

PLANEJAMENTO DE CAPTAÇÃO EM CISTERNAS BASEADO EM CHUVAS DOS ULTIMOS 24 ANOS DE CABACEIRAS (PB)

AUGUSTO FONTES DE SOUSA¹, SILVIA NOELLY RAMOS DE ARAUJO², SOAHD ARRUDA RACHED
FARIAS(*)³, JOGERSON PINTO GOMES PEREIRA⁴, AUSTRO JOSE FAUSTINO TAVARES⁵

¹Graduando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, fontes-augusto@hotmail.com;

²Doutoranda em Construções Rurais e Ambiente, UFCG, Campina Grande-PB, noelly_cg@hotmail.com;

³Dra. em Engenharia Agrícola, Prof. Adjunto, UFCG, Campina Grande-PB, soahd.ufcg@gmail.com;

⁴Dr. em Engenharia Agrícola, Prof. Adjunto, UFCG, Campina Grande-PB, jogerson.pereira@ufcg.edu.br

⁵Graduando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, austro_tavares17@hotmail.com;

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

RESUMO: A implantação de cisterna consiste em uma técnica simples e barata de se obter água em quantidade e qualidade nos períodos chuvosos, para ser utilizada em períodos de estiagem. O presente trabalho busca minimizar riscos de implantação da tecnologia, avaliando os últimos 24 anos do regime de chuvas do município de Cabaceiras, um dos mais baixos do Brasil, o trabalho utilizou a mediana (50% de ocorrer) da série de 1994 a 2017, encontrando 41,7% de oportunidade anual com volume mínimo de recolhimento de água em telhados de 50m² para cisternas de 16 m³, também uma necessidade de ampliar mais área de captação, quando em uso de cisterna de 52 m³ associado a calçada de 200 m², e uma área mínima de 0,21 hectares para escoamento com solo batido, quando na localização de cisterna de enxurrada de 52 m³.

PALAVRAS-CHAVE: cisterna de enxurrada, calçada, telhado, semiárido brasileiro.

CAPACITY PLANNING BASED ON RAINFALLS OF THE LAST 24 YEARS OF CABES (PB)

ABSTRACT: The implantation of cistern consists of a simple and inexpensive technique to obtain water in quantity and quality in the rainy periods, to be used in periods of drought. The present work seeks to minimize risks of technology implantation, evaluating the last 24 years of the rainfall regime of the municipality of Cabaceiras, one of the lowest in Brazil, the work used the median (50% of occurrence) of the series from 1994 to 2017, with 41.7% of annual opportunity with minimum volume of water collected on roofs of 50m² for cisterns of 16 m³, also a need to expand more catchment area, when using a cistern of 52 m³ associated with a 200 m² boardwalk, and a minimum area of 0.21 hectares for runoff with beaten soil, when at the location of a flood tank of 52 m³.

KEYWORDS: cistern of flood, boardwalk, roof, Semi-Arid Brazilian

INTRODUÇÃO

A região semiárida é caracterizada pela variabilidade espaço-temporal associada a baixas totais anuais, ocasionando a frequente ausência de chuva e conseqüentemente eventos de seca (Correia et al., 2011). As famílias que residem na região semiárida, sobretudo as localizadas na zona rural estão mais expostas os efeitos das condições climáticas, tornando indispensável o aproveitamento de todos os recursos hídricos disponíveis. Uma das maneiras de aperfeiçoar as estratégias de convivência com estiagem é o estudo do regime pluviométrico da região, que de acordo com Paula (2010) o

monitoramento pluviométrico é muito importante para a tomada de decisões que favorecem a população e que atualmente tornou-se indispensável para medidas de atenuação dos efeitos das secas.

Para melhor aproveitamento desses recursos hídricos em regiões semiáridas foram desenvolvidas as cisternas, que consiste no método de captação e armazenamento das águas da chuva por meio de telhados. Araújo (2014) afirmou que as cisternas de placas é uma alternativa para o armazenamento da água de boa qualidade para o consumo humano, através do aproveitamento do telhado como área de captação.

Partindo do exposto, esse estudo teve por objetivo analisar o regime de chuvas ao longo dos últimos 24 anos (1994-2017) no município de Cabaceiras-PB, região do semiárida, com propósito de determinar se o volume dos reservatórios em função do regime pluviométrico é suficiente para a área de captação de telhados e calçadão para cisternas e melhor área para o modelo de cisterna de enxurrada.

MATERIAL E MÉTODOS

Cabaceiras está incluída na microrregião do Cariri oriental, e de acordo com a classificação Köppen o clima do município é do tipo Bsh-árido quente com chuvas de inverno, é caracterizado por ter pluviosidade anual de aproximadamente 400 mm e com uma grande irregularidade na distribuição temporal das chuvas (Francisco et al., 2015).

Os dados de pluviosidade do município Cabaceiras foram obtidos através de consultas ao site da Agência executiva de gestão das águas (AESAs), referente ao período de 24 anos, entre os anos de 1994 a 2017. Com os dados foram retiradas as médias, mediana, máximos e mínimos, feito o desvio padrão e coeficiente de variação a probabilidade de 75% de ocorrência. Todos os parâmetros foram encontrados para cada mês e para uma média anual do período de 24 anos.

Para estimar o volume de água captado pela cisterna em função do regime de chuva e da área de captação, utilizou-se a Equação 1, que associa o volume acumulado (V_a), área, precipitação e coeficiente de escoamento superficial (C_{oef}).

$$V_a = A \times P \times C_{oef} \quad (1)$$

Foi utilizado o coeficiente de escoamento utilizado: 0,75 para área de captação de telhas de cerâmica, e 0,88 para laje cimentada conforme coeficiente de escoamento recomendado por Silva et al (1984), e 0,66 para cisterna de enxurrada, conforme Tucci (2000). Foi feita uma simulação dos últimos 24 anos de chuvas anuais, para avaliação de volume acumulado de áreas de captação padrões em cisternas de 16 utilizando telhados com 50, 75 e 100 m², assim como a cisterna de placas, para produção, com volume de 52 m³; utilizando o calçadão de 200 m² para recolhimento de água, e verificar se o regime de chuvas tem capacidade de recarga pelo menos por ano, do volume do reservatório. Também foi simulado utilizando valores de precipitação a nível de 50% de ocorrer (mediana mensal), qual seria a área de melhor resposta para a cisterna de produção, fixando um possível volume a ser recolhido de 52 m³, qual seria a hipotética área de escoamento, ao longo dos 12 meses, sendo estimado a área média das menores 5 áreas obtidas ao longo dos 12 meses calculado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão os dados pluviométricos mensais entre anos de (1994-2017) do município de Cabaceiras-PB. A partir do tratamento estatístico contribuindo assim, para uma maior segurança na determinação de possíveis volumes a serem captados em sistemas que demande área de escoamento para condicionar nos reservatórios. Observa-se que os últimos 24 anos, no município de Cabaceiras, está ocorrendo média anual superior a histórica climatológica (serie superior a 30 anos), e por maior segurança nos dados da análise, foram então baseados na mediana da série dos 24 anos, o que elimina as oscilações de dados de máximos e mínimos de chuvas que a média absorve numericamente nos cálculos.

As maiores médias de precipitações ocorrem em março (61,4 mm) e junho (54,1 mm). Já as menores médias mensais ocorrem nos meses de outubro (3,6 mm) e novembro (5,4 mm). Relacionando a média com a mediana (a probabilidade de 50% de ocorrência), os meses de março e junho convergem com o resultado, apenas junho apresenta-se com maior precipitação que março, concluindo que o mês de junho possui melhor constância e melhor distribuição das chuvas para o município

Tabela 1. Climatologia, Precipitação mensal e anual dos últimos 24 anos; média, mediana, coeficiente de variação e precipitação a 75% de probabilidade de ocorrer do município de Cabaceiras-PB.

Precipitação (mm)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Climatologia	15,6	35,1	46,8	61,2	38,8	36,6	33,8	11,3	3	3	3	6,7	333,6
Média 24 anos	39,7	50,5	61,4	49,5	49,2	54,1	43,4	20,1	10,9	3,6	5,5	17,1	404,1
Mediana 24 anos (50% de ocorrer)	19,3	38,7	41,6	38,5	29,1	46,4	38,0	13,3	5,1	0,0	0,0	5,8	388,0
Mínimo (*)	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	12,5	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	104,7
Máximo (*)	279,2	179,2	386,0	171,2	138,4	124,9	110,4	66,7	103	44,9	43,4	75,8	755,8
75% de ocorrer (*)	2,3	1,8	12,8	7,6	14,8	28,9	18,7	5,7	0	0	0	0	233,7
Coef. de variação (%)	154,0	101,5	126,3	90,4	92,8	61,2	66,6	87,5	197,8	265,3	201,3	124,5	46,0

Após o tratamento estatístico dos dados de precipitação, foi feita uma estimativa da capacidade de recolhimento do volume de água para cada mês, a partir das medidas de áreas de captação de telhados e calçadão e utilizando o volume das cisternas de 16 e 52 m³, conforme Tabela 2. A única área de telhado que a mediana mostrou não satisfazer o volume de preenchimento da cisterna foi o telhado de 50 m² para capacidade de armazenamento de 14,55 m³ para uma cisterna de 16 m³.

Tabela 2. Simulação de captação (m³) anual do menor para o maior nos últimos 24 anos para cisternas de 16 m³ (coef. escoamento de telhado cerâmica 0,75) e 52 m³ (coef. Escoamento Cimentado. 0,88)

Ano	Prec. Acum (mm)	Telhado com 50m ² p/16m ³	Telhado com 75m ² p/16m ³	Telhado com 100m ² p/16m ²	Calçadão 200 m ² p/52m ³
2017	104,70	3,93	5,89	7,85	18,43
1998	154,50	5,79	8,69	11,59	27,19
2015	187,90	7,05	10,57	14,09	33,07
2016	200,70	7,53	11,29	15,05	35,32
2012	205,80	7,72	11,58	15,44	36,22
1999	233,70	8,76	13,15	17,53	41,13
2007	264,40	9,92	14,87	19,83	46,53
2006	306,40	11,49	17,24	22,98	53,93
2013	317,30	11,90	17,85	23,80	55,84
2001	337,80	12,67	19,00	25,34	59,45
1995	355,30	13,32	19,99	26,65	62,53
2010	379,80	14,24	21,36	28,49	66,84
1996	396,10	14,85	22,28	29,71	69,71
2003	402,20	15,08	22,62	30,17	70,79
2005	433,00	16,24	24,36	32,48	76,21
1997	463,30	17,37	26,06	34,75	81,54
2014	490,00	18,38	27,56	36,75	86,24
1994	501,00	18,79	28,18	37,58	88,18
2002	574,30	21,54	32,30	43,07	101,08
2011	596,50	22,37	33,55	44,74	104,98
2000	626,90	23,51	35,26	47,02	110,33
2009	673,80	25,27	37,90	50,54	118,59
2008	736,80	27,63	41,45	55,26	129,68
2004	755,80	28,34	42,51	56,69	133,02
Oportunidades de encher o reservatório anualmente		41,7%	70,8%	79,2%	70,8%
Mediana - 50% Ocorr	387,95	14,55	21,82	29,10	68,28

Levando em consideração que a pluviosidade média climatológica do município é de 336,6 mm, para áreas de captação com 50 m² necessitariam de um regime pluviométrico com média igual ou

superior a 433 mm anual. Em áreas de 75 m² os reservatórios alcançariam o seu volume máximo em 17 dos 24 anos analisados, 70,8% do período, necessitando de 306,4 mm de precipitação anual, enquanto os reservatórios de 50 m² encheriam em apenas 10 dos 24 anos. Em áreas de telhado de 100 m² para reservatório de 16 m³ mostraram ser as mais eficientes, atingindo a capacidade máxima em 19 dos 24 anos analisados, representando 79,16% do período, para regime pluviométrico igual ou superior a 205,80 mm anuais. Farias & Pereira (2016) realizaram tal simulação no município de Pocinhos, com 22 anos de dados, obtendo apenas 36,4% de oportunidade de encher em telhados de 50m², 77,3% em telhados de 75 m², e 95,5% nos telhados com 100 m², já em cisternas de 52 m³ usando calçadão de 200 m², apenas 81,8% dos anos era capaz de promover a recarga do volume do reservatório.

Para 50% de probabilidade em áreas de 75 e 200 m² e volume de 16 m³ não seria possível ser preenchidas conforme o resultado, pois 7 dos 24 anos teve regime de chuva inferior a 306,40 mm, não sendo suficiente para encher o reservatório.

Em cisternas calçadão, seriam necessários regimes de chuva anuais acima de 306 mm para preencher reservatórios de 52 m³. Portanto, em 17 dos 24 anos, o que corresponde a 70,8% dos anos analisados o reservatório atingiria sua capacidade máxima. Esse tipo de cisternas tem como principal objetivo a irrigação de culturas de ciclo curto e até mesmo para a criação animais de pequeno porte, porém, para garantir a reposição do volume, essas cisternas devem ser necessário, não apenas uma recarga anual, mas várias que possa auxiliar economicamente ao produtor, o que não ocorrendo, indica de alguma forma fracasso no investimento proposto. Soluções após este tipo de observação é a ampliação da área captada, podendo ser usado lajedos e telhados de outras casas que estejam em nível acima do calçadão, e que teria a função de ampliar a captação para o cisternão.

Após o estudo da área de captação limitada de cisternas de 16 m³ e 52m³ com os dados da mediana para o período de 24 anos mês a mês também foi simulado para o modelo de cisterna que tem o solo como contribuinte para a sua recarga, conhecida como cisterna de enxurrada, e que tem a oportunidade de ser localizada em ponto estratégico e de bom recolhimento de água, mas para isto é necessário fazer uma análise de qual seria a área que garantisse ao pequeno agricultor que um reservatório de 52 m³ tivesse seu volume total repostado novamente uma vez a cada mês durante o regime de chuva. Foi considerado para tomada de decisão os valores de mediana (50% de probabilidade de ocorrer) e usando os cinco meses que resultou na menor área, para obter a média (período chuvoso entre os meses de fevereiro a julho), assim podemos observar a Tabela 3 com os dados de mediana mensal para 24 anos e área que garantiria um volume de 52 m³ a cada mês do período chuvoso.

Tabela 3: Simulação da área que promoveria o valor de 52 m³ a cada mês no período chuvoso para cisterna de enxurrada (Coeficiente de escoamento para solo compactado de 0,66)

Precipitação (mm)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Mediana 50% de ocor.	19,3	38,7	41,6	38,5	29,05	46,4	38	13,3	5,1	0	0	5,8
Área (m ²)	4.082	2.036	1.894	2.049	2.712	1.700	2.076	5.923,9	15.448,6	-	-	13.584

Nessa tabela foram usados os dados de mediana, pois os dados de média sofrem muita variação entre mínimos e máximos. Os dados de mediana se mostram bem mais favoráveis e confiáveis para o cálculo. Fazendo a área média dos meses de fevereiro a julho é obtida a área que seria necessária para que uma cisterna de enxurrada com capacidade volumétrica de 52 m³ tivesse o volume disponível a cada mês da estação chuvosa a área media encontrada foi de 2.078 m² (0,21 ha) o que é equivalente a uma área de um quadrado aproximadamente de 46 m², Farias & Pereira (2016) com mesma simulação recomendou 0,30 hectares para atingir a meta com 7 meses, usando o valor de maior área indicada pelos cálculos. Com a cisterna instalada, após verificação de escoamento compatível com o calculado (escoamento com aproveitamento de 66% para solo batido) é possível realizar algumas recomendações para exploração agrícola com hortas ou atividade para avicultura de engorda

Quando chegar o período de estiagem o agricultor precisaria fazer um uso mais limitado da água permitindo assim atravessar o período estiagem da região e de acordo com o volume armazenado, irá planejar o que poderia explorar por mais seis meses, até a expectativa de novas contribuições possam ocorrer ao reservatório.

CONCLUSÃO

A área de captação de telhado com 50m² mostrou ser ineficiente para um reservatório de 16m³, com expectativa de apenas 41,7% dos anos, conseguir encher seu volume total.

Dentre as áreas analisadas as que possuem medidas superiores a 100 m² são as que promovem melhores resultados, obtendo capacidade máxima de 16 m³ em regimes acima de 233,7 mm;

Cisternas de 52 m³ necessitam de área superior a 200 m², para que seu volume mínimo anual a ser acumulado seja repostado, considerando que é um investimento alto;

A localização de cisternas de enxurrada, após simulação de recarga plena a cada mês, indica área de 0,21 hectares de contribuição, usando solo batido como escoamento.

REFERÊNCIAS

AESA-Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, 2018. Acesso em: 25/05/2018 disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br>.

Araújo, J. G. F. A importância da construção das cisternas de placas no Sítio Pedra Atravessada município de Desterro-PB. Trabalho de conclusão de curso, 2014.

Correia, C. R.; Kill, L. H. P.; Moura, M. S. B.; Cunha, T. J. F.; Júnior, L. A. J.; Araújo, J. L. P. A Região Semiárida Brasileira. Embrapa. 2011.

Farias, S.A.R., Pereira, M.C. de A. Planejamento para captação de chuvas em cisternas no município de Pocinhos,PB. In. Congresso Técnico-Científico da Engenharia e Agronomia, Foz de Iguaçu, 2016. Anais Acessado <http://www.confea.org.br/media/contecc2016/agronomia/planejamento%20para%20capta%C3%A7%C3%A3o%20de%20chuvas%20em%20cisternas%20no%20munic%C3%ADpio%20de%20pocinhos,%20pb.pdf>

Francisco, P. R. M.; Medeiros, R. M.; Santos, D.; Matos, R. M.; Classificação Climática De Köppen E Thornthwaite Para O Estado Da Paraíba. Revista Brasileira De Geografia Física.v. 8, n. 4, p.1006-1016, 2015.

Paula, R. K.; Brito. J. I. B.; Braga, C. C.; Utilização da Análise de componentes Principais para verificação da variabilidade das chuvas em Pernambuco. In: XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2010. Anais.

Silva, A. De S., Porto, e. R., Lima, L. T. de, Gomes, P. C. F. Captação e conservação de água de chuva para o consumo humano: Cisternas rurais, dimensionamento, construção e manejo. Circular Técnica, 12. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA/MINTER-SUDENE, 1984, 103 p, 1984.

Tucci, C. E. M. Coeficiente de escoamento e vazão máxima de bacias urbanas. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Vol 5. N.1, Jan/mar 2000. Pag 61-68. Acessado <http://rhama.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/01/coeficiente-de-escoamento-e-vazao-maxima-de-bacias-urbanas.pdf>