

J2CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA EM CISTERNAS RURAIS

Nilton de Brito Cavalcanti¹; Luiza Teixeira de Lima Brito²

RESUMO - No semi-árido do Nordeste brasileiro, a cisterna tem sido uma das principais formas de armazenamento da água de chuva para o consumo, todavia, em função dos longos períodos de estiagem que ocorre na região, a água das cisternas não têm sido suficiente para atender as necessidades das famílias rurais. Este trabalho teve como objetivo determinar o coeficiente de captação de água de chuva em residências com telhas de cerâmica e a quantidade de água armazenada nas cisternas. O trabalho foi realizado no período de outubro de 2008 a abril de 2009. Para realização desse estudo foram selecionadas três comunidades, sendo a Comunidade de Barreiros no município de Petrolina, PE, a Comunidade de Fazenda Humaitá no município de Paulistana, PI e a Comunidade de Lage Alta no município de Jaguarari, BA. Em cada comunidade foi selecionada ao acaso um residência com cobertura de telhas de cerâmica em bom estado de conservação e com uma cisterna. Após a seleção das residências, foi determinado o volume da cisterna e o tamanho da área de captação do telhado. Os resultados obtidos demonstraram que no período analisado a precipitação média nas comunidades foi de 578 mm. A água da chuva captada nos telhados foi, em média, de 24,63 m³. Este volume ultrapassou a capacidade de armazenamento das cisternas em 53,92%. Com esses resultados, pode-se concluir que as cisternas existentes na região, não possuem capacidade suficiente para acumulam toda água de chuva captada nos telhados, provocando um desperdício significativo de água na região.

Palavras-chave: captação, chuva, cisterna, água.

¹ Admin. de Empresa, M.Sc., Embrapa Semi-Árido. nbrito@cpatsa.embrapa.br Embrapa Semi-Árido. C.P. 23. 56302-970 Petrolina-PE.

² Eng^a Agrícola, Dr., Embrapa Semi-Árido. luizatlb@cpatsa.embrapa.br Embrapa Semi-Árido. C.P. 23. 56302-970 Petrolina-PE.

INTRODUÇÃO

O Programa Um Milhão de Cisternas encerrou o ano de 2008 atuando em mais de 1.100 municípios de 11 estados do Semi-Árido brasileiro. Nessa área, foram capacitados 5,7 mil pedreiros, mobilizadas 250 mil famílias e capacitadas outras 230 mil em gestão da água. Com o apoio do CONSEA e as diversas parcerias firmadas com o governo federal, a iniciativa privada e os organismos internacionais, a ASA, através do P1MC, já construíram quase 250 mil cisternas. Esses reservatórios, juntos, podem armazenar até 4 bilhões de litros de água e já beneficiam 1,1 milhão de pessoas (ECODEBATE, 2009).

Segundo a ASA (Articulação no Semi-Árido Brasileiro) até o dia 03 de julho de 2009 já haviam sido construídas 261.147 cisternas na região semi-árida do Nordeste brasileiro (ASA, 2009). Contudo, a falta de água para o consumo humano nos meses de seca na região semi-árida do Nordeste, ainda é um problema sem solução.

O programa de Um milhão de Cisternas (P1MC) tem contribuído de forma substancial para o melhor aproveitamento da água de chuva, contudo a capacidade de armazenamento de água nas cisternas, quando analisado a nível local, isto é, na comunidade, não tem sido suficiente para o consumo das famílias rurais nos períodos de seca. Hoje, as cisternas tem sido um reservatório de água abastecido pelos carros-pipa.

Gnadlinger (2009), afirma que, o desafio para o desenvolvimento do Semi-Árido é fazer das tecnologias sociais, programas amplos de desenvolvimento como acontece através das entidades da Articulação no Semi-Árido Brasileiro (ASA) por meio dos Programas de Formação e Mobilização para a Convivência com o Semi-Árido: Acesso e Manejo Sustentáveis da Terra e das Águas por meio de Tecnologias Sociais, chamados P1MC – Programa 1 Milhão de Cisternas e P1+2 – Programa 1 Terra e 2 Águas que aprofundam, solidificam e multiplicam as experiências populares para todo o Semi-Árido. As 235.000 cisternas de água para as famílias já são um resultado considerável, mas devemos nos esforçar se quisermos conseguir um milhão até o ano 2015 para cumprir uma das Metas do Milênio da ONU.

Meira Filho et al. (2009), estudando o desenvolvimento de um modelo de captação de água de chuva para o semi-árido brasileiro, demonstraram que das residências que dispõem de sistemas de captação com os elementos mínimos necessários, apenas 16 % armazenam água suficiente para abastecimento durante todo o ano. Este baixo índice é decorrente das precárias condições do sistema de condução de água (calhas e tubos).

Embora a cisterna tenha contribuído para amenizar o problema da falta de água para o consumo humano, esta forma de armazenamento tem apresentado em algumas comunidades problemas relacionados com a qualidade da água, visto que foram encontrados níveis de coliformes fecais acima dos permitidos na água de algumas cisternas (Amorim & Porto, 2001). Esta contaminação pode ser proveniente da água transportada por carros-pipa e/ou pelo manejo inadequado das cisternas.

O dimensionamento das cisternas, cuja maioria suporta apenas 16 m³ de água, tem causado alguns transtornos para muitas famílias que em anos de chuvas regulares, não conseguem aproveitar toda a água das chuvas, como também a irregularidade dos telhados das residências e a falta de calhas para o aproveitamento total das chuvas, assim, os agricultores buscam a complementação de suas necessidades de água para o consumo em carros-pipa.

Este trabalho teve como objetivo determinar o coeficiente de captação de água de chuva em residências com telhas de cerâmica em três comunidades da região semi-árida do Nordeste.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no período de outubro de 2008 a abril de 2009. Para realização desse estudo foram selecionadas três comunidades, no mês de outubro de 2008, sendo a Comunidade de Barreiros no município de Petrolina, PE, a Comunidade de Fazenda Humaitá no município de Paulistana, PI e a Comunidade de Lage Alta no município de Jaguarari, BA. Em cada comunidade foi selecionada ao acaso um residência com cobertura de telhas de cerâmica em bom estado de conservação e uma cisterna. Após a seleção das residências, foi determinado o volume da cisterna e o tamanho da área de captação do telhado.

Na Figura 1, pode-se observar a residência selecionada na Comunidade de Fazenda Humaitá. A área de captação é de 12 m de comprimento por 4,5 m de largura, totalizando 54 m². Na Comunidade de Lage Alta a área de captação é de 10,5 m de comprimento por 7,0 m

de largura, totalizando 73,5 m² e na Comunidade de Barreiro o telhado da residência é de 11,1 m de comprimento por 3,8 m de largura, totalizando 42,18 m².



Figura 1. Residência selecionada na Comunidade de Fazenda Humaitá.

Em cada cisterna foi realizado a determinação do volume de água diariamente, antes e após a ocorrência de chuva. Para estimar os volumes potenciais de escoamento da água de chuva em cada telhado, foi colocado um pluviômetro no local e tomou-se por base que 1 mm de chuva corresponde a um litro por cada m² de área (1 mm = 1 litro.m⁻²). Para determinação do coeficiente de escoamento superficial (R) que é a relação entre o volume escoado e o volume precipitado, cujos valores variam de 0 a 1, utilizou-se a fórmula: $R = V_e / V_p$, onde R corresponde ao coeficiente de escoamento superficial, V_e (volume escoado em litros) e V_p (total de chuva em mm × área de captação do telhado em m², segundo metodologia proposta por SILVA et al. (1988). A análise estatística dos dados foram realizada utilizando o SAS (SAS, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, pode-se observar que no período de dezembro de 2008 a abril de 2009, foram registrados 32 eventos de chuvas na Comunidade de Barreiros, tendo ocorrido os maiores volumes chuvas nos dias: 3 de dezembro (66,0 mm); 22 de janeiro (76,8 mm); 2 de fevereiro (62,7 mm); 22 de fevereiro (56,2 mm); 24 de fevereiro (44,2 mm); 4 de março (40,0

mm) e no dia 14 de abril (50,1 mm). No total foram 657,1 mm que proporcionaram a captação de 21,1 m³ de água na cisterna. Embora o volume precipitado tenha sido de 27,71 m³, considerando um coeficiente de escoamento de 0,75% para o telhado com cobertura de telhas de cerâmica, o coeficiente médio foi de 0,64%. O maior coeficiente foi registrado ocorreu na chuva do dia 22 de janeiro (76,8 m), cujo coeficiente foi de 0,89% e o menor na chuva do dia 13 de dezembro (2,2 mm), cujo coeficiente foi de 0,24%. Esses valores são semelhantes aos obtidos por SILVA et al. (1984, 1988) para telha de cerâmica e próximo aos valores recomendados para dimensionamento por GROUP RAINDROPS (2002). Williams, citado por PRUSKI, et al. (2004), relata que para o dimensionamento de área de captação com telhas de cerâmicas, deve-se ser considerados coeficientes de escoamento superficial entre 0,75 e 0,95. O volume captado na cisterna foi de 21,1 m³, portanto, 5,1 m³, acima da capacidade de armazenamento da mesma que é de 16 m³. Esse excedente foi utilizado pelos agricultores nos meses de janeiro ao final de abril de 2009.

Na Figura 2, podem-se observar os aspectos da residência na Comunidade de Barreiros com a cisterna.



Figura 2. Aspectos da residência selecionada na Comunidade de Barreiros.

Na Tabela 2, pode-se observar que no período de dezembro de 2008 a abril de 2009, foram registrados 27 eventos de chuvas na Comunidade de Fazenda Humaitá, tendo ocorrido os maiores volumes chuvas nos dias: 21 de dezembro (53,0 mm); 2 de fevereiro (40,0 mm); 18 de março (85,0 mm) e no dia 19 de abril (45,0 mm). No total foram 508,0 mm no período. Nesta comunidade o volume precipitado foi de 27,71 m³ e o volume estimado de 20,57 m³, considerando um coeficiente de escoamento de 0,75% para o telhado com cobertura de telhas de cerâmica, o coeficiente médio foi de 0,50%. O maior coeficiente foi registrado ocorreu na chuva do dia 18 de março (85,0 mm), cujo coeficiente foi de 0,98% e o menor na chuva do dia 30 de março (4,0 mm), cujo coeficiente foi de 0,19%. Esses valores são semelhantes aos ocorridos na Comunidade de Barreiros e aos obtidos por SILVA et al. (1984, 1988). O volume captado na cisterna foi de 19,1 m³, portanto, 3,1 m³, acima da capacidade de armazenamento da mesma. Esse excedente de água foi utilizado pelos agricultores nos meses de janeiro ao final de abril, criando uma expectativa de que os mesmos poderiam utilizar esta água em atividades extra ao consumo, como lavagem de louças, roupas e banhos.

Tabela 1. Data, valores da precipitação (P), volume precipitado (VP), volume estimado (VE), volume captado (VC) e coeficiente de escoamento superficial (R) obtidos na cisterna da comunidade de Barreiros, município de Petrolina, PE, no período de dezembro de 2008 a abril de 2009.

Dia/mês	P (mm)	VP (m ³)	VE (m ³)	VC (m ³)	R (%)
1/dez	8,8	0,371	0,278	0,219	0,59
3/dez	66,0	2,784	2,088	2,199	0,79
4/dez	5,3	0,224	0,168	0,076	0,34
13/dez	2,2	0,093	0,070	0,022	0,24
22/dez	2,4	0,101	0,076	0,029	0,29
24/dez	9,1	0,384	0,288	0,150	0,39
5/jan	13,7	0,578	0,433	0,335	0,58
22/jan	76,8	3,239	2,430	2,883	0,89
2/fev	62,7	2,645	1,984	2,089	0,79
3/fev	32,5	1,371	1,028	1,069	0,78
4/fev	13,6	0,574	0,430	0,430	0,75
14/fev	8,0	0,337	0,253	0,132	0,39
22/fev	56,2	2,371	1,778	1,873	0,79
23/fev	3,2	0,135	0,101	0,050	0,37
24/fev	44,2	1,864	1,398	1,454	0,78
4/mar	40,0	1,687	1,265	1,485	0,88



Simpósio
Brasileiro
de Captação
e Manejo
de Água
de Chuva
27 de setembro a
01 de outubro de 2009
Caruaru - PE



16/mar	8,4	0,354	0,266	0,174	0,49
26/mar	18,8	0,793	0,595	0,706	0,89
27/mar	10,0	0,422	0,316	0,148	0,35
31/mar	37,4	1,578	1,183	1,230	0,78
3/abr	4,7	0,198	0,149	0,097	0,49
6/abr	14,3	0,603	0,452	0,537	0,89
2/abr	9,3	0,392	0,294	0,310	0,79
3/abr	1,5	0,063	0,047	0,044	0,69
4/abr	10,8	0,456	0,342	0,359	0,79
5/abr	2,3	0,097	0,073	0,053	0,55
6/abr	5,0	0,211	0,158	0,137	0,65
10/abr	2,5	0,105	0,079	0,064	0,61
11/abr	21,0	0,886	0,664	0,611	0,69
14/abr	50,1	2,113	1,585	1,648	0,78
23/abr	12,0	0,506	0,380	0,415	0,82
27/abr	4,3	0,181	0,136	0,071	0,39
Total	657,1	27,716	20,787	21,100	-
Média	20,91	0,882	0,662	0,674	0,64

Tabela 2. Data, valores da precipitação (P), volume precipitado (VP), volume estimado (VE), volume captado (VC) e coeficiente de escoamento superficial (R) obtidos na cisterna da comunidade de Fazenda Humaitá, município de Paulistana, PI, no período de dezembro de 2008 a abril de 2009.

Dia/mês	P (mm)	VP (m ³)	VE (m ³)	VC (m ³)	R (%)
12/dez	10,0	0,540	0,405	0,221	0,41
15/dez	5,0	0,270	0,203	0,078	0,29
21/dez	53,0	2,862	2,147	2,490	0,87
24/dez	28,0	1,512	1,134	0,937	0,62
27/dez	5,0	0,270	0,203	0,086	0,32
8/jan	9,0	0,486	0,365	0,141	0,29
16/jan	4,0	0,216	0,162	0,065	0,30
20/jan	20,0	1,080	0,810	0,626	0,58
23/jan	4,0	0,216	0,162	0,060	0,28
25/jan	6,0	0,324	0,243	0,094	0,29
2/fev	40,0	2,160	1,620	1,814	0,84
3/fev	14,0	0,756	0,567	0,401	0,53
14/fev	30,0	1,620	1,215	1,085	0,67
23/fev	20,0	1,080	0,810	0,616	0,57



Simpósio
Brasileiro
de Captação
e Manejo
de Água
de Chuva
27 de setembro a
01 de outubro de 2009
Caruaru - PE



1/mar	16,0	0,864	0,648	0,510	0,59
3/mar	30,0	1,620	1,215	1,118	0,69
7/mar	25,0	1,350	1,013	0,891	0,66
18/mar	85,0	4,590	3,443	4,498	0,98
25/mar	6,0	0,324	0,243	0,078	0,24
30/mar	4,0	0,216	0,162	0,041	0,19
4/abr	4,0	0,216	0,162	0,043	0,20
6/abr	6,0	0,324	0,243	0,091	0,28
9/abr	8,0	0,432	0,324	0,164	0,38
11/abr	11,0	0,594	0,446	0,279	0,47
15/abr	9,0	0,486	0,365	0,190	0,39
19/abr	45,0	2,430	1,823	2,138	0,88
21/abr	11,0	0,594	0,446	0,345	0,58
Total	508,00	27,432	20,574	19,101	-
Média	18,81	1.016	0,762	0,707	0,50

Na Tabela 3, pode-se observar que no período de dezembro de 2008 a abril de 2009, foram registrados 22 eventos de chuvas na Comunidade de Lage Alta, tendo ocorrido os maiores volumes chuvas nos dias: 3 de dezembro (62,0 mm); 21 de janeiro (110,0 mm); 14 de fevereiro (35,0 mm); 3 de abril (60,0 mm) e no dia 6 de abril (80,0 mm). No total foram 569,0 mm que ocorreram na comunidade que proporcionaram o escoamento de 33,68 m³ de água. Embora o volume estimado tenha sido de 41,82 m³, considerando um coeficiente de escoamento de 0,75% para o telhado com cobertura de telhas de cerâmica. Como a cisterna da residência tem capacidade apenas para 16,0 m³ e houve um excedente de 17,68 m³, parte desta água foi utilizada pelos agricultores e outra desperdiçada. Nesta comunidade o coeficiente médio foi de 0,70%. O maior coeficiente foram registrado ocorreu na chuva do dia 21 de janeiro (110,0 mm), cujo coeficiente foi de 0,98% e o menor na chuva do dia 8 de fevereiro (6,0 mm), cujo coeficiente foi de 0,17%. Na Figura 3, pode-se observar os aspectos da cisterna na residência da comunidade de Lage Alta no dia 10 de abril de 2009, quando a cisterna estava cheia.

Tabela 3. Data, valores da precipitação (P), volume precipitado (VP), volume estimado (VE), volume captado (VC) e coeficiente de escoamento superficial (R) obtidos na cisterna da comunidade de Lage Alta, município de Jaguarari, BA, no período de dezembro de 2008 a abril de 2009.

Dia/mês	P (mm)	VP (m ³)	VE (m ³)	VC (m ³)	R (%)
---------	-----------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	----------



**Simpósio
Brasileiro
de Captação
e Manejo
de Água**
27 de setembro a
01 de outubro de 2009
Caruaru - PE



3/dez	62,0	4,557	3,418	3,600	0,79
17/dez	6,0	0,441	0,331	0,075	0,17
21/jan	110,0	8,085	6,064	7,923	0,98
3/fev	25,0	1,838	1,378	1,470	0,80
8/fev	5,0	0,368	0,276	0,066	0,18
14/fev	35,0	2,573	1,929	2,058	0,80
17/fev	10,0	0,735	0,551	0,500	0,68
18/fev	6,0	0,441	0,331	0,278	0,63
23/fev	15,0	1,103	0,827	0,882	0,80
1/mar	10,0	0,735	0,551	0,470	0,64
17/mar	14,0	1,029	0,772	0,782	0,76
24/mar	10,0	0,735	0,551	0,448	0,61
25/mar	10,0	0,735	0,551	0,551	0,75
27/mar	16,0	1,176	0,882	0,906	0,77
28/mar	14,0	1,029	0,772	0,700	0,68
30/mar	15,0	1,103	0,827	0,706	0,64
3/abr	60,0	4,410	3,308	3,440	0,78
6/abr	80,0	5,880	4,410	5,116	0,87
9/abr	20,0	1,470	1,103	1,088	0,74
21/abr	11,0	0,809	0,606	0,598	0,74
22/abr	15,0	1,103	0,827	0,838	0,76
24/abr	20,0	1,470	1,103	1,191	0,81
Total	569,00	41,822	31,366	33,685	-
Média	25,86	1,901	1,426	1,531	0,70



Figura 3. Cisterna cheia na Comunidade de Lage Alta.

CONCLUSÕES

As cisternas rurais das comunidades não acumulam toda água das chuvas captada nos telhados em função do seu dimensionamento. Embora as áreas de captação nos telhados apresentem algumas irregularidades, estes possibilitam a captação e o escoamento de um volume de água suficiente para atender as necessidades dos agricultores no período de seca. Em todas as comunidades foi registrada a perda de água. Há necessidade de construção de cisternas com maior capacidade de armazenamento para o aproveitamento total da água de chuva na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, M. C. C.; PORTO, E. R. Avaliação da qualidade bacteriológica das águas de cisternas: estudo de caso no município de Petrolina - PE. In. : SIMPÓSIO SOBRE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO, 3., 2001, Campina Grande - PB. **Anais...** Campina Grande, PB: Embrapa Semi-Árido/IRPAA/ABCMAC, 2001. CD-ROM.

ASA. **Articulação no semi-árido brasileiro.** 2009. www.asabrasil.org.br <Consultado em 6 de julho de 2009>.

ECODEBATE. **Programa de um milhão de cisternas.** www.ecodebate.com.br/programa-um-milhao-de-cisternas-rurais-p1mc-da-asa. <Consultado em 6 de julho de 2009>.

GNADLINGER, J. **O papel das Tecnologias Sociais para o desenvolvimento sustentável do Semi-Árido.** 2009. www.irpaa.org/br/index. <Consultado em 6 de julho de 2009>.

GROUP RAINDROPS. **Aproveitamento de Água de Chuva.** Ed. Organic Trading, Curitiba, PR. Curitiba, 2002 London. Intermediate Technology Publications. 1999. 335p.

MEIRA FILHO, A. S.; NASCIMENTO, J. W. B.; LIMA, V. L. A.; SANTOS, J. S. Desenvolvimento de um modelo de captação de água de chuva para o semi-árido do Brasil. **Engenharia Ambiental** - Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 1, p. 121-136, jan/abr 2009.

PRUSKI, F. F.; BRANDÃO, V. S.; SILVA, D. D. **Escoamento superficial.** Editora UFV. 2^a Ed. 87p. 2004.

SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT User` Guide,** version 8, ed. Cary: NC, 1999. 3384p.



70 Simposio
Brasileiro
de Captaçao
e Manejo
de Agua
de Chuva
27 de setembro a
01 de outubro de 2009
Caruaru - PE



SILVA, A. de S.; PORTO, E. R.; LIMA, L. T. de; GOMES, P. C. F. **Captação e conservação de água de chuva para consumo humano**: cisternas rurais; dimensionamento; construção e manejo. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1984. 103 p. il. (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, 12)

SILVA, A. S.; BRITO, L. T. L.; ROCHA, H. M. **Captação e conservação de água de chuva no semi-árido brasileiro**: Cisternas rurais II, água para consumo humano. Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA/MINTER-SUDENE, 1988. 80 p. il. (EMBRAPA-CPATSA. Circular técnica, 16).