando de 1.227 a apenas 1.171 mm. No caso contrário, representando o regime excepcional chuvoso, verificam-se 11 anos, como em 1983, 1989 e 1997, classificados como muito chuvosos, tendo em vista os acumulados anuais de precipitação partindo de 2.137 e alcançando os 2.272 mm.

Balanço Hídrico Climatológico em Iporá

O balanço hídrico climatológico referente à média de 1974 a 2018 é representado pela Figura 8, retratando a condição de deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica ao longo do ano.

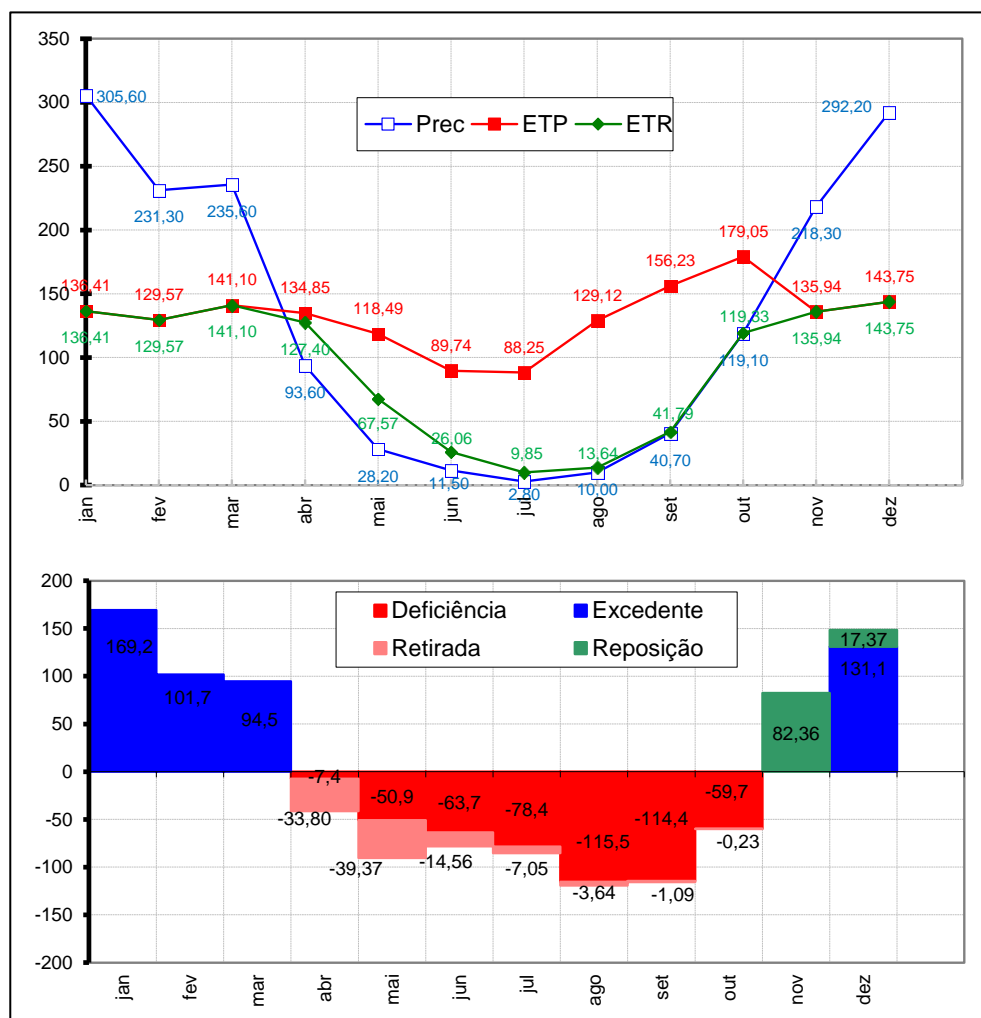


Figura 8: Balanço hídrico normal (A) e condição de deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica (B) em Iporá para a média de 1973/2018. **Fonte:** ANA (2019), SIHMEGO (2019) e UEG unidade de Iporá (2019), organizada pelos autores.

A partir do mês de abril, observa-se início do processo de retirada de água do solo, devido a diminuição das chuvas e maior evapotranspiração, tendo, por consequência, início do período de déficit hídrico na região, que se estende até outubro. Em setembro e outubro a ETR e a P se equiparam, mas ainda prevalece a condição de deficiência hídrica. Por sua vez, de novembro a março a P supera a ETR, caracterizando o período de reposição e excedente hídrico.

Considerando a média de precipitação anual de 1.589 mm, a evapotranspiração real representa 1.092 mm, ou seja, 68% da água precipitada evapora/transpira. Essa condição resulta em excedente hídrico de apenas 496,5mm para escoamento e infiltração.

No início da estação úmida as primeiras chuvas são destinadas para a reposição da água solo, até que esse atinja sua capacidade máxima de armazenamento, isto é, igualando-se ao valor da capacidade de água disponível (CAD), quando então passa a ocorrer o excedente hídrico.

Conforme indicado por Tucci (2007), o período de maior retirada de água do solo verificado entre abril e maio marca a redução e o consequente fim do escoamento superficial, que é a resposta direta da bacia hidrográfica à precipitação. A partir daí, somente o escoamento subterrâneo, influenciado pela capacidade do aquífero e características físicas do solo, relevo e cobertura vegetal, contribui para a vazão total do curso de água. De acordo com Tucci et al. (2001), do escoamento total, estima-se que a parcela disponível para infiltração no solo e, assim, para armazenamento, varie entre 50 a 80%, dependendo das características físicas de geologia, solo e relevo.

Considerações finais

Visando constituir, sobretudo, um insumo analítico para a avaliação da disponibilidade e segurança hídrica, o presente trabalho apresenta a caracterização climática do município de Iporá, especificamente, analisando a condição média das temperaturas média, mínima e máxima, da precipitação e do balanço hídrico.

Conforme indicado, a temperatura média anual na área em apreço é de 26 °C, com média mais elevada de temperatura máxima no mês de outubro (28,3 °C) e menor média de temperatura mínima em julho (23,9 °C). No que diz respeito às chuvas, a média anual é de 1.589 mm, com uma considerável variação entre os acumulados anuais na série temporal observada, com volume anual mínimo de 1.171 mm (1985) e máximo de 2.272 mm (1989). O período chuvoso compreende, habitualmente, sete meses (outubro a

abril), com cinco meses que caracterizam a estiagem na região (maio a setembro). O balanço hídrico demarcou como período de excedente hídrico os meses de abril a outubro, com reposição em novembro e excedente entre dezembro e março.

Convém destacar que foram empregadas diferentes séries temporais para os elementos analisados, sendo 2014 a 2018 para a temperatura do ar e 1974 a 2018 para a precipitação, por conta da disponibilidade de dados e ausência de outra estação meteorológica na região. Apesar de não compreender o período mínimo de dados preconizado pela Organização Mundial de Meteorologia (30 anos), optou-se por utilizar o período de apenas cinco anos de dados de temperatura pelo fato de ser preferível retratar a realidade local de Iporá, em detrimento de empregar dados de estações situadas a cerca de 200 km de distância (Aragarças, Rio Verde ou Jataí).

Especialmente, pretende-se que a sistemática de representação e análise das temperaturas, precipitações e do balanço hídrico possa fornecer insumos analíticos e subsídios para a tomada de decisões, especialmente na compreensão da disponibilidade hídrica para abastecimento público, haja vista a repercussão das variabilidades e sazonalidade das chuvas para essa atividade.

Climate Characterization of the municipality of Iporá, Goiás: Inputs for the evaluation of water availability for public supply

Abstract: The study aimed to identify and describe the climatic characteristics of the municipality of Iporá, in Goiás, in order to constitute an input for the assessment of water availability for public supply. For the analysis of precipitation, data from the time series of 45 years (1974 to 2018) were used, evaluated through the method of representing the distribution of precipitation through the Schroder pluviogram (1956). For the analysis of air temperature, daily data of average, minimum and maximum temperatures from the years 2014 to 2018 were used, due to the lack of a more extensive time series in the municipality. Through the precipitation and temperature data, the Climatological Water Balance (BHC) was estimated, using the method of Thornthwaite and Mather (1955). The average annual precipitation of the historical series was 1,589 mm, with real evapotranspiration of 1,092 mm, that is, 68% of the precipitated water evaporated or transpired, which means a water surplus of 32% (496.5 mm). The BHC for the historical series indicates seven months of water deficiency (April to October) and five months of replacement or surplus (November to March).

Keywords: Climate; Variability; Rainfall; Water Availability; Iporá-GO.

Caracterización climática de Iporá, Goiás: Insumos para la evaluación de la disponibilidad de agua para abastecimiento público

Resumen: El objetivo del estudio fue identificar y describir las características climáticas del municipio de Iporá, en Goiás, con el fin de constituir un insumo para la evaluación de la disponibilidad de agua para el abastecimiento público. Para el análisis de la precipitación se utilizaron datos de la serie temporal de 45 años (1974 a 2018), evaluados a través del método de representación de la distribución de la precipitación a través del pluviograma de Schroder (1956). Para el análisis de la temperatura del aire se utilizaron datos diarios de temperaturas medias, mínimas y máximas de los años 2014 a 2018, debido a la falta de una serie temporal más extensa en el municipio. A través de los datos de precipitación y temperatura se estimó el Balance Hídrico Climatológico (BHC), utilizando el método de Thornthwaite y Mather (1955). La precipitación media anual de la serie histórica fue de 1.589 mm, con una evapotranspiración real de 1.092 mm, es decir, el 68% del agua precipitada se evaporó o transpiró, lo que significa un excedente hídrico del

32% (496,5 mm). El BHC para la serie histórica indica siete meses de déficit hídrico (abril a octubre) y cinco meses de reposición o excedente (noviembre a marzo).

Palabras clave: Clima; Variabilidad; luvias; Disponibilidad de agua; Iporá-GO.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. HidroWeb. **Série histórica de precipitação**. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/apresentacao.jsf>. Acesso em: 25 fev. 2019.

ALVES, W. S.; MARIANO, Z. F. A influência dos fatores geoecológicos e geourbanos no clima urbano de Iporá-GO: uma análise a partir dos métodos de correlação e regressão linear. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 19, 2016.

ARTAXO, P. As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, v. 34, p. 53-66, 2020.

ARTAXO, P. Mudanças climáticas e o Brasil. **Revista USP**, [S. l.], n. 103, p. 8-12, 2014.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 332 p.

GALVANI, E.; LUCHIARI, A. Critérios para classificação de anos com regime pluviométrico normal, seco e úmido. *In*: Emerson Galvani, Nádia Gilma Beserra de Lima. (Org.). **Climatologia Aplicada: Resgate aos estudos de caso**. Curitiba: Editora CRV, 2012. p. 19-32.

IPCC. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.). Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2021, Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

KOPPEN W.; GEIGER, R. (eds). **Handbuck der Klimatologie**. Berlin, 1961.

MONTEIRO, C. A. F. Notas para o estudo do clima do Centro-Oeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia**. v. 13, n. 1, p. 3-46, 1951.

MONTEIRO, C. A. F. **Análise rítmica em Climatologia**: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. São Paulo: USP, 1971. Climatologia, n.1.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima urbano**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976. 181 p. (Série Teses e Monografias, 25).

MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, Francisco. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. 192 p.

MOURA, D. M. B. **Avaliação ambiental e fisiográfica da bacia hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio, com vistas ao abastecimento hídrico da cidade de Iporá (GO)**. 2017. 107 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2017.

MOURA, D. M. B. **Proposta metodológica para avaliação e definição de fontes superficiais de abastecimento público: uma análise comparativa entre duas bacias hidrográficas, visando a segurança hídrica de Iporá (GO)**. 2021. 247 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2021.

MOURA, D. M. B.; CABRAIL, J. B. P.; GENTIL, W. B.; BARCELOS, A. A. de.; ALVES, W. dos S. Análise comparativa da vazão do ribeirão Santo Antônio e do ribeirão Santa Marta visando a segurança hídrica da cidade de Iporá (GO). In: NASCIMENTO, D. T. F.; GONÇALVES, R. J. de A. F. (Orgs.). **Águas do Cerrado: gestão, usos e conflitos**. Goiânia: Kelps, 2018a. p. 109-120.

MOURA, D. M. B.; OLIVEIRA, I. J.; NASCIMENTO, D. T. F.; CABRAL, J. B. P.; GENTIL, W. B.; BARCELOS, A. A. Avaliação de disponibilidade hídrica em bacias hidrográficas para abastecimento da cidade de Iporá (GO). In: NASCIMENTO, D. T. F.; GONÇALVES, R. J. de A. F. (Orgs.). **Água para o amanhã: educação, gestão, manejo e recuperação de mananciais**. 1ed. Goiânia: Kelps, 2018b. p. 87-101.

NASCIMENTO, D. T. F. **Chuvas no estado de Goiás e no Distrito Federal a partir de estimativas por satélite e circulação atmosférica**. 2016. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

NASCIMENTO, D. T. F.; LUIZ, G. C.; OLIVEIRA, I. J. Panorama dos sistemas de classificação climática e as diferentes tipologias climáticas referentes ao Estado de Goiás e ao Distrito Federal (Brasil). **Elisée - Revista de Geografia da UEG**, v. 5, n. 2, 2016.

NASCIMENTO, D. T. F.; PESSOA-DE-SOUZA, M. A.; SILVA, G. C. da. Representação e análise da distribuição espaço-temporal das chuvas a partir do pluviograma de Schroder. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA, 8., 2019, Belém. **Anais [...]**. Belém: UFPA, 2019, p.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 422p

OESTE GOIANO. **Já falta água em algumas casas de Iporá**. 21 set. 2017. Disponível em: <https://www.oestegoiano.com.br/noticias/meio-ambiente/ja-falta-agua-em-algumas-casas-de-ipora>. Acessado em: 27 abr. 2020.

OESTE GOIANO. **Já não sobra água no Santo Antônio após captação para abastecer Iporá**. 24 set. 2017. Disponível em: <https://www.oestegoiano.com.br/noticias/meio-ambiente/ja-nao-sobra-agua-no-santo-antonio-apos-captacao-para-abastecer-ipora>. Acessado em: 27 abr. 2020.

OESTE GOIANO. **Chuvas de setembro poderão ter salvo Iporá de falta de água**. 02 out. 2018. Disponível em: <https://www.oestegoiano.com.br/noticias/meio-ambiente/chuvas-de-setembro-poderao-ter-salvo-ipora-de-falta-de-agua>. Acessado em: 27 abr. 2020.

OESTE GOIANO. **20% a mais de água na barragem. Isso tranquiliza sobre abastecimento**. 22 ago. 2019. Disponível em:

<https://www.oestegoiano.com.br/noticias/meio-ambiente/20-a-mais-de-agua-na-barragem-isso-tranquiliza-sobre-abastecimento>. Acessado em: 27 abr. 2020.

RIBEIRO, A. G. As escalas do clima. **Bol. Geog. Teorética**, v. 23, n. 46, p. 288-294, 1993.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F (Org.). **Cerrado: ecologia e flora**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica, 2008. Cap. 6, p.151-212.

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.

ROSSATO, M. S. **Os climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia**. 2011. 240 f. Tese (Doutorado)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SANT'ANNA NETO, J. L. A climatologia geográfica no Brasil: origem e contexto histórico. In: AMORIM, M. C. D. C. T.; NETO, JOÃO, L. S. A; MONTEIRO, A. **Climatologia urbana e regional: questões teóricas e estudos de caso**. 1.ed. São Paulo: Outras Expressões, 2013.

SANT'ANNA NETO, J. L. Clima e organização do espaço. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 16 n. 1, p. 119-131, 1998.

SENTELHAS, P. C.; PEREIRA, A. R.; MARIN, F. R.; ANGELOCCI, L. R.; ALFONSI, R. R.; CARAMORI, P. H.; SWART, S. **BHBRASIL: balanços hídricos climatológicos de 500 localidades brasileiras**. Piracicaba: ESALQ, 1998.

SCHRÖDER, R. Distribuição e curso anual das precipitações no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 15, n. 18, p. 193-249, 1956.

STRAHLER, A. N. **Physical Geography, Third Edition**. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1969.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geogr. Rev**, v.38, p.55-94, 1948.

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

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. M. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001.

TUCCI, C. E. M. **Inundações urbanas**. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007.

WILHITE, D. A. Breaking the Hydro-Illogical cycle: progress or status quo for drought management in the United States. **European Water**, n. 34, p. 5-18, 2011.

Sobre os autores

Derick Martins Borges de Moura - Graduado, mestre e doutor em Geografia. Técnico em Mineração. Professor da Universidade Estadual de Goiás.

Diego Tarley Ferreira Nascimento - Graduado, mestre e doutor em Geografia. Professor da Universidade Federal de Goiás e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Goiás.

Ivanilton José de Oliveira – Graduado, mestre e doutor em Geografia. Graduado em Administração de Empresas. Professor da Universidade Federal de Goiás.

Recebido para publicação em abril de 2022

Aceito para publicação em fevereiro de 2023