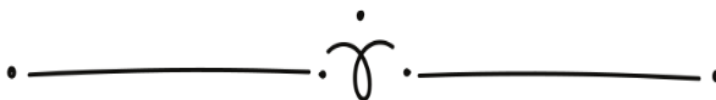


CAPÍTULO 3



ANÁLISE ESTATÍSTICA DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NO MUNICÍPIO DE BELO JARDIM – PE ENTRE OS ANOS DE 2002 E 2018

José Felipe Freire Aragão¹

Nathalia Danielle da Silva²

Myllena Beatriz Alpes da Silva³

Sebastião de Souza França⁴

Igor José Lucas Gonzaga e Silva⁵

Matheus Gomes Diniz Paes⁶

RESUMO

O conhecimento das características hidrológicas de um local é de suma importância para o dimensionamento de projetos hidráulicos, principalmente, no que diz respeito a drenagem urbana. Nessa perspectiva, esse trabalho teve por intenção realizar a análise estatística do regime pluviométrico do município de Belo Jardim - PE no período compreendido entre os anos de 2002 a 2018. Para isso, foi realizada a aquisição dos dados pluviométricos no portal da Agência

¹ jfelipe_aragao@hotmail.com

² nathaliadanielledasilva@gmail.com

³ myllenaalpes@hotmail.com

⁴ sebastiaosf13@gmail.com

⁵ igor.lucas.gonzaga@gmail.com

⁶ matheusgomesdp@hotmail.com

Pernambucana de Águas e Clima. Os dados adquiridos foram analisados através da análise estatística descritiva, verificando-se que há grande variabilidade entre as médias sazonais e interanuais do período estudado. Notou-se também que a média anual de 52,33 mm, inferior à média anual da mesorregião Agreste, sendo o período chuvoso corresponde ao primeiro semestre do ano. Dessa forma, conclui-se que a pesquisa foi capaz de produzir conteúdo acerca da precipitação pluviométrica do município, podendo ser utilizado pela comunidade acadêmica e por todos que se interessarem pela temática.

Palavras-chave: Características hidrológicas. Drenagem urbana. Regime pluviométrico.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o planejamento urbano iniciou-se a partir de 1950, assim como na Europa, teve como determinante o período da Revolução Industrial e suas consequências para o meio urbano. O aumento da população urbana de maneira abrupta e desenfreada foi motivador de diversos problemas nas cidades, principalmente aqueles voltados aos elementos de saneamento básico e salubridade. A partir destes problemas, surgiu a necessidade de desenvolver atividades que tornassem possível a melhoria da qualidade das cidades e, conseqüentemente, trouxesse ordenação (DUARTE, 2012). O planejamento urbanístico é um processo consciente onde são propostas ações organizadas, baseadas em metas previamente definidas, cujo objetivo é solucionar problemas atuais e prevenir os futuros. O desenvolvimento do planejamento urbano abrange desde a necessidade de instituir leis até mesmo aspectos de infraestrutura, sua construção se dá de maneira contínua e envolve a coleta e análise de dados e informações (SCOPEL et al., 2018). Os sistemas físicos de infraestrutura urbana refletem diretamente na dinâmica das cidades e esses são definidos a partir da análise de fatores e necessidades de variadas dimensões e abrangências considerados para o planejamento

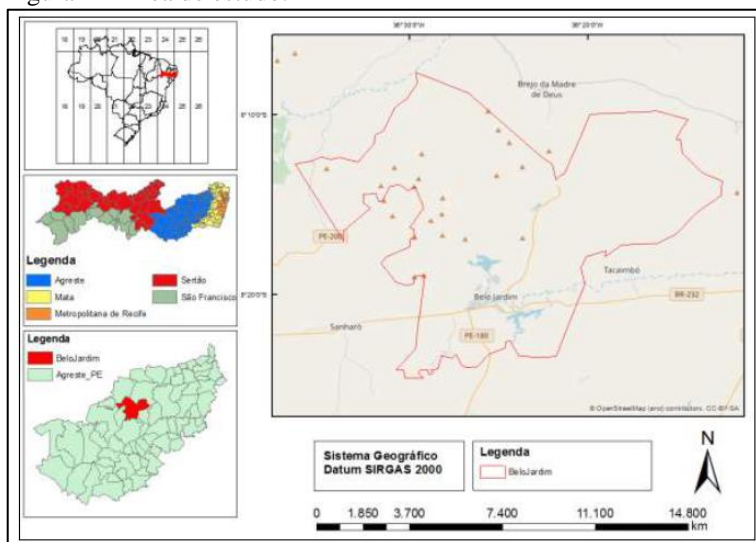
urbano. O saneamento básico de uma cidade é composto por um conjunto desses sistemas, e seus indicadores abrangem, dentre outros sistemas físicos, o manejo das águas pluviais (RIGHETTO, 2009). Segundo Ross (2007), o desenvolvimento de estruturas passíveis da interferência de águas pluviais deve partir do levantamento do conhecimento prévio sobre o regime de precipitação de um local, através do qual se obtém informações imprescindíveis à definição da construção do espaço urbano, possibilitando, por exemplo, prever a capacidade de uma cidade de suportar precipitações pluviométricas, sendo importante também para o planejamento das demais atividades como as do setor agrícola e industrial. Diante as declarações mencionadas acima aliada ao reconhecimento da relevância da água em relação ao cotidiano humano, surge a necessidade de aprofundar o conhecimento sobre como configurar o regime pluviométrico de um local mediante a análise estatística da precipitação pluviométrica e sua importância como instrumento de apoio para o planejamento da infraestrutura urbana de um local. Sendo para isso considerado como objeto de estudo as referências hidrológicas da cidade de Belo Jardim - PE.

METODOLOGIA

Área de estudo

O município de Belo Jardim – PE (Figura 1) localiza-se a uma latitude $08^{\circ}20'08''$ sul e a uma longitude $36^{\circ}25'27''$ oeste, estando a uma altitude de 608 metros (BRASI, 2019). A população estimada da cidade em 2019 é de 76.439 habitantes e seu índice de desenvolvimento humano gira em torno de 0,629 de acordo com dados do IBGE.

Figura 1 – Área de estudo.



Fonte: Autoria própria.

A economia da cidade é impulsionada principalmente por atividades relacionadas ao setor industrial, sendo sede de

grandes indústrias e apresentando maior potencialidade no segmento da agroindústria, destacando-se pelo desenvolvimento de produtos alimentícios e avicultura (BRASIL, 2019). O Produto Interno Bruto (PIB) de Belo Jardim - PE é de R\$20.703,79, alcançando a 10ª posição no estado de Pernambuco (IBGE, 2019).

O clima da cidade se enquadra em semiárido e sua precipitação média anual é estimada em até 890,2mm, com temperaturas médias de 23°C. O município faz parte das bacias hidrográficas do Rio Ipojuca e do Rio Capibaribe, e seu relevo insere-se na unidade Planalto da Borborema contendo montanhas que atingem cerca de até 1.000 metros de altura (BRASIL, 2019).

Aquisição e tratamento de dados

Os dados foram obtidos junto ao sistema da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) onde foram consultadas as informações do banco de dados sobre precipitação pluviométrica mensal, referente ao município de Belo Jardim - PE. Foram selecionados dois postos pluviométricos da mesorregião Agreste Pernambucano para consulta, codificados sob os números 20 e 374 (APAC, 2019). O período selecionado se deu a partir da

disponibilidade de dados encontrados e sua integridade, sendo tomado para esse estudo o período de 2002 a 2018, totalizando 17 anos. Os dados foram organizados e editados em um software de planilha eletrônica.

No processo de preenchimento de falhas foi utilizado do método de Regressão Linear, através da obtenção do valor da precipitação estimada do posto com falhas fazendo uso da Equação 1.

$$Px = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i + e_i \quad (1)$$

Onde: Px = precipitação a ser estimada do posto com falhas; a_0 e a_i são os coeficientes de ajuste do modelo linear e e_i é o erro de medida.

Os coeficientes a_0 e a_i foram obtidos através da aplicação do método dos mínimos quadrados em um software de planilha eletrônica (LAPONNI, 1997), onde foram minimizados a soma dos quadrados da diferença entre o valor estimado e os dados observados, obtendo-se através da minimização da soma dos quadrados do erro, ou seja, minimização de $\sum_{i=1}^n e_i^2$, os valores de a_0 e a_i .

Análise estatística

No editor de planilhas, para a análise descritiva dos dados de precipitação mensal e anual, foram obtidos:

- Média pluviométrica anual, que diz respeito ao quociente da soma dos valores de precipitação mensal em relação aos meses do ano e expressa pela Equação 2.

$$x = \frac{x_1+x_2+\dots+x_n}{n} \quad (2)$$

Em que: x é a média aritmética simples n é número total de meses.

A Mediana, que compreende a variável central dentre um espectro de n dados ordenados, através da Equação 3.

$$MD = \frac{n+1}{n} \quad (3)$$

Onde:

MD é a mediana;

n é o número de observações;

E para indicar o grau de variação do conjunto de elementos, o desvio padrão (S) (Equação 4).

$$S = \sqrt{\frac{\sum (xi-x)^2 \cdot fi}{\sum fi-1}} \quad (4)$$

Sendo:

S o desvio padrão;

xi o valor observado;

x a média aritmética simples;

$\sum fi$ frequência;

Sendo também definido o número de meses em que houve precipitação, a porcentagem referente aos meses de chuva e os valores máximos e mínimos de precipitação anual. Os dados de precipitação média mensal acumulada entre os anos de 2002 e 2018 serão inseridos em gráficos, assim como também será feito para o valor total anual acumulado. Por fim, após as estimativas das informações quantitativas, os resultados foram interpretados e descritos para o município de Belo Jardim - PE.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tratamento dos dados

Após a coleta dos dados pluviométricos nos postos da APAC de códigos 20 e 374, no município de Belo Jardim – PE, foi realizado o processo de organização e tratamento dos

dados através do uso de software de planilha eletrônica. Em alguns meses da série houve a identificação da ausência dos dados mensais. Para o posto 20, identificaram-se falhas nos meses que se encontram representados no Quadro 1.

Quadro 1- Identificação dos meses com falha para o posto 20.

Posto 20												
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2002										x		
2003											x	
2004										x	x	
2005										x	x	
2006	x	x										
2007												
2008										x	x	
2009										x		
2010	x											x
2011												
2012	x											
2013		x	x									
2014												x
2015											x	
2016											x	
2017												
2018												

Fonte: Autor 2019

Para o posto de número 374, os meses com ausência de dados foram (Quadro 2):

Quadro 2 - Identificação dos meses com falhas para o posto 374.

Posto 374												
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2002												
2003												
2004										x	x	
2005		x							x	x		
2006	x	x								x	x	
2007												
2008												
2009											x	
2010											x	
2011												x
2012											x	x
2013		x										
2014												x
2015	x								x	x	x	x
2016											x	
2017											x	
2018										x		

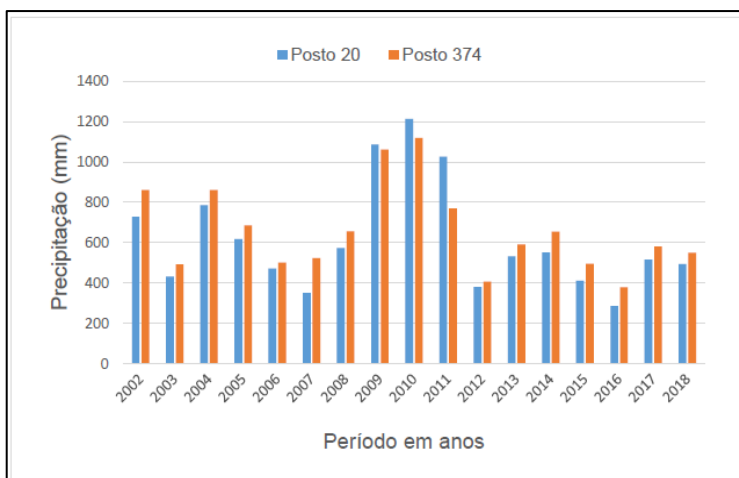
Fonte: Autor 2019

Para correção dessas lacunas, foi realizado o preenchimento de falhas pelo método da Regressão Linear (MELO et al. (2017), dessa maneira, as planilhas obtidas a partir dos dados da APAC e agora tratadas, encontram-se no Apêndice A. No que concerne ao acumulado anual de precipitação da série, nota-se que há variações entre os valores dos postos 20 e 374 ao longo do período (Figura 2).

Isso se dá pela variabilidade espacial da chuva, assim, percebe-se que, apesar dos postos estarem situados na mesma região, há diferença dos totais anuais de chuva. Por meio da Figura 2, pode-se observar que os anos de 2009, 2010 e 2011 destacam-se como aqueles com maiores acumulados anuais de precipitação. Segundo Silva (2015), nos anos de 2010 e 2011 houveram muitos episódios de cheias ao longo do estado de Pernambuco, sendo esse tópico objeto de estudo para o desenvolvimento de mapeamento de cheias no Estado.

Para a Secretaria de Infraestrutura de Pernambuco, essas cheias são fruto de mudanças climáticas que vem ocasionando chuvas mais intensas, além das características do relevo das bacias hidrográficas e ocupação indevida de áreas de leito do rio para construção (SRH, 2011).

Figura 2- Acumulado anual de precipitação registrado nas estações pluviométricas de código 20 e 374 no município de Belo Jardim-PE entre os anos 2002 a 2018.



Fonte: Autoria própria.

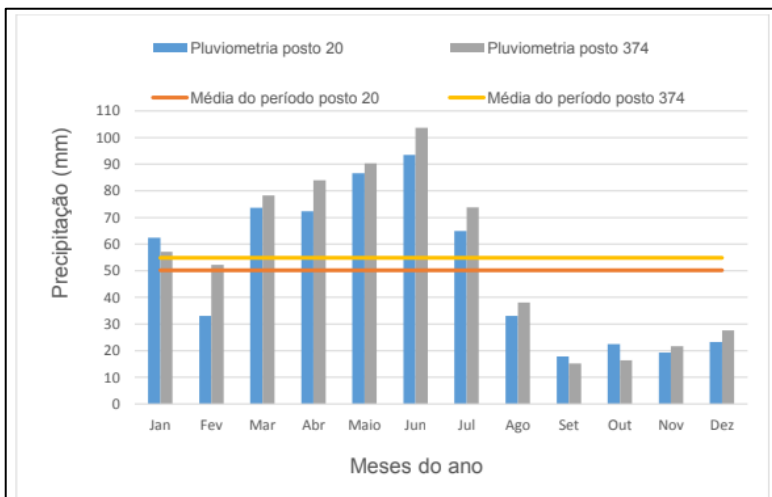
O gráfico também permite a observação de que na maior parte da série, os acumulados anuais não foram maiores que 600 mm de chuva ao ano. Esse valor é indicador de um baixo índice pluviométrico anual para o município de Belo Jardim – PE e reflete de uma das maiores problemáticas relacionadas a água na região Nordeste, a seca. Com precipitações tão baixas, os reservatórios que abastecem as cidades tendem a diminuir, de 2016 a 2019 a Barragem de Pedro Moura Jr localizada no município de Belo Jardim apresentava sinais de colapso mediante a falta de chuvas na

região. Somente a partir de 2019 a Barragem voltou a acumular água, ainda assim atingindo somente 10% da sua capacidade (G1 CARUARU, 2019).

O problema da seca reflete na funcionalidade do abastecimento público, ainda no ano de 2019, a COMPESA (Companhia Pernambucana de Saneamento) empresa responsável pelo serviço de abastecimento de água da região realiza liberação de calendários de abastecimento onde há disponibilização do fornecimento de água durante 5 dias por mês, indicando a utilização de técnicas de racionamento de água (COMPESA, 2019).

A Figura 3 mostra a variabilidade sazonal da precipitação média da precipitação do período de 2002 a 2018 no município de Belo Jardim. Pela análise da Figura percebe-se que os meses mais chuvosos vão de março a julho para ambos os postos analisados.

Figura 3- Precipitação mensal para os pontos 20 e 274 de Belo Jardim-PE.



Fonte: Autor, 2019.

Para o posto 20, os valores pluviométricos mensais do período se mantêm acima da média do período na maior parte do ano, enquanto no posto 374 os valores pluviométricos distam da média do período em cerca de 6 meses do ano, estando mais distante no período de setembro a dezembro. A média de 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 Jan Fev Mar Abr Maio Jun Jul Ago Set Out Nov Dez Precipitação (mm) Meses do ano Pluviometria posto 20 Pluviometria posto 374 Média do período posto 20 Média do período posto 374 32 precipitação mensal entre os dois postos é de 52,53 mm, sendo considerado muito inferior ao

valor médio de precipitação anual da Mesorregião Agreste (185,00 mm). A observação sobre o período chuvoso compreendido entre os meses de março a julho é conivente com o estudo realizado por Silva et al. (2015), a respeito da análise estatística da precipitação pluviométrica do município de Caruaru – PE, que se localiza na mesma mesorregião que o município alvo deste estudo.

De acordo com análise da série histórica, tem-se a informação de que o período de março a julho possui médias acumuladas superiores ao restante do ano, sendo junho o mês com maior média registrada. Para o mês de setembro há a designação de período de menor média registrada, correspondendo a um valor médio cerca de 6 vezes menor que a média de junho.

A partir das médias mensais obtidas do posto 20 (Figura 4), é possível averiguar que o mês com maior média de precipitação acumulada é o mês de junho (98,38 mm), já o mês com menor média de precipitação acumulada é o mês de setembro, com média máxima de 13,07 mm.

Figura 4- Aplicação da estatística descritiva da precipitação mensal e anual acumulada do posto 20 (2002-2018).

Mês	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	Coeficientes	
						Cv	Cs
Jan	60,08	37,40	0,70	235,60	75,06	1,25	1,43
Fev	57,13	30,00	0,00	117,60	34,01	0,60	1,34
Mar	75,13	71,00	7,36	247,30	65,93	0,88	1,15
Abr	81,76	65,50	3,10	204,80	51,53	0,63	1,17
Mai	94,47	64,70	9,50	375,50	98,36	1,04	2,15
Jun	98,38	80,10	17,70	298,40	71,67	0,73	1,73
Jul	66,54	48,50	8,50	157,80	46,80	0,70	0,75
Ago	34,35	35,40	7,80	73,90	21,60	0,63	0,84
Set	13,07	14,50	3,00	48,70	15,88	1,22	0,84
Out	17,93	11,01	0,00	165,90	40,26	2,25	3,19
Nov	16,43	7,70	0,00	98,60	24,80	1,51	2,16
Dez	28,46	27,00	0,30	68,00	21,08	0,74	0,89

Fonte: Autoria própria.

No posto 20, todos os valores mensais apresentaram assimetria > 0 , ou seja, a distribuição é assimétrica e positiva. Para o mesmo posto, observa-se que o desvio padrão relacionado a média mensal é inferior a 50 mm para os meses de julho a dezembro, enquanto para os meses de janeiro a junho, ultrapassa essa média. Tal observação por si só não é suficiente para delimitação da fidelidade da representatividade das médias, sendo assim, é incluído na análise a consideração do coeficiente de variação (Cv). O Cv encontrado para as respectivas médias acumuladas é superior a 50%, demonstrando assim que não há confiabilidade na representatividade das médias acumuladas para os meses ao longo do período (2002-2018). O quadro se mostra o mesmo

para o desvio padrão e Cv do posto 374, conforme mostra a Figura 5.

Figura 5- Aplicação da estatística da precipitação mensal e anual acumulada do posto 347 (2002-2018).

Mês	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	Coeficientes	
						Cv	Cs
Jan	63,80	32,55	1,00	180,30	56,92	0,89	1,09
Fev	55,10	30,10	0,00	145,40	44,62	0,81	0,80
Mar	80,70	70,50	2,40	199,60	58,44	0,72	0,75
Abr	74,58	62,30	1,60	189,00	59,30	0,80	0,48
Mai	82,45	64,50	13,50	323,20	85,59	1,04	1,79
Jun	98,74	80,10	32,80	306,30	66,01	0,67	1,85
Jul	72,20	48,80	7,20	170,10	47,89	0,66	0,61
Ago	36,80	32,35	4,60	81,00	24,14	0,66	0,67
Set	19,85	11,03	2,30	44,80	13,10	0,66	1,31
Out	20,91	9,10	0,00	112,70	28,24	1,35	2,87
Nov	24,45	7,75	0,10	126,40	30,01	1,23	2,91
Dez	22,52	28,00	3,30	83,80	22,12	0,98	1,01

Fonte: Autoria própria.

No posto 374, assim como no posto 20, o mês com maior média pluviométrica foi o mês de junho (98,74mm) e o mês com menor média foi o mês de setembro (19,95 mm). Da mesma forma, a assimetria se manteve > 0 para todo o período estudado, indicando a existência de uma distribuição assimétrica a e positiva.

CONCLUSÃO

De acordo com a análise estatística da precipitação no município de Belo Jardim – PE, foi possível verificar que há grande variabilidade sazonal e interanual nos índices pluviométricos analisados para o período estudado (2002-2008).

Através das medidas de dispersão constatou-se que as médias mensais acumuladas da série não representam de maneira fidedigna os valores de precipitação mensal do período, isso se dá pela grande variabilidade entre os valores médios dos meses ao longo do período.

Dentre os resultados obtidos, o delineamento do regime hidrológico do município estudado é um importante instrumento de planejamento. A identificação e caracterização do período chuvoso (primeiro semestre do ano) é uma informação de caráter essencial para a realização de gerenciamento hídrico, também podendo ser utilizadas para norteamento de projetos que necessitem de dimensionamento hidráulico. Além disso, por localizar-se em uma região que há baixo índice de precipitação anual (53,32 mm) e longo período seca, o conhecimento sobre o regime pluviométrico do município possibilita o desenvolvimento de sistemas alternativos que possibilitem a

captação da água da chuva, otimizando o ciclo de vida útil dessa água. Diante disso, conclui-se que essa pesquisa promoveu conhecimento acerca do comportamento pluviométrico do município de Belo Jardim – PE, cabendo a comunidade acadêmica dar prosseguimento a investigações sobre a temática a fim de desenvolver conteúdo para aqueles que necessitam de material de apoio para compreensão dos estudos que envolvem precipitação e urbanização.

Sugestões para trabalhos futuros

- Realização de estudos acerca da influência do regime pluviométrico de Belo Jardim – PE no setor de abastecimento;
- Análise de da distribuição espacial da chuva no município de Belo Jardim – PE;
- Análise da viabilidade de implantação de sistemas de captação de armazenamento de água da chuva em domicílios como sistema de solução 35 alternativas individual de abastecimento de água para residências do município de Belo Jardim – PE.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. **Análise de dados pluviométricos na região do município de Alfredo Wagner/SC**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental), Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

ALMEIDA, M. S. **Ativação de núcleos de Condensação de Nuvens**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Física), Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2011.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Água no Mundo**. 2019. Disponível em Acessado em 2019

_____. Agência Nacional de Águas. **Monitor de Secas**. 2019. Disponível em Acessado em 2019.

APAC. Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Monitoramento Pluviométrico**. Disponível em <<http://www.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramentopluvio.php#>> Acessado em 2019.

BRASIL. Prefeitura de Belo Jardim <https://belojardim.pe.gov.br/a-cidade/historia/>> Acessado em 2019.

CHAGAS, V. B. P. **Análise nas mudanças dos regimes de precipitação e vazão no Sul do Brasil entre 1975 e 2010**. Florianópolis, 2016.

COLLISCHON, W.; DORNELLES, F. **Hidrologia para engenharia e ciências ambientais**. 2 ed. Porto Alegre: ABRH, 2015.

DEVORE, J.L. **Probabilidade e estatística para a engenharia e ciências**. Trad. Solange Vicente, 9 ed. São Paulo: Cengage, 2018. DUARTE, F. Planejamento Urbano. Curitiba: InterSaber 2012.

G1 CARUARU. **Barragem de Belo Jardim volta a acumular água depois de três anos em colapso**. 2019. Disponível <
<https://g1.globo.com/pe/caruaruregiao/noticia/2019/04/04/barragem-de-belo-jardim-volta-a-acumular-agua-depois-de-tres-anos-em-colapso.ghtml>>. Acesso 02/12/2019.

GAMA, R. G. **Estudo sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul**. Dissertação de Mestrado em Estudos populacionais e pesquisas Sociais), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas, Escola Nacional de Ciências Estatísticas, Rio de Janeiro, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Biblioteca IBGE: Agreste Pernambucano. 2019. Disponível em <
<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/bibliotecacatalogo?view=detalhes&id=411201>>Acessado em 2019

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE Cidades: Belo Jardim. Disponível em Acessado em 2019. 37

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Instrumentos meteorológicos**. 2019. Disponível em Acessado em 02/11/2019.

JÚNIOR, M. J. S. **Análise da precipitação pluviométrica do município de Caruaru – PE para aplicação no**

gerenciamento dos recursos hídricos da região. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em engenharia ambiental) Faculdade ASCES, Caruaru, 2016.

KÜCHLER, O. A.; SILVA, A. C. T.; MODRO, N. R.; MARTINS, J. E. M. P. **Sistema para aquisição de dados pluviométricos.** XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Paulo, 2010.

LAPPONI, J. C.. **Estatística: Usando excel 5 e 7**, São Paulo: Lapponi, 1997 MASATO, K. Recursos Hídricos e saneamento. Curitiba: ed. Organic Trading, 2008.

MELLO, Y. R.; KOHLS, W.; OLIVEIRA, T. M. N. **Uso de diferentes métodos para o preenchimento de falhas em estações pluviométricas.** Bol. geo. v 35., Maringá, 2017.

MENDONÇA, E. A. **Análise de precipitação nas mesorregiões do Estado de Pernambuco.** Tese de Doutorado (Curso de pós-graduação em Meteorologia), Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2016.

MIRANDA, R. A. C.; OLIVEIRA, M. V. S.; SILVA, D. F. **Ciclo Hidrológico Planetário: abordagens e conceitos.** Geo UERJ - Ano 12, v.1, 2010

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Água. 2019. Disponível em <<https://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/ciclo-hidrologico.html>>

POMPEU, C.T. **Águas Doces no Direito Brasileiro. Águas Doces no Brasil.** São Paulo, 2ª edição, Instituto de Estudos

Avançados da USP/Academia Brasiliense de Ciências e Escrituras Editora, 2002.

RIGHETTO, A. M. **Manejo de águas pluviais**. Rio de Janeiro: ABES, 2009 ROSS, J. L. S. Geomorfologia: Ambiente e Planejamento. 8ª ed. São Paulo: Contexto, 2007.

SALES, M. A. L.; SANCHEZ-ROMÁN, R. M.; MONTEIRO, R. N. F.; SOUSA, J. V. R. S.; SOARES. C. A.; SINOBRAS, L. R. **Estudo da precipitação média mensal na bacia hidrográfica do boi branco – SP. XXV CONRID**, São Cristóvão, UFS, 2015.

SRH. Secretaria de Infraestrutura de Pernambuco. **Controle de Cheias**. 2011. Disponível em <http://www.sirh.srh.pe.gov.br/site/index.php?option=com_content&view=article&id=327:barragens-de-contencao-de-cheias> acesso em 02/12/2019.

SCOPEL. V. G.; ARAÚJO, D.; GUERINI, E. E. S.; WAGNER, J.; MACHADO, V. S. **Planejamento Urbano**. Porto Alegre: SAGAH, 2018. 38 SESC. Sesc ler, 2019. Disponível em Acessado em 03/11/2019.

SILVA, E. R. **Modelagem integrada para controle de cheias, previsão e alerta de inundações: estudo de caso da bacia do rio Una em Pernambuco**. Tese (Pós-graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

SILVA, E. C. **Variabilidade espaço-temporal da precipitação pluviométrica da região Metropolitana do Recife**. Tese de Doutorado (Curso Pós-Graduação em

Engenharia Civil), Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2018.

SILVA, T. F.; PAIVA, A. L. R; SANTOS, S. M. **Análise estatística e tendência das precipitações no município de Caruaru – PE.** XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Brasília, 2015.

SOUSA, L. C. O. **Gestão de demanda de água no Agreste Pernambucano.** Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental), Universidade Federal de Pernambuco, 2017.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação.** Porto Alegre: Eds. da UFRGS e da USP, 1993

TUCCI, C.E.M. e BELTRAME, L.F. **Infiltração e armazenamento no solo. Hidrologia: ciência e aplicação,** 2ª Ed., Porto Alegre: Editora Universidade, 2000.