

COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM DIFERENTES ÁREAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA¹

Luiza Teixeira de Lima Brito²
Aderaldo de Souza Silva³

RESUMO

Técnicas de captação e armazenamento de água de chuva são alternativas estruturais eficientes que podem amenizar o problema de escassez ou falta de água no Semiárido brasileiro, seja para o consumo humano de famílias rurais dispersas ou para reduzir os riscos da instabilidade climática no segmento da produção agrícola. Entre essas técnicas, a cisterna calçadão é uma das mais utilizadas, principalmente, a partir de 2007, quando contou com incentivos do governo federal, por meio do Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2). Neste programa, considera-se para a cisterna uma capacidade de armazenamento de 52 m³ e uma área de captação de água de chuva de 200 m², independentemente das médias históricas de precipitação. Assim, este estudo objetivou determinar o coeficiente de escoamento superficial de diferentes coberturas utilizadas como áreas de captação de água de chuva, situadas em campo experimental da Embrapa Semiárido. Os tipos de áreas de captação analisados foram cimentada, cobertura de polietileno e solo nu. Os dados foram coletados entre janeiro de 2010 a dezembro de 2012, observando-se que a área com cobertura de lona de polietileno foi a mais eficiente quanto ao volume escoado; no entanto, sua durabilidade foi de apenas dois anos.

PALAVRAS-CHAVE: semiárido, eficiência de escoamento, polietileno.

INTRODUÇÃO

O Brasil detém uma das maiores reservas de água doce do planeta. Porém, devido às suas dimensões geográficas e condições agroecológicas diferenciadas, algumas regiões sofrem sérios problemas de escassez de água, principalmente para o consumo humano. Entre essas, destaca-se a região Nordeste, com, aproximadamente, 70% de sua área caracterizada como semiárido (BRASIL, 2005).

Com clima seco, poucas chuvas e irregularidade em sua distribuição, o espaço semiárido abriga mais de 23 milhões de pessoas e apresenta grande diversidade natural, ecológica, social e cultural. Todavia, mais de oito milhões de habitantes da zona rural sofrem constantemente com a escassez de água (IBGE, 2011; BRASIL, 2013; CIRILO *et al.*, 2007).

Na busca de alternativas para amenizar essa situação, várias iniciativas governamentais foram implementadas. Mais recentemente, destacam-se o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), lançado em 2003, com mais de 500 mil cisternas construídas até agosto de 2013 e o Programa Uma Terra e Duas Águas (P1 + 2), cujo objetivo é assegurar a população rural do Semiárido o acesso à terra e à água, tanto para o consumo da família e de animais, como para produção de alimentos (MDS, 2013; GNADLINGER *et al.*, 2007). Entre estas iniciativas, a cisterna é uma das mais utilizadas, provavelmente, por se tratar de uma tecnologia simples, de fácil acesso e custos, além de garantir a água para uso pela família e para a produção agrícola, quando bem manejada.

¹Contribuição financeira do MCT-INSA/CNPq/CT-Hidro (Processo: Nº 562403/2010-8).

²Eng. Agrícola, Dr. Pesquisadora, Embrapa Semiárido. BR 428, Km 150, Zona Rural – C. Postal 23. CEP 56302-970. Petrolina, PE. E-mail: luiza.brito@embrapa.br.

³ Eng. Agrônomo, PhD. Impacto ambiental. Embrapa Semiárido. aderaldo.silva@embrapa.br

No P1+2, considerou-se uma cisterna padrão, com capacidade de armazenamento de 52 m³ e uma área de captação de água de 200 m², independentemente das médias históricas de precipitação de cada localidade ou município. Atualmente, está sendo dada maior ênfase às cisternas de enxurradas. Neste modelo, a água de chuva, drenada por um córrego, estrada ou caminho, é direcionada para a cisterna, que dependendo das características dessas áreas e da precipitação, a cisterna pode encher com maior rapidez. Nesta situação a água apresenta-se com qualidade inferior ao modelo da cisterna calçadão.

Na literatura há vários estudos sobre a eficiência de escoamento de água de chuva. No entanto, estes são pouco focados na cisterna. Silva *et al.* (1984) avaliaram o coeficiente de escoamento superficial de água de chuva (C) em diferentes tipos de cobertura do solo e obtiveram valores de 0,50 para solo de textura fina, e raspado com lâmina de trator; 0,88 para com cobertura de argamassa de cimento e areia e de 0,90 para cobertura de polietileno. Por outro lado, JALFIM *et al.* (2003) obtiveram um valor do coeficiente de escoamento superficial de 0,59 em área cimentada no Semiárido pernambucano e do Rio Grande do Norte, no período de janeiro a março de 2003.

Em áreas sem cobertura, o escoamento superficial se inicia quando a intensidade de precipitação alcança valores superiores aos da velocidade de infiltração da água no solo, que, dependendo das características dos solos, ocorre desagregação de partículas e se inicia o processo erosivo. Nessas condições, a utilização de tecnologias para a redução do escoamento superficial pode diminuir os danos causados pela erosão hídrica, favorecendo no processo de infiltração. Esta situação não se aplica para as áreas de captação de água de chuva associadas às cisternas. Assim, este estudo objetivou determinar o coeficiente de escoamento superficial de áreas cimentada, cobertura de polietileno e solo nu.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2012, em área experimental da Embrapa Semiárido, localizada no município de Petrolina, PE. O clima da região é classificado como semiárido, quente BSw'h, conforme classificação de Köppen, sendo as coordenadas geográficas 09° 09' de latitude S e 40° 22' de longitude W de Greenwich e a altitude de 365 m. A precipitação média anual de 566,7 mm, obtida a partir de uma série de 1964-2003 (MOURA *et al* 2007). O solo em que foi realizado o experimento foi classificado como Argissolo Amarelo Eutrófico abruptico plíntico de textura fina (EMBRAPA, 2006).

Utilizaram-se três áreas de captação de água de chuva, associadas a cisternas, com diferentes tipos de cobertura nas áreas: cimentada, com cobertura de lona plástica e solo sem cobertura, com dimensões de 10 x 20 m, com a maior proporção no sentido da declividade do solo, estimado em 0,5%. Na construção da área cimentada foi utilizada argamassa de areia e cimento (4:1). Antes da cobertura com argamassa o solo foi nivelado com lâmina e recebeu uma cobertura de concreto composta de cimento, areia e brita (1:4:4). Na área com cobertura de polietileno, após o nivelamento do terreno, utilizando-se lâmina acoplada a trator, foi colocada a lona plástica preta de polietileno, de baixa densidade e espessura de 75 micra (milésimos de

metro). No terceiro tipo de área de captação, o terreno foi nivelado com lâmina e, posteriormente foi confeccionada uma parede lateral com o excedente do solo, delimitando-se a parcela experimental.

Em todos os tipos de área de captação, a água do escoamento superficial foi coletada em uma cisterna de placas pré-moldadas, com capacidade para 52 mil litros, construída a jusante de cada área de captação. Para determinação do volume de água escoada, foi medido diariamente o volume da cisterna antes e depois de cada evento de precipitação, utilizando a fórmula ($V = \pi \cdot r^2 \cdot h$), onde: π (Pi) corresponde a constante 3,14; r (raio da cisterna) = 3,0 m; e h (altura da cisterna) = 1,80 m. Na área do experimento foi instalado um pluviômetro para quantificar o volume precipitado.

O coeficiente de escoamento superficial foi determinado utilizando-se a metodologia recomendada por SILVA *et al.* (1984), onde o coeficiente de escoamento superficial foi definido pela relação entre o volume escoado e o volume precipitado, considerando-se eventos de chuva superiores a 10,0 mm, pois, valores inferiores ocorriam pequenos volumes de água apenas na área com lona plástica.

Na Figura 1 pode-se observar as áreas correspondentes aos tipos de cobertura do solo, constituído de um calçamento cimentado (a), lona de polietileno (b) e solo descoberto (c). Todas as áreas têm dimensões de 200 m² e estão interligadas a uma cisterna com capacidade para 52 mil litros de água.

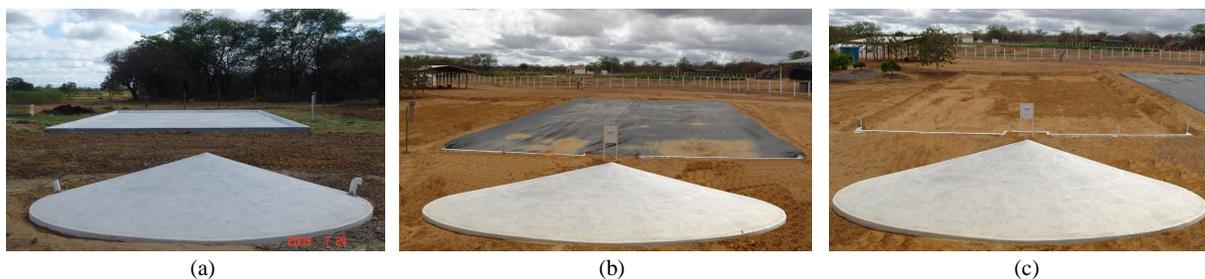


Figura 1. Vista parcial das áreas com diferentes tipos de cobertura: cimentado (a), lona de polietileno (b) e solo descoberto (c), implantadas em área experimental da Embrapa Semiárido.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro ano de avaliação (2010) foram registrados, na área do experimento, 55 eventos de chuva, cujas precipitações variaram de 0,5 mm a 53,5 mm, totalizando 417,3 mm. Desses, em apenas 14 eventos a precipitação foi superior a 10,0 mm. As maiores lâminas precipitadas foram registradas nos dias 21 e 22 de março e corresponderam a 40,0 mm e 53,5 mm, respectivamente (Tabela 1). Estes eventos ocorreram em dias seguidos, o que pode ter influenciado na obtenção dos maiores valores de C para as diferentes áreas de cobertura cimentada ($C=0,83$ e $0,87$), lona plástica ($C=0,91$ e $0,93$) e solo sem cobertura ($C=0,76$ e $0,80$). Com esses valores de precipitação, também foram obtidos os maiores volumes de água escoados para as cisternas, sendo iguais a 2.803,7 L; 2.974,5 L e 2.077,1 L, nas áreas cimentada, com lona plástica e sem cobertura, respectivamente. Os demais valores de C obtidos em função das precipitações e tipos de cobertura de área estão apresentados para os anos de 2010, 2011 e 2012 (Tabela 1).

Tabela 1. Data de ocorrência lâmina precipitada (P, mm), volume escoado (V_E, L) e coeficiente de escoamento superficial (C) em função dos diferentes tipos de área de captação, no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2012.

Data	P (mm)	Tipos de área de captação					
		Cimentada		Lona plástica		Sem cobertura	
		V _E (L)	C	V _E (L)	C	V _E (L)	C
02/01/2010	21,90	2.803,70	0,64	2.974,50	0,68	2.077,10	0,47
10/02/2010	10,50	1.154,80	0,55	1.185,20	0,56	479,50	0,23
26/02/2010	23,60	3.054,10	0,65	3.096,30	0,66	2.289,50	0,49
07/03/2010	14,00	1.569,50	0,56	1.336,80	0,48	634,30	0,23
21/03/2010	40,00	6.641,00	0,83	7.280,80	0,91	6.080,60	0,76
22/03/2010	53,50	9.334,50	0,87	9.951,00	0,93	8.508,50	0,80
08/04/2010	23,50	3.055,80	0,65	3.156,20	0,67	2.305,70	0,49
09/04/2010	22,00	2.772,10	0,63	2.978,50	0,68	2.024,70	0,46
25/06/2010	12,00	1.321,60	0,55	1.189,20	0,50	117,60	0,05
14/07/2010	12,30	1.297,40	0,53	1.303,50	0,53	565,80	0,23
20/10/2010	22,70	2.035,70	0,45	2.945,30	0,65	2.189,90	0,48
28/10/2010	15,90	1.969,50	0,62	1.751,10	0,55	728,30	0,23
09/12/2010	18,30	2.445,50	0,67	1.643,70	0,45	967,50	0,26
12/01/2010	13,10	1.421,60	0,54	1.225,10	0,47	628,70	0,24
Total	303,30	40.876,80	-	42.017,20	-	29.597,70	-
21/01/2011	14,00	1.547,80	0,55	1.786,60	0,64	644,70	0,23
24/01/2011	46,30	7.828,10	0,85	8.472,90	0,92	7.130,00	0,77
25/02/2011	27,90	3.236,70	0,58	4.631,90	0,83	2.734,00	0,49
28/02/2011	44,00	7.260,50	0,83	7.921,70	0,90	6.600,00	0,75
05/03/2011	31,30	4.695,30	0,75	5.502,50	0,88	3.130,70	0,50
28/03/2011	30,00	4.476,50	0,75	5.106,00	0,85	2.978,50	0,50
10/04/2011	61,00	10.650,20	0,87	11.834,00	0,97	9.761,30	0,80
17/04/2011	31,00	4.528,70	0,73	5.338,20	0,86	2.978,60	0,48
24/04/2011	43,00	7.327,80	0,85	7.679,80	0,89	6.523,10	0,76
05/05/2011	24,00	3.048,90	0,64	2.913,60	0,61	2.256,70	0,47
18/05/2011	48,00	7.929,30	0,83	8.832,00	0,92	7.393,20	0,77
01/08/2011	10,50	1.176,80	0,56	1.218,60	0,58	462,10	0,22
17/10/2011	12,50	1.275,30	0,51	1.475,20	0,59	575,80	0,23
02/11/2011	48,70	8.084,70	0,83	9.059,10	0,93	7.389,50	0,76
13/12/2011	36,00	5.528,90	0,77	6.616,80	0,92	3.589,00	0,50
Total	508,20	78.595,50	-	88.388,90	-	64.147,20	-
10/02/2012	14,70	1.580,30	0,54	1.589,60	0,54	821,40	0,28
19/02/2012	56,50	8.297,50	0,73	10.784,50	0,95	8.588,70	0,76
19/03/2012	19,10	2.559,80	0,67	2.047,80	0,54	1.087,50	0,28
25/05/2012	26,00	3.018,40	0,58	3.192,80	0,61	2.651,70	0,51
Total	116,30	15.456,00	-	17.614,70	-	13.149,30	-

Valores de C variam sensivelmente com a intensidade das precipitações e características dos solos, principalmente, com o tipo de cobertura. Nem sempre as maiores ou menores lâminas precipitadas

influenciam nos maiores/menores valores de C, como constatado na Tabela 1. Em 2010, a contribuição das precipitações com valores superiores a 10,0 mm no volume final armazenado nas cisternas foi de 40.876,80 L; 42.017,20 L e 29.597,70 L nas áreas cimentada, com lona plástica e sem cobertura, respectivamente.

Nos anos seguintes, os maiores valores de C também foram obtidos com as maiores lâmnas precipitadas, que foram de 61,0 mm, em 10 de abril de 2011 (C=0,87; 0,97; 0,80); em 19 de fevereiro de 2012, ocorreram 56,5 mm de precipitação e os valores de C corresponderam a 0,73; 0,95 e 0,76, respectivamente, para as áreas cimentada, com cobertura de lona plástica e solo descoberto (Tabela 1).

CONCLUSÕES

- Os valores obtidos para o coeficiente de escoamento superficial nos diferentes tipos de áreas de captação cimentada, com lona plástica e solo descoberto podem contribuir para aumentar o volume de água dos reservatórios e permitir que a água seja utilizada para fins diversos;
- Os valores de C em função das áreas de captação foram de até 0,97 (lona plástica de polietileno); 0,87 (cimentada) e 0,80 (sem cobertura), considerados muito elevados;
- A lona plástica de polietileno usada como cobertura na área de captação apresentou durabilidade média de dois anos;
- O volume captado proveniente do escoamento superficial em área sem cobertura foi o que apresentou os menores valores para o coeficiente de escoamento superficial, além de carrear materiais diversos para dentro da cisterna.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Ministério do Meio Ambiente. Ministério da Ciência e Tecnologia. Portaria Interministerial nº 1, de 09 de março de 2005. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 mar. 2005. Seção 1, p. 41.

CIRILO, J. A.; CAMPELLO NETO, M. S. C.; MONTENEGRO, S. MA. G. L.; ASFORA, M. C. **Caracterização do semi-árido brasileiro**. In.: Uso sustentável dos recursos em regiões semi-áridas / organizadores José Almir Cirilo, Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2007. 508 p. il.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 2. ed. Brasília: EMBRAPA-SPI, 2006. 412p.

GNADLINGER, J.; SILVA, A. S.; BRITO, L. T. L. **Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro**/Editores Técnicos, Luiza Teixeira de Lima Brito, Magna Soelma Beserra de Moura, Gislene Feitosa de Brito Gama.- Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 2007. 181 p. il.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sinopse do Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 261p.

JALFIM, F.; FARIAS JUNIOR, M.; BLACKBURN, D.; BUSTAMANTE, Y.; ELIEZER NETO, J.; CAVALCANTI, A.; RIBEIRO, O.; MANOEL NETO, L.; PAIVA, I.; LIMA, M. Eficiência do calçadão cimentado na captação de água de chuva no semi-árido brasileiro. In.: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 4., 2003, Petrolina. **Anais...** Petrolina: EMBRAPA, 2003. 1 CD-ROM.

MOURA, M. S. B.; GALVINCIO, J. D.; BRITO, L. T. L.; SOUZA, L. S. B.; SÁ, I. I. S.; SILVA, T. G. F. Clima e água de chuva no semi-árido. In.: **Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido no semi-árido**/Editores Técnicos, Luiza Teixeira de Lima Brito, Magna Soelma Bezerra de Moura, Gislene Feitosa de Brito Gama.- Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 2007. 36 - 59 p. il.

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