



## Installations of cisternas: An Analysis in the Semi-arid Region of Paraíba State

Sara Almeida de Figueiredo<sup>1</sup>, Tarciso Cabral da Silva<sup>2</sup>, Taysa Tamara Viana Machado<sup>3</sup>,  
Jobson Targino Dias<sup>4</sup> & Thiago Pires Bezerra<sup>5</sup>.

<sup>1,2,3,4,5</sup>Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

Email: [sara.afigueiredo@hotmail.com](mailto:sara.afigueiredo@hotmail.com), [tarcisocabral@gmail.com](mailto:tarcisocabral@gmail.com), [taysatamara@gmail.com](mailto:taysatamara@gmail.com), [jobsontargino@yahoo.com.br](mailto:jobsontargino@yahoo.com.br), [thiagopireseng@hotmail.com](mailto:thiagopireseng@hotmail.com)

**Received:** March 13<sup>th</sup>, 2017

**Accepted:** May 14<sup>th</sup>, 2017

**Published:** June 30<sup>th</sup>, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



### ABSTRACT:

Populations inhabiting semiarid regions face many challenges of access to good quality water. This alarming situation, belonging to the everyday of Brazilian semiarid (SAB), It has been mitigated by government programs of cisterns installation for storing rainwater. Among the water tanks spread in the semiarid, the concrete plate cistern of 16,000 liters, for domestic use, enables efficient access to good quality water for use in the dry season. This type of collection system composed of harvesting structures on the roof, water conduction structures in gutters and pipes, and of tanks for storage needs, however, some care related to their maintenance. The existence of disposal structures to the first rainwater and of hydraulic pumps to remove the water from the cistern influences directly in the water quality. This work deals with the evaluation of these structures, based on expert opinion and state classification system ranging from poorly to great. 30 water supply systems, in the rural areas of the cities of Cabaceiras and São Sebastião de Lagoa de Roça, in the state of Paraíba, were evaluated. The results showed the best situation for the conducting tube with 51% of the reviews calling it good, and the worst result was for the use or not of a pump to remove water from the cistern, with 63% of the assessments indicating it as very poor.

**Keywords:** Semiarid region, Water supply, Rainwater, Rural tanks.

## Instalações de Cisternas: Uma Análise na Região Semiárida do Estado da Paraíba

### RESUMO

As populações que habitam regiões semiáridas enfrentam diversos desafios para o acesso a uma água de qualidade. Essa situação preocupante, pertencente ao cotidiano do semiárido do Brasil, tem sido atenuada por meio de programas governamentais de instalação de cisternas para armazenamento de águas de chuva. Dentre as cisternas difundidas no semiárido, a cisterna de placas, de 16 mil litros, para o uso doméstico, permite o acesso à água de qualidade, para consumo no período de estiagem. Esse sistema de abastecimento, composto das estruturas de captação no telhado, condução da água em calhas e tubos, e da cisterna para armazenamento, necessita, entretanto, de alguns cuidados relacionados à sua manutenção. A existência de equipamentos de descarte das primeiras águas de chuva e bombas hidráulicas para retirada da água da cisterna influi diretamente na qualidade da água. Esse trabalho trata da avaliação dessas estruturas, com base na opinião de especialistas e em um sistema de classificação de estado variando de Péssimo a Ótimo. Foram avaliados 30 sistemas de abastecimento d'água de casas das zonas rurais dos municípios de Cabaceiras e São Sebastião de Lagoa de Roça, no estado da Paraíba. Os resultados apontaram a melhor situação para o tubo de condução, com 51% das avaliações classificando-o como Bom, e o pior resultado para o uso da bomba para a retirada de água da cisterna, com 63% das avaliações indicando como Péssimo.

**Palavras-Chave:** Semiárido, Abastecimento d'água, Águas de chuva, Cisternas.

### I. INTRODUÇÃO

As secas são um fenômeno especialmente recorrente em determinadas regiões do mundo denominadas de semiáridas, que se caracterizam, principalmente, por apresentarem um regime de chuvas escasso e irregular. O Nordeste do Brasil é, quase em sua totalidade, classificado como uma região semiárida [1], o que gerou, desde o princípio da colonização portuguesa, a necessidade

de enfrentamento de problemas relacionados ao acesso à água por parte da população dessa região [2]. Entretanto, nas últimas décadas, particularmente em exemplos observados em outros países, tornou-se evidente que o verdadeiro problema a ser enfrentado é o da gestão deficiente dos recursos naturais nessa região [3]. As medidas paliativas, tradicionalmente empregadas, como os pequenos açudes, já demonstraram suas deficiências para o enfrentamento das secas, de modo que diferentes alternativas

passaram a ser vislumbradas. Dentre essas alternativas, relativas às tecnologias sociais hídras, a implantação de cisternas para o armazenamento da água da chuva foi a que melhor se consolidou e mais rápido se difundiu no semiárido brasileiro. O surgimento de diversos programas sociais voltados para o semiárido foi o principal fator motivador dessa difusão, como é o caso do Programa Um Milhão de Cisternas, apoiado pelo Governo Federal, por meio do qual foram construídas cisternas na zona rural [4]. No entanto, apenas a obtenção de uma cisterna não é garantia de acesso a uma água com a qualidade e eficiência desejadas. Algumas práticas foram observadas como sendo fundamentais para o bom funcionamento do sistema de abastecimento de água, estando elas relacionadas à própria manutenção da cisterna e das estruturas de condução e captação. Dessa forma, uma avaliação do estado de manutenção dessas estruturas difundidas pelo semiárido é essencial, no intuito de observar em que e como esse sistema pode ser melhorado, assegurando, assim, seu uso mais eficiente. Esse trabalho trata da avaliação dessas estruturas, com base na opinião de especialistas e no sistema de classificação de estado variando de Péssimo a Ótimo. Foram avaliados 30 sistemas de abastecimento d'água de casas das zonas rurais dos municípios de Cabaceiras e São Sebastião de Lagoa de Roça, no estado da Paraíba.

## II. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho, relativo à investigação sobre a qualidade das estruturas de captação de águas de chuva, foi realizado na porção do semiárido brasileiro localizada no estado da Paraíba, especificamente nas zonas rurais dos municípios de Cabaceiras e São Sebastião de Lagoa de Roça. O município de Cabaceiras está localizado na mesorregião do Cariri paraibano, ao centro-sul do Estado, mais precisamente na microrregião do Cariri Oriental da Paraíba. O município, onde foram mapeadas 434 cisternas de placa [7], possui uma população de 5.035 habitantes, sendo mais de 50% deles (2.818 habitantes) residentes da zona rural, segundo o censo de 2010 [8]. O município de São Sebastião de Lagoa de Roça, por sua vez, está localizado na mesorregião do Agreste paraibano e na microrregião de Esperança, e conta com 660 cisternas de placa mapeadas [7]. Sua população é um pouco maior que a de Cabaceiras, sendo de 11.041 habitantes em 2010 [8], e com população rural, em 2007, de 6.900 habitantes, segundo o [9]. O levantamento de dados se deu por meio de pesquisa científica de campo, de caráter exploratório, com observações e

fotografias feitas nos locais de estudo, além de informações fornecidas pelos próprios moradores. Um total de 30 cisternas de placas foi analisado, das quais 15 estavam localizadas em Cabaceiras e as outras 15 em São Sebastião de Lagoa de Roça. Os dados coletados foram tabulados em planilha Excel para preenchimento de fichas individuais dos sistemas de captação e armazenamento de água de chuva. Na ficha constam detalhes da instalação em seus componentes, com fotografias de cada componente, e informações sobre o descarte das primeiras águas e o uso ou não da bomba para a retirada de água da cisterna. As fichas, com perguntas agregadas no estilo Escala de Likert, referem-se aos diferentes itens relacionados ao sistema (telhado, calhas, tubo de condução, cisterna, sistema de descarte da primeira água da chuva e uso de bomba hidráulica), para posterior avaliação de especialistas. Para cada item componente analisado, foram oferecidas na ficha opções de avaliação com categorias variando entre Ótimo, Bom, Regular, Ruim e Péssimo, às quais correspondem valores numéricos (pesos) que variam de 5 a 1, respectivamente. As fichas, transformadas em questionários, foram levadas a consultas, utilizando o método da opinião de especialistas [5][6], por meio de entrevista individual, sendo classificado como um método qualitativo, exploratório e normativo. Um total de 30 questionários foi aplicado a 12 especialistas da área de saneamento básico e estudos do semiárido, sendo a maioria composta por professores da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Para a classificação final dos componentes dos sistemas, foi calculado o valor médio, segundo a Equação 1, abaixo:

$$V_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i \quad (1)$$

Onde:  $V_m$  = conceito médio do componente;  $V_i$  = conceito do avaliador  $i$  (o qual varia de 1 a 5);  $n$  = número de avaliadores.

## III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como instalações pior classificadas, considerando o critério do valor médio das classes dos componentes, foram identificados o sistema nomeado como Sistema 15, em Cabaceiras (Tabela 1), e o Sistema 27, em São Sebastião de Lagoa de Roça (Tabela 2), ambos alcançando uma média do total das classificações de componentes igual 2,5.

Tabela 1: Sistema pior avaliado em Cabaceiras – PB (Sistema nº 15).

	Ótimo (5)	Bom (4)	Regular (3)	Ruim (2)	Péssimo (1)	Indefinido	Média	Classificação
Telhado		6	4	1		1	3,2	Regular
Calhas		3	2	7			2,7	Regular
Condução	3	7	2				4,1	Bom
Parede			2	7	3		1,9	Ruim
Tampa		2	5	3	2		2,6	Regular
Pintura			1	9	2		1,9	Ruim
Descarte		2	6	4			2,8	Regular
Bomba				2	8	2	1,0	Péssimo

Fonte: Autores, (2016).

Tabela 2: Sistema pior avaliado em São Sebastião de Lagoa de Roça – PB (Sistema nº 27).

	Ótimo (5)	Bom (4)	Regular (3)	Ruim (2)	Péssimo (1)	Indefinido	Média	Classificação
<b>Telhado</b>		6	6				3,5	Bom
<b>Calhas</b>		1	9	2			2,9	Regular
<b>Condução</b>		7	3	2			3,4	Regular
<b>Parede</b>		4	7			1	3,1	Regular
<b>Tampa</b>		6	2	4			3,2	Regular
<b>Pintura</b>			1	7	4		1,8	Ruim
<b>Descarte</b>		1		2	9		1,4	Péssimo
<b>Bomba</b>				1	9	2	0,9	Péssimo

Fonte: Autores, (2016).

Nos dois sistemas, a ausência de uma bomba para a retirada de água da cisterna foi o que gerou a pior avaliação. No Sistema 15, em Cabaceiras, esse item foi seguido também pelo estado da pintura e da parede da cisterna (Figura 1.a). Em relação ao Sistema 27, em São Sebastião de Lagoa de Roça, foram alvo

de avaliação negativa a não realização do descarte das primeiras águas da chuva e a pintura da cisterna (Figura 1.b). Como instalação melhor avaliada, destacou-se o Sistema 12 (Tabela 3), em Cabaceiras, com uma média do total das classificações de componentes igual a 3,5.

Tabela 3: Sistema com a melhor avaliação, em Cabaceiras – PB (Sistema nº 12).

	Ótimo (5)	Bom (4)	Regular (3)	Ruim (2)	Péssimo (1)	Indefinido	Média	Classificação
Telhado	6	6					4,5	Ótimo
Calhas	6	5				1	4,2	Bom
Condução	1	4	6	1			3,4	Regular
Parede	3	7	2				4,1	Bom
Tampa	1	7	4				3,8	Bom
Pintura	2	7	3				3,9	Bom
Descarte		6	1	5			3,1	Regular
Bomba				2	8	2	1,0	Péssimo

Fonte: Autores, (2016).

Os itens melhor avaliados nesse sistema foram o telhado e as calhas (Figuras 1.c e 1.d). Nas Figuras 1.a a 1.e, podem ser observados os aspectos gerais relacionados aos itens destacados em diferentes sistemas. Em termos de classificação geral, foi o tubo de condução o melhor avaliado para todos os sistemas, em relação ao seu aspecto, apoio e inclinação para levar a água até a cisterna. Na Figura 2.a, podem ser vistos os percentuais para esse item, com 51% das avaliações

classificando-o como de nível Bom e 7% como nível Ruim. Em última colocação ficou o uso da bomba, uma vez que apenas 9 dos sistemas visitados possuíam o equipamento e somente em 2 deles se fazia uso desse mecanismo para a retirada da água das cisternas. A maioria dos votos avaliou esse item como Péssimo, com 63% das opiniões (Figura 2.b). Na Tabela 4, podem ser vistas as piores e melhores avaliações para os componentes, além de suas respectivas médias de classificação, para toda a amostra.

Tabela 4: Classificação geral dos sistemas.

	Menor peso observado	Maior peso observado	Média	Classificação
Telhas	1	5	3,4	Regular
Calhas	1	5	3,2	Regular
Condução	1	5	3,7	Bom
Parede	1	5	3,4	Regular
Tampa	1	5	3,1	Regular
Pintura	1	5	3,1	Regular
Descarte	1	5	2,8	Regular
Bomba	1	5	1,2	Péssimo

Fonte: Autores, (2016).

Dos 30 sistemas visitados, 25 fazem o descarte das primeiras águas da chuva, segundo os responsáveis pelas residências e entre esses, 14 afirmaram que o método utilizado para isso é o de desencaixe da tubulação de condução antes ou no início das chuvas, sendo este o método considerado como o mais simples e menos eficiente. Uma situação bastante peculiar, observada em uma das residências, foi a da instalação e uso de

uma bomba elétrica sobre a própria cisterna, como se pode ver na Figura 1. Por fim, quanto à distância recomendada entre a cisterna e a fossa, segundo as medições feitas nos locais visitados, 17 cisternas apresentaram a distância mínima de 10m e, destas últimas, 8 apresentaram distância superior a 15m, sendo este o limite mais recomendado. Entre as 30 residências, 6 não possuíam fossa.



Figura 1: a) Estado geral da cisterna do Sistema 15 (Ruim), em Cabaceiras – PB; b) Estado da pintura da cisterna do Sistema 27 (Ruim), em São Sebastião de Lagoa de Roça – PB; c) Estado geral do telhado do Sistema 12 (Ótimo), em Cabaceiras – PB; d) Calha do Sistema 12 (Bom), em Cabaceiras – PB; e) Cisterna na qual se utiliza bomba elétrica, em Cabaceiras – PB.

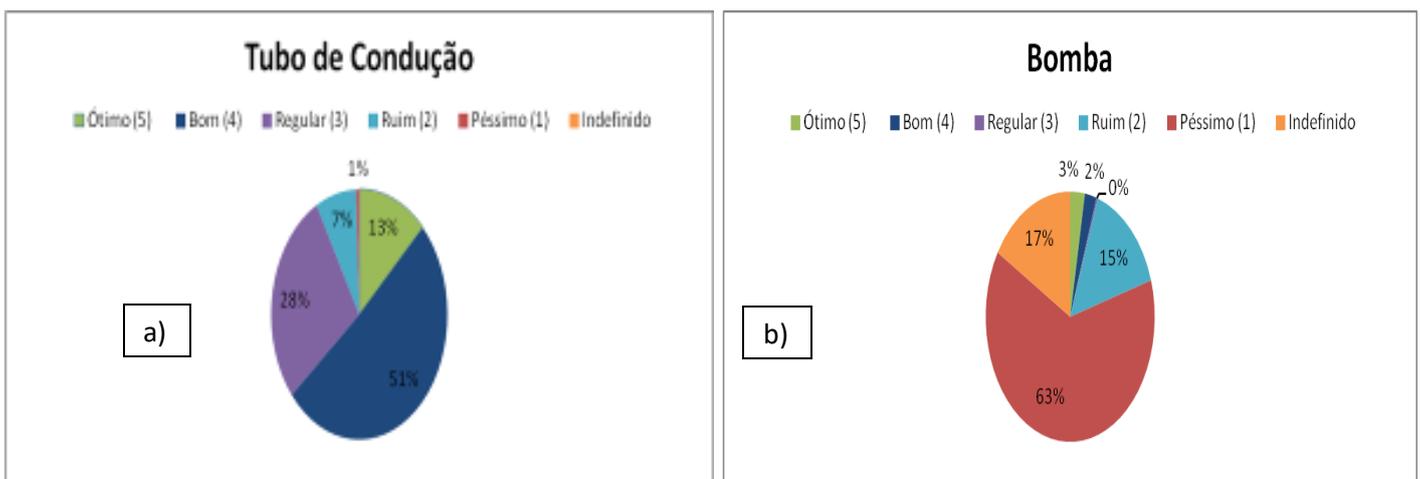


Figura 2:a) Índice de votos para o tubo de condução em porcentagens (%). b) Índice de votos para o uso da bomba em porcentagens (%).

Autores, (2016).

#### IV. CONCLUSÕES

As cisternas avaliadas, em sua grande maioria (93%) eram do tipo de cobertura plana horizontal. A minoria (7%) era de cobertura cônica. Os resultados apontaram o tubo de condução como bom, e os componentes telhado, calha, parede das cisternas, tampa, pintura e sistema de descarte das primeiras águas como regulares. Já a utilização dada à bomba foi avaliada como péssima. Em relação à distância da fossa, 57% das cisternas situam-se a mais de 10 m delas. Em 6 instalações (20% da amostra), não há fossa séptica. Uma observação importante feita por um dos consultados foi em relação ao uso de uma bomba elétrica, em lugar de uma bomba manual, em uma das cisternas, o que poderia ser uma das causas das rachaduras observadas em sua parede, em virtude das vibrações produzidas pelo equipamento. Conforme verificado, as cisternas que possuíam tampas de metal tiveram uma boa avaliação, por estas permitirem um melhor trancamento e vedação, e serem mais resistentes às intempéries que aquelas feitas de madeira ou argamassa. Entretanto, esse tipo de tampa gerou controvérsias para alguns dos avaliadores, pelo fato de serem mais suscetíveis à ferrugem e ao superaquecimento. Outra observação feita durante as avaliações foi a de que as cisternas com cobertura cônica, consideradas mais modernas, mas menos vistas em campo, são mais eficientes na prevenção de rachaduras, pois esse tipo de cobertura evita que sejam colocados objetos pesados sobre os reservatórios, o que pode causar esse tipo de problema. Nos resultados, os itens tampa e parede, para essas cisternas, foram avaliados como bons, muito embora as tampas eram de chapa metálica. Fatores simples, como a instalação, apoio e inclinação adequados dos tubos de condução, e a limpeza frequente dos telhados e calhas, são fundamentais para o bom funcionamento do sistema. Além disso, os cuidados com a manutenção da própria estrutura da cisterna são, evidentemente, indispensáveis para garantir a qualidade da água que ela armazena. Percebe-se que o uso das cisternas de placa, muito bem difundidas na zona rural do semiárido e fomentadoras de diversos benefícios aos habitantes dessa área, ainda necessita de reforço quanto às práticas de esclarecimento da população beneficiada.

#### V. REFERÊNCIAS

- [1] BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Nova Delimitação do Semiárido Brasileiro**. Brasília, 2005. Disponível em: <[http://www.mi.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=0aa2b9b5-aa4d-4b55-a6e1-82faf0762763&groupId=24915](http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=0aa2b9b5-aa4d-4b55-a6e1-82faf0762763&groupId=24915)>. Acesso em 25 mai. 2016.
- [2] Barreto, P. H. **História: seca, fenômeno secular na vida dos nordestinos**. IPEA – Desafios do Desenvolvimento, Brasília, ed. 48, mar. 2009. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1214:reportagens-materias&Itemid=39](http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=1214:reportagens-materias&Itemid=39)>. Acesso em: 08 abr. 2016.
- [3] Figueiredo, S. A. **Análise das condições de instalações de captação, condução e armazenamento d'água em cisternas do semiárido paraibano**. 2016. 54f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2016.
- [4] ASA. Articulação Semiárido Brasileiro. **Programa um milhão de cisternas**. (2016). Disponível em: <<http://www.asabrasil.org.br/acoes/plmc>>. Acesso em: 04 mai. 2016.
- [5] PORTER, A. L. et al. **Technology futures analysis: Toward integration of the field and new methods**. Technological Forecasting & Social Change, v. 71, n. 3, p. 287-303, mar. 2004.
- [6] CGEE. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Prospecção em CT&I. **Métodos e técnicas**. Disponível em: <[http://www.cgee.org.br/prospeccao/index.php?operacao=exibir&serv=textos/topicos/texto\\_exib&tto\\_id=4&tex\\_id=1#top](http://www.cgee.org.br/prospeccao/index.php?operacao=exibir&serv=textos/topicos/texto_exib&tto_id=4&tex_id=1#top)>. Acesso em: 25 mai. 2016.
- [7] LEPPAN. Laboratório de Ensino, Pesquisa e Projetos em Análise Espacial. **Atlas das Tecnologias Sociais Hídricas**. UFPB, 2016. Disponível em: <<http://www.geociencias.ufpb.br/leppan/gepat/atlas/>>. Acesso em: 25 mai. 2016.
- [8] IBGE. Instituto brasileiro de geografia e estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 11 mai. 2016.
- [9] PREFEITURA DE SÃO SEBASTIÃO DE LAGOA DE ROÇA - PORTAL MUNICIPAL. **História de São S. de Lagoa de Roça**. Disponível em: <[http://www.lagoaderoca.pb.gov.br/nossa\\_historia.htm](http://www.lagoaderoca.pb.gov.br/nossa_historia.htm)>. Acesso em: 03 jun. 2016.