



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CURSO DE AGRONOMIA

PEDRO RENATO AIRES DA SILVA

**AVALIAÇÃO DA CONSERVAÇÃO DE CISTERNAS RURAIS APÓS
SETE ANOS DE USO NO ASSENTAMENTO QUIXABA NO SEMIÁRIDO
POTIGUAR**

MOSSORÓ

2022

PEDRO RENATO AIRES DA SILVA

**AVALIAÇÃO DA CONSERVAÇÃO DE CISTERNAS RURAIS APÓS
SETE ANOS DE USO NO ASSENTAMENTO QUIXABA NO SEMIÁRIDO
POTIGUAR**

Monografia apresentada ao curso de
Agronomia da Universidade Federal Rural do
Semi-Árido – UFERSA, como requisito para
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Pedro Ramualyson Fernandes
Sampaio, Prof. Dr. - UFERSA

MOSSORÓ

2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

SS586 Silva, Pedro Renato Aires da .
a AVALIAÇÃO DA CONSERVAÇÃO DE CISTERNAS RURAIS
APÓS SETE ANOS DE USO NO ASSENTAMENTO QUIXABA NO
SEMIÁRIDO POTIGUAR / Pedro Renato Aires da
Silva. - 2022.
29 f. : il.

Orientador: Pedro Ramualyson Fernandes
Sampaio.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2022.

1. Tecnologias Sociais. 2. Região Semiárida.
3. Abastecimento Hídrico. 4. Assentamentos Rurais.
I. Sampaio, Pedro Ramualyson Fernandes , orient.
II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade com
AACR2 e os dados fornecidos pelo autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

PEDRO RENATO AIRES DA SILVA

**AVALIAÇÃO DA CONSERVAÇÃO DE CISTERNAS RURAIS APÓS
SETE ANOS DE USO NO ASSENTAMENTO QUIXABA NO SEMIÁRIDO
POTIGUAR**

Monografia apresentada ao curso de
Agronomia da Universidade Federal Rural do
Semi-Árido – UFERSA, como requisito para
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Defendida em: 23 / 11 / 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Pedro Ramualyson Fernandes Sampaio (UFERSA)
Presidente

Prof. Dr. Francisco Xavier de Oliveira Filho (UFERSA)
Membro Examinador

Prof. Dr. Neyton de Oliveira Miranda (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por tudo que ele é em minha vida, pois tudo que tenho alcançado e conquistado devo a ele. Entrega teu caminho ao senhor, confia nele, e o mais ele fará (SALMOS 35:7).

Agradeço a minha mãe Lilian Aires de Andrade por todo o amor e cuidado incondicional que tem por mim, pelos conselhos dados, pela criação e educação que me deu, e por ser minha principal incentivadora durante toda a trajetória na universidade. A você, meu amor e gratidão por tudo.

Agradeço ao meu falecido pai, Manoel Amâncio da Silva, por todo o orgulho que expressava ao me ver cursando o ensino superior, e por todo o incentivo que me dava para sempre ser alguém melhor na vida. Saudades meu Pai.

A minha esposa Luana Dayana de Oliveira por todo o amor e apoio que sempre me deu, desde o início do curso sempre está ao meu lado, por ser meu braço forte nos momentos difíceis, e por ser minha cúmplice em todos os momentos que passamos. Essa conquista é nossa.

A minha Avó Palmira Mafaldo de Andrade, por ser um exemplo para mim e por ser minha base para ser o que sou hoje. Esse mérito é nosso.

A todos os meus professores que tive o privilégio de conhecer e aprender com seus ensinamentos no decorrer da graduação, em especial aos professores Pedro Ramualyson Fernandes Sampaio pela disponibilidade e dedicação ao me orientar na elaboração deste trabalho e Francisco Xavier de Oliveira Filho por todo o apoio dado durante estes anos na universidade.

A todos os meus amigos e colegas que estiveram junto comigo e que contribuíram para que esse momento se tornasse possível, em especial, agradeço a meus grandes amigos e companheiros Francisco Válber Lemos de Oliveira Júnior e Claudeone Manoel do Nascimento por toda a força e incentivo que me deram durante a graduação e pela parceria na elaboração desse trabalho.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram de alguma forma com essa conquista tão importante para mim. Muito obrigado.

RESUMO

A variabilidade climática no semiárido, quando relacionada às secas, é sinônimo de más condições de vida para as populações rurais. O Estado do Rio Grande do Norte tem apresentado baixos índices de precipitação verificados nos últimos anos. Uma das estratégias de convívio com a estiagem, tem sido a implantação de tecnologias sociais hídricas, representadas na maior parte pela construção de cisternas de placas. Os cuidados de manutenção com as cisternas são fundamentais para garantir o bom desempenho da tecnologia. Nesse contexto, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar o estado de conservação das cisternas rurais construídas na zona rural de Mossoró-RN, após sete anos de uso. Para a elaboração desta pesquisa, foi escolhida a comunidade por nome de Assentamento Quixaba, sendo aplicadas entrevistas individuais, buscando identificar os fatores que influenciaram na deterioração desses reservatórios. Após a análise dos dados, pode-se concluir, então, que os principais fatores para a deterioração na maioria dos reservatórios analisados estão relacionados à ausência da manutenção básica nas cisternas, ocasionando o surgimento de defeitos físicos em suas estruturas, tornando-as inviáveis para serem utilizadas.

Palavras-chave: Tecnologias Sociais, Região Semiárida, Abastecimento Hídrico, Assentamentos Rurais.

ABSTRACT

Climate variability in the semiarid, when related to droughts, is synonymous with poor living conditions for rural populations. The State of Rio Grande do Norte has shown low levels of precipitation in recent years. One of the strategies for coping with the drought has been the implementation of social water technologies, represented mostly by the construction of plate cisterns. Maintenance care with cisterns is essential to ensure the good performance of the technology. In this context, the objective of this research was to evaluate the state of conservation of rural cisterns built in the rural area of Mossoró-RN, after seven years of use. For the elaboration of this research, the community by the name of Quixaba Settlement, individual interviews were applied, seeking to identify the factors that influenced the deterioration of these reservoirs. After analyzing the data, it can be concluded, that, the main factors for deterioration in most of the analyzed reservoirs are related to the absence of basic maintenance in the cisterns, causing the appearance of physical defects in their structure, making them unfeasible to be used.

Keywords: Social Technologies, Semi-arid Region, Water Supply, Rural Settlements.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Representação de uma cisterna de placas pronta para ser utilizada	16
Figura 02 - Piso da cisterna em processo de construção.....	17
Figura 03 - Cisterna de placas construída na fase de montagem das placas pré-moldadas recebendo o reboco externo.....	17
Figura 04 - Vista interior da montagem do teto da cisterna.....	18
Figura 05 - Imagem de satélite do Assentamento Quixaba – Mossoró, RN.....	20
Figura 06 - Aplicação do questionário ao primeiro entrevistado do Assentamento Quixaba – Mossoró, RN.....	21
Figura 07 - Carroça de tração animal utilizada para transporte de água no Assentamento Quixaba-Mossoró, RN.....	22
Figura 08 - Representação dos problemas estruturais encontrados nas cisternas do Assentamento Quixaba-Mossoró, RN.....	23
Figura 09 - Reservatórios com lateral superior danificada com trincas e rachaduras, no Assentamento Quixaba-Mossoró, RN.....	23
Figura 10 - Representação da conservação da bomba manual de cisternas do Assentamento Quixaba- Mossoró, RN.....	24
Figura 11 - Bomba manual inoperante no Assentamento Quixaba- Mossoró, RN.....	24
Figura 12 - Descrição da avaliação geral da estrutura das cisternas do Assentamento Quixaba-Mossoró, RN.....	25
Figura 13 - Manutenções realizadas nas cisternas pelos proprietários no Assentamento Quixaba- Mossoró, RN.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Disponibilidade hídrica social nos rios, necessidade de gerenciamento no Nordeste do Brasil e situação comparativa de Israel.....	13
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	REFERÊNCIAL TEÓRICO	12
2.1	O semiárido brasileiro e a crise hídrica	12
2.2	Políticas de combate à seca.....	14
2.3	Cisterna de Placas.....	15
3	METODOLOGIA	19
3.1	Descrição da área em estudo	19
3.2	Caracterização das cisternas selecionadas	20
4	RESULTADOS E DISCUSÃO	22
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
	REFERÊNCIAS	27
	ANEXOS.....	29

1 INTRODUÇÃO

O Semiárido brasileiro é a região semiárida mais povoada do mundo. Tem uma área de 1.127.953 km² e reúne 1.262 municípios, onde vive uma população estimada em 27.870.241 habitantes, apresentando densidade demográfica de 25 habitantes/km² (INSA, 2018). A área abrange os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe e nela concentra-se a maior população rural do Brasil. O Semiárido está inserido na região intertropical, apresenta clima quente, distribuição irregular das precipitações, forte insolação, alternância de anos secos e chuvosos, e elevada taxa de evaporação (SOUSA et al., 2017). Tais características afetam diretamente a vida da população que se encontra no Semiárido, principalmente no que diz respeito ao acesso à água na região.

O acesso à água é um dos temas mais relevantes no Semiárido, assim como o abastecimento das populações rurais. Com as menores médias de precipitações anuais do país e potencial de evapotranspiração de mais 3.000 mm/ano, o balanço hídrico da região é negativo e a busca por novas fontes de água, desde o Império, sempre pautou governos, técnicos e sociedade. No entanto, a questão da água na região não deve ser tratada apenas como um limite da natureza, mas como uma característica que precisa ser respeitada e considerada na construção das soluções.

O maior desafio da região é garantir água de forma contínua e para todas as pessoas, ou seja, no meio rural, abastecer mais de 9,5 milhões de pessoas durante todo o ano, mesmo em períodos de estiagem, quando as fontes ficam mais escassas. Desde chegada dos portugueses aos dias atuais, o Semiárido enfrentou 72 secas: 4 anuais e 32 plurianuais, o que expressa o significado e a previsibilidade dos períodos de estiagem (CGEE, 2012).

E segundo a EMBRAPA (2019), as características edafoclimáticas e socioeconômicas do Semiárido requerem tecnologias específicas de utilização e conservação dos recursos hídricos. Além do quadro de escassez, a utilização incorreta dos recursos hídricos aumenta a fragilidade da região ao processo de desertificação. O impacto de possíveis mudanças climáticas pode ainda interferir negativamente em processos produtivos, na saúde e na qualidade de vida na região, pela redução da disponibilidade hídrica. Nesse contexto, devem-se abordar o problema de escassez de água e abastecimento a comunidades difusas, levando em consideração tecnologias alternativas, de baixo custo e fácil apropriação pela população.

O Estado do Rio Grande do Norte tem apresentado baixos índices de precipitação verificados nos últimos anos, sendo que muitos municípios possuem dificuldades para suprir

a demanda do consumo de água por parte da população, caracterizando um cenário de alta vulnerabilidade ao colapso hídrico. Uma das estratégias de convívio com a estiagem tem sido a implantação de tecnologias sociais hídricas no território do Semiárido, representadas na maior parte pela construção de cisternas de placas, poços, tanques e barragens, que visam facilitar o acesso à água por parte da população (ASA, 2016). E dentre as tecnologias implantadas, a que possui maior representatividade no Rio Grande do Norte são as cisternas de placas.

A cisterna de placa mais utilizada é a que possui capacidade para 16 mil litros. É um reservatório cilíndrico, construído nas proximidades da residência do morador e que faz a captação de água da chuva através do telhado. A cisterna pode ser construída com placas de cimento, anéis de concreto, alambrado e outros tipos de materiais, sendo que uma parte do reservatório fica enterrada no chão, para garantir mais resistência. A finalidade é armazenar água da chuva para suprir as necessidades básicas de uma família, de aproximadamente cinco pessoas, durante um período de oito meses (ASA, 2008).

Os cuidados de manutenção com as cisternas são fundamentais para garantir o bom desempenho da tecnologia. A Articulação Brasileira do Semiárido-ASA, recomenda manter as cisternas sempre fechadas; utilizar a bomba de repuxo manual ou balde limpo e de uso exclusivo; fazer a lavagem da cisterna com água e cloro antes da chegada das chuvas; pintar o exterior da cisterna com cal branco antes do período chuvoso; não plantar árvores a menos de 10 metros de distância para evitar rachaduras e fazer os reparos de fissuras e/ou rachaduras com urgência. Com isso, muitas famílias acabam não realizando a manutenção correta das cisternas, prejudicando a sua conservação.

Desse modo, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar o estado de conservação das cisternas rurais, após sete anos de uso na zona rural de Mossoró-RN e

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O semiárido brasileiro e a crise hídrica

Quando se fala da região semiárida do Brasil, vem a nossa mente a imagem de uma região com um clima desfavorável, que gera a tão temida seca.

Além disso, o semiárido se configura pelo fato de ser uma região habitada por aproximadamente 30 milhões de pessoas segundo a superintendência de desenvolvimento do nordeste é uma região que possui um índice pluviométrico médio de 700 mm anuais, porém, essas chuvas se distribuem de maneira desigual no tempo e no espaço. Essa irregularidade de chuvas se explica pela concentração da precipitação em poucos dias ou semanas do ano. (DIAS, 2015).

De acordo com NÉRI et al. (2004), o clima não é o único fator determinante sobre a vida no semiárido, pois na maior parte da região há o embasamento cristalino, com solos rasos e com pouca capacidade de armazenamento subterrâneo nos meses chuvosos que perdurem no período de estiagem.

Estudos crescentes sobre o clima permitiram concluir não ser a ausência de chuvas, mas a distribuição irregular, agregada a uma alta taxa de evapotranspiração, que resultam no conhecido fenômeno da seca, que atinge a população residente, pois a precipitação anual se concentra em três ou quatro meses, havendo grande variação de ano para ano (CIRILO et al., 2007).

Bezerra (2002) relata que, a precipitação média anual no Nordeste é baixa, irregular, além de ter temperaturas elevadas e alta incidência solar, gerando altas taxas de evaporação.

Para PEDUZZI (2015) o maior impacto da seca no Brasil é que ela afeta diretamente o ecossistema, tornando difícil o desenvolvimento da agricultura e a criação de animais e, segundo a Confederação de Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), a Agricultura e Pecuária juntas são responsáveis por 23% do PIB do país.

A forte influência dos fatores ambientais sobre a população da região é nitidamente vista, no qual a seca representa um agravante que culmina no aumento das desigualdades, conflitos sociais e desarticulação total da estrutura produtiva local para as faixas mais pobres das populações (SILVA et al., 2013).

Quando olhamos para o cenário do nosso país, vemos que, no Brasil, dispõe-se de uma legislação bastante avançada relacionada à gestão das águas. No entanto, em relação à gestão hídrica, de uma maneira geral, limitações institucionais, infra estruturais, técnicas, financeiras

e de pessoal ainda levam agências governamentais a atuarem apenas no plano emergencial e na resolução de impactos (LETRAS AMBIENTAIS, 2018).

PLIRHINE (1980) visando melhor compatibilizar a grande variabilidade da distribuição geográfica da água e respectivas demandas, com o Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil dividiu a região Nordeste em 24 unidades geoeconômicas de planejamento (UPs), formadas por bacias ou conjunto de bacias hidrográficas inseridas, parcial ou totalmente, em um ou mais estados. Os dados apresentados na Tabela 1 resultaram da atualização do autor, realizada pelo Projeto ÁRIDAS (VIEIRA, 1996).

TABELA 1: Disponibilidade hídrica social nos rios, necessidade de gerenciamento no Nordeste do Brasil e situação comparativa de Israel.

UPs – Unidades Planejamento	Área Km ²	*Q médio dos rios sup+subt) x10 ⁶ m ³ /ano	Popul. urb+rural (IBGE, 1991)	Disponib. m ³ /hab/a.	***% Demanda Total/vazão média dos rios
1. Tocantins-Maranhão	32900	5450+500	264818+184556	13000	2-3
2. Gurupi	50600	15290+2510	192304+386480	30754	2-2
3. Mearim-Grajaú-Pindaré	97000	14140+3430	842469+1479103	7568	3-4
4. Itapecuru	54000	7750+1550	326331+445288	12052	3-3
5. Munim-Barreirinhas	27700	5690+3120	121818+293939	21190	2-3
6. Parnaíba	330000	31090+9030	1741594+1617872	11942	5-7
7. Acaraú-Coreaú	30500	3910+1360)	426746+473672	5853	4-6
8. Curu	11500	2010+350	192629+192533	6127	10-13
9. Fortaleza	14700	1740+530	2411212+270894	846	28-40
10. Jaguaribe	72000	3340+810	975770+992114	3805	23-34
11. Apodi-Mossoró	15900	520+300	368004+223712	1386	16-27
12. Piranhas- Açú	44100	2130+590	684734+560677	2184	17-24
13. Leste Potiguar	24440	950+730	1145863+539203	997	22-34
14. Leste Paraíba	23760	1290+900	1519834+05283	1030	21-30
15. Leste Pernambuco	25300	3380+950	4170296+1118349	819	44-70
16. Bacias Alagoas	17100	1430+1650	1253953+707524	1570	27-51
17. São Francisco	487000	24400+16700	3184912+3253205	6384	23-34
18. Vaza-Barris	22330	810+390	755592+263655	1177	16-28
19. Itapicuru-Real	46100	1200+880	517118+892025	1476	11-19
20. Paraguaçu-Salvador	81560	4215+4205	3480425+1233761	1786	13-22
21. Contas- Jequié	62240	4860+700	612371+807498	3916	12-25
22. Pardo-Cachoeira	42000	5920+1240	909008+475229	5172	4-6
23. Jequitinhonha	23200	5570+540	107416+116769	27254	1-2
24. Extremo Sul da Bahia	27300	1540+5440	305793+190127	14075	5-9
NORDESTE (SUDENE)	1663230	148625+58405 (207030)	26511010+17323468 (43834478)	4723	11-16
Israel **	20330	1.700	4.600.000	370	**** 120-?

Fonte: PLIRHINE 1980; * Demandas de 1990 e do ano 2020 segundo o Projeto ÁRIDAS (1994).

Conforme demonstram os dados da tabela 1, os maiores valores de disponibilidade hídrica social pertencem as UPs localizadas nos estados do Maranhão e do Piauí. Nas UPs totalmente inseridas no domínio semiárido os valores variam entre 846 m³/hab/ano na UP 9 – Fortaleza – e 6127 m³/hab/ano na UP 8 – Curú – no estado do Ceará. Na UP 15 – Leste de Pernambuco – encontra-se a menor disponibilidade social: 819 m³/hab/ano. Tendo em vista que Israel apresenta condições objetivas menos favoráveis em termos de recursos hídricos, a comparação entre situações poderá ser bem ilustrativa de como o uso racional da disponibilidade social de água em cada uma das UPs poderia livrar o Nordeste do seu quadro de pobreza amplamente manipulado e sofridamente tolerado (PLIRHINE, 1980).

Na busca de tecnologias para auxiliar a convivência das famílias rurais com a região semiárida foram desenvolvidos e aplicados diversos programas de caráter governamental e não governamental para a captação de água de chuva e o armazenamento de água em cisternas visando contribuir com a disponibilidade de água, principalmente nos meses de estiagem (ARAÚJO, SOUSA e LUCAS, 2014).

2.2 Políticas de combate à seca

As políticas de combate aos efeitos da seca tiveram início em outubro de 1909, com a criação da Inspeção de Obras Contra as Secas - IOCS que não foi suficiente para aliviar os efeitos da seca, pois os custos foram maiores do que o orçado (TRAVASSOS et al., 2013).

Para o autor citado anteriormente, outro importante momento de execução de políticas públicas no semiárido, ocorreu durante o governo de Juscelino Kubitschek, quando foi criado o Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste (GTND). Esse grupo nasceu com o objetivo de discutir, debater e apresentar, em no máximo dois anos, um diagnóstico completo, bem como um conjunto de propostas para o desenvolvimento do Nordeste.

A Sudene (Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste) foi criada em 1959 para promover o desenvolvimento da região Nordeste. Porém, ela foi extinta em 2001 devido ao grande número de denúncias de desvios de recursos públicos que seriam destinados para projetos de desenvolvimento (Folha de São Paulo, 2003).

O governo federal através do Ministério da Integração Nacional, desenvolve ações e projetos que somam mais de R\$ 30 bilhões para mitigar os efeitos da seca. O foco dos projetos é garantir abastecimento de água, melhorar a oferta de água – em quantidade e em qualidade – amenizar as perdas econômicas dos agricultores e revitalizar as bacias dos rios, principalmente do São Francisco (TRAVASSOS et al., 2013).

Segundo Andrade Neto (2015), no meio rural se utilizam há muito tempo, cisternas para captar e armazenar a “água de beber”, mas somente há décadas é que a população mais pobre teve acesso a esta forma de abastecimento de água, difusa e socialmente justa. Esse mesmo autor relata que no passado, não havia ações do governo para ampliar a construção de cisternas para uso da água de chuva, ficando as poucas existentes limitadas ao acesso de pessoas com capacidade financeira para sua aquisição.

Pensado nessas restrições que as famílias tinham, outra política pública teve grande avanço no semiárido brasileiro, o Projeto Um Milhão de Cisternas (P1MC), que de acordo com a ASA (Articulação Semiárido Brasileiro) (2016), tem resultado em uma experiência que aponta um caminho novo para a construção das políticas públicas, pois demonstra uma ação que nasce da sistematização de experiências locais e da mobilização da sociedade civil para propor uma política pública efetiva e abrangente para o Semiárido, que garante o direito das populações rurais de ter água de qualidade para o consumo. Em mais de uma década, o acesso à água de beber no Semiárido virou uma política de governo e passou a ter recursos previstos no Orçamento Geral da União, e até outubro de 2018, foram construídas pouco mais de 616 mil cisternas de placas em todo o semiárido rural brasileiro.

Para somar com esse projeto, o ministério atua com medidas emergenciais, como a Operação Carro-Pipa, para a distribuição de água para as cisternas instaladas, para que as pessoas possam tanto coletar a água da chuva quanto colocar essa água dos carros-pipa. O uso de carros-pipas é insuficiente para sanar a demanda de água da população. Essa ação apenas diminui por curto tempo a falta de água nessa região.

Atualmente a operação Carro-pipa conta com mais de 3 mil veículos para levar água às áreas e cidades mais afetadas, juntamente com a construção de 111 mil cisternas para armazenar água dos caminhões-pipa e das chuvas, e ao término de 2022, pretende-se um total de 290 mil cisternas construídas (PORTAL BRASIL, 2022).

2.3 Cisterna de Placas

A cisterna de placa é um tanque construído para armazenar as águas de chuva captadas em uma superfície próxima, que pode ser o telhado de uma residência, ou um calçadão.

Figura 1: Representação de uma cisterna de placas pronta para ser utilizada.



Fonte: FAUSTO. J. L. G (2022)

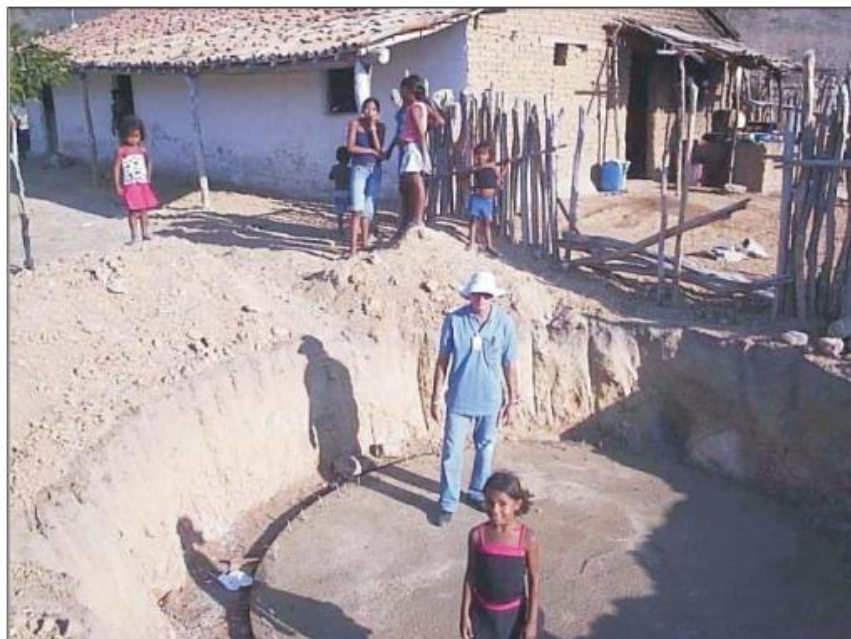
É um tipo de reservatório de captação da água de chuva construído com placas de cimento pré-moldadas. Ela tem o formato cilíndrico ou arredondada, é coberta para evitar a poluição e a evaporação da água armazenada e semienterrada, aproximadamente dois terços da sua altura, para garantir a segurança de sua estrutura. A partir do escoamento da água da chuva nos telhados das casas, por meio da utilização de calhas de zinco ou PVC a água é armazenada na cisterna, que tem capacidade para armazenar 16 mil litros de água, que de acordo com a ASA é suficiente para abastecer uma família que possui até seis pessoas, em períodos de estiagem com a duração de até oito meses (ASA, 2016).

Essas cisternas são construídas a partir de placas de concreto pré-moldado, são cobertas e por meio de um sistema de calhas acoplado aos telhados, recebem e armazenam a água de chuva. O modelo de cisterna de placas foi inventado na década de 1960, por um pedreiro na cidade de Simão Dias, Sergipe, chamado Manoel Apolônio de Carvalho, ao substituir tijolos, por placas de cimento pré-moldadas (SILVA, et al, 2017).

Podemos observar a seguir como ocorre a construção de uma cisterna, representados nas figuras 2, 3 e 4.

Na figura 2 é ilustrada a fase inicial da construção, onde o piso da cisterna é feito com uma malha de ferro $\frac{3}{4}$ e concreto.

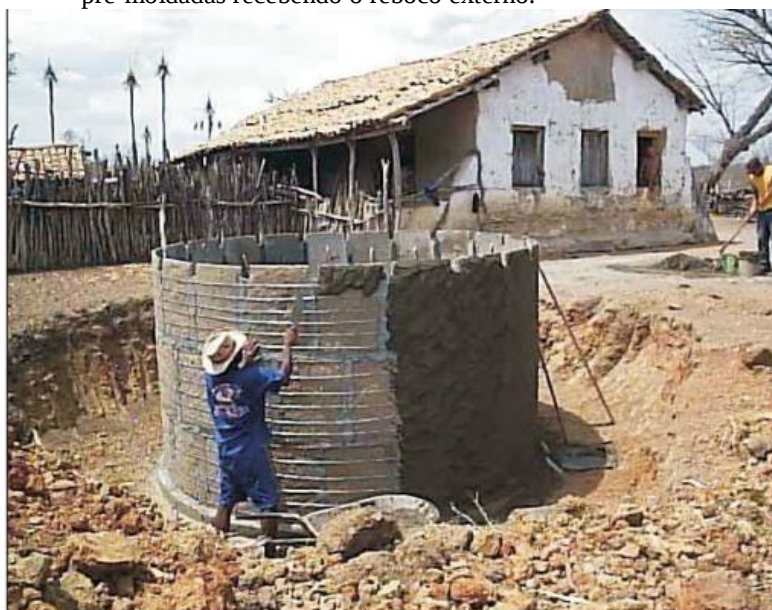
Figura 2: Piso da cisterna em processo de construção.



Fonte: PRODHAM (2010)

Na figura 3, a cisterna já está com sua parede montada, onde são feitas três fileiras de placas intercaladas, após a montagem a estrutura é rodeada por um fio de arrame grosso, em seguida é efetuado o reboco externo e interno, com proporção de traço 1:5:0,7 (cimento: areia: relação água-cimento).

Figura 3: Cisterna de placas construída na fase de montagem das placas pré-moldadas recebendo o reboco externo.



Fonte: PRODHAM (2010)

Após essa fase dá-se início construção do teto da cisterna, como veremos a seguir na figura 4.

Figura 4: Vista interior da montagem do teto da cisterna.



Fonte: PRODHAM (2010)

Após a montagem do teto efetua-se o reboco e instalação da tampa e da bomba, finalizando com uma pintura com tinta branca, para então ser entregue ao beneficiado.

Depois que o proprietário recebe a cisterna, ele deve seguir alguns passos para que seu reservatório esteja sempre conservado, como descreve PROHDAM (2005).

Com relação aos cuidados com a maior vida útil da cisterna, recomenda-se:

- Fazer a limpeza anual (interna e externa);
- Fazer a manutenção preventiva e corretiva da estrutura física e de captação da cisterna;
- Evitar que a cisterna permaneça muito tempo vazia com riscos de rachaduras;
- Capacitação técnica e comportamental dos beneficiários, focada na conservação e manutenção.

Outros aspectos importantes são descritos por Fontenele e Figueiredo (2005).

- Lembrar que a cisterna é comunitária;
- Não desperdiçar água;
- Utilizar somente a quantidade de água necessária por beneficiário;
- Retirar água somente através da bomba;
- Não lavar louças ou roupas com água da cisterna;
- Não colocar lixo próximo ou dentro da cisterna;
- Manter calhas e bicas sempre limpas;

- Não utilizar água das primeiras chuvas;
- Abrir as cisternas somente para limpeza na data marcada;
- Não colocar nenhum tipo de objeto em cima da cisterna.

Mesmo com todas essas especificações, é possível que surjam defeitos como fissuras, trincas ou rachaduras, causando percas como vazamento de água. Consequentemente os vazamentos fazem com que a água armazenada seja rapidamente perdida através da percolação em paredes da cisterna. Tais problemas, fazem com que a família precise abandonar a cisterna, por não possuir condições financeiras ou, até mesmo, interesse em realizar a manutenção necessária e consertar o reservatório. A maior incidência de trincas ocorre quando a cisterna se encontra vazia. Há, ainda, a ocorrência de cisternas inoperantes, devido a ruína da estrutura. A causa pode ser atribuída a defeitos na sua concepção, como a má execução e/ou o uso de materiais de baixa qualidade, em quantidades diferentes das especificadas nos projetos (MENDES et al, 2018).

3 METODOLOGIA

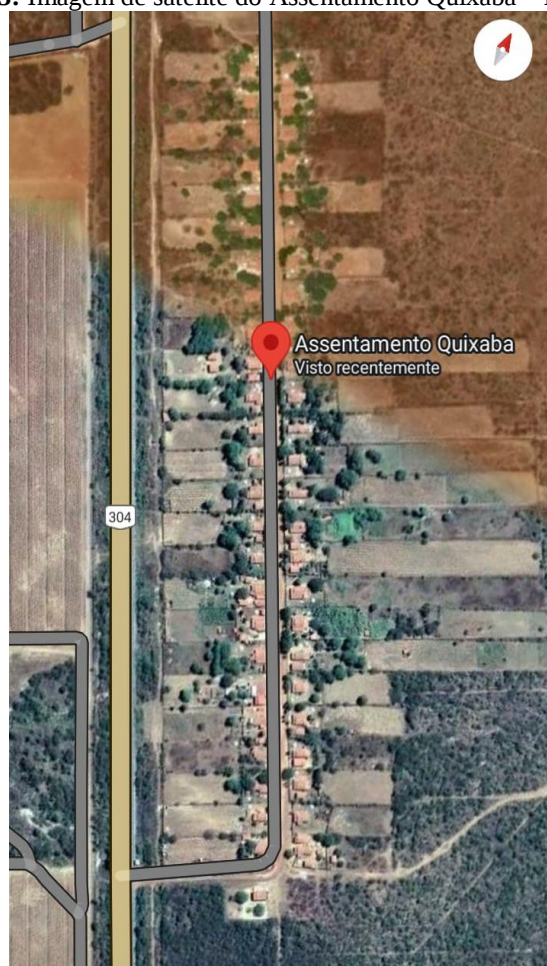
3.1 Descrição da área em estudo

O município de Mossoró, encontra-se no Nordeste brasileiro, microrregião de Mossoró e na mesorregião do Oeste Potiguar. De acordo com o IBGE (2021), sua população é estimada em 303.792 habitantes, possui uma área territorial de aproximadamente 2100 quilômetros quadrados, localizando-se a uma distância de 281 quilômetros da capital do estado, Natal - RN.

Para elaboração desta pesquisa, foi escolhida a comunidade por nome de Assentamento Quixaba, o acesso a esta comunidade se dá pelas margens da BR 304, Km 51, na saída para Natal. A comunidade é localizada indo sentido a cidade de Assú, a 19 km de Mossoró, com as coordenadas: 5°34'86.2"S, 37°25'38.7"W.

A visita para as entrevistas na comunidade ocorreu na sexta-feira, dia 13 de dezembro de 2019.

Figura 5: Imagem de satélite do Assentamento Quixaba – Mossoró, RN.



Fonte: Google Maps (2022)

O local de estudo foi contemplado com o programa Um Milhão de Cisternas Rurais (PIMC), realizado pela ASA - Articulação no Semiárido Brasileiro, estruturado com o objetivo de garantir água para consumo de um milhão de famílias rurais do Semiárido (SILVA et al., 2016). Este programa beneficiou a população desta comunidade no ano de 2012, com a construção de várias cisternas que se encontram em funcionamento, sendo, contudo, uma área relevante para desenvolvimento desta pesquisa, pois possui mais de 30 cisternas.

3.2 Caracterização das cisternas selecionadas

Para possibilitar a caracterização realizou-se uma visita “in loco” às famílias beneficiárias do programa P1MC, no Assentamento Quixaba (Figura 5), para observação e registro do estado de conservação de 30 cisternas. Foram aplicadas entrevistas individuais, buscando identificar os fatores que influenciaram na deterioração desses reservatórios,

Questionário aplicado na comunidade ilustrado no (Anexo 1).

Os informantes selecionados foram aqueles maiores de 18 anos, sem distinção de sexo, sendo um representante por família para evitar pseudoreplicações, e que residiam no assentamento há pelo menos 5 anos, como podemos ver na (Figura 6).

Figura 6: Aplicação do questionário ao primeiro entrevistado do Assentamento Quixaba- Mossoró, RN.



Fonte: O Autor (2019).

Na coleta de dados, foi empregado um questionário contendo 20 questões semiestruturadas. As questões foram subdivididas em duas categorias: 1) Perfil do beneficiado; 2) Condição estrutural da cisterna. A primeira parte do questionário consistiu em coletar informações sobre: Nome, idade e a escolaridade do entrevistado, a distância percorrida para buscar água antes da cisterna e a forma com que a água era transportada. Na segunda parte do questionário, as questões coletadas foram propostas da seguinte forma: estado da estrutura interna e externa, presença de fissuras, trincas, ou rachaduras, estado da tampa de proteção, estado da bomba, e última data de manutenção da cisterna. Após a aplicação do questionário realizou-se a avaliação visual das cisternas com o auxílio de uma fita métrica para aferir as dimensões das possíveis falhas na estrutura das cisternas.

Para a análise dos dados foi utilizado o método descritivo e percentual, onde as questões objetivas foram analisadas quantitativamente e apresentadas na forma de gráficos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos resultados obtidos com o levantamento observou-se que boa parcela dos proprietários das cisternas, demonstravam grande satisfação com a conquista de possuir uma cisterna e de ter água potável garantida e em quantidade suficiente para o ano inteiro ao lado de sua casa, pois 90% deles percorriam cerca de mil metros ou até mais, para ter acesso a água de beber. Eles relataram que, antes para transportar a água até suas casas eram utilizadas carroças de tração animal, como mostra a (Figura 7).

Figura 7: Carroça de tração animal utilizada para transporte de água no Assentamento Quixaba – Mossoró, RN.



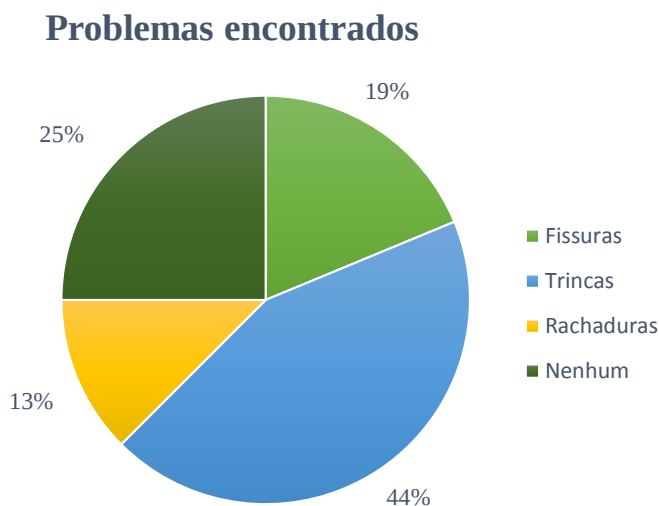
Fonte: O Autor (2019).

Segundo o relato de alguns entrevistados, com o passar do tempo eles começaram a ter problemas com as cisternas com relação a vazamentos, que podem estar ligados ao tipo de material utilizado na construção, como areia grossa ou mão de obra desqualificada, provocando falhas na estrutura, ocasionando a perda total da água acumulada. Com isso, muitos do que foram acometidos por esses problemas em suas cisternas, por não terem instrução nem condições de realizar algum reparo no reservatório, acabaram abandonando suas cisternas, optando por outro tipo de recipiente para armazenar a água do consumo familiar.

Em relação aos problemas estruturais encontrados, constatou-se que 44% das cisternas analisadas apresentaram trincas em sua estrutura, 19% apresentaram fissuras, 13%

apresentaram rachaduras e 25% das cisternas não apresentavam defeitos em sua estrutura, como descreve a Figura 8.

Figura 8: Representação dos problemas estruturais encontrados nas cisternas do Assentamento Quixaba-Mossoró, RN.



Fonte: O Autor (2019).

A presença de fissuras, trincas e rachaduras teve maior frequência na região superior das paredes e nas laterais do teto dos reservatórios analisados. Outro autor em suas pesquisas relata que os principais problemas observados em cisternas de placas construídas em comunidades rurais são a ocorrência de fissuras, trincas e rachaduras. Podemos ver alguns exemplos dessas ocorrências (Figura 9).

Figura 9: Reservatórios com lateral superior danificada com trincas e rachaduras no Assentamento Quixaba- Mossoró, RN

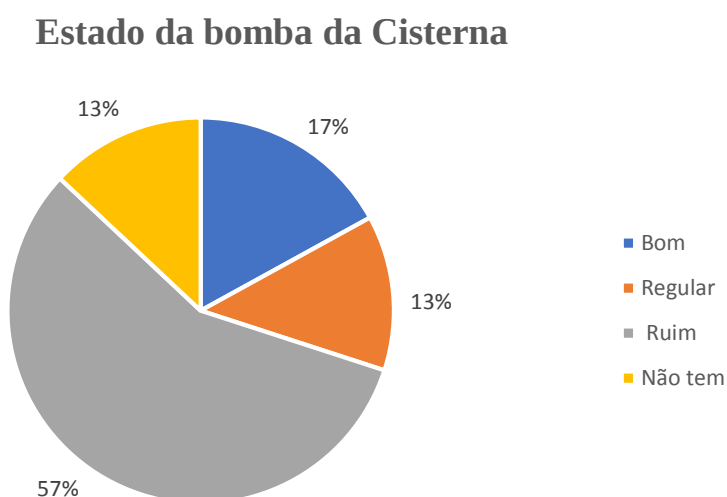


Fonte: O Autor (2019).

Essa região lateral do teto da cisterna é uma parte muito importante, pois ela dá o sustento para a estrutura do teto, com o passar do tempo, se não houver manutenção, pode acontecer o desabamento do teto, podendo assim, inutilizar a cisterna.

Em relação ao estado de conservação dos componentes externos presentes nas cisternas como a tampa e a bomba, vemos que 57% das cisternas ainda tinham suas tampas em bom estado, 33% estavam em estado regular e 10 % estavam ruins ou não tinham tampa. Já as bombas apresentaram valores diferentes em sua avaliação, pois apresentaram valores elevados de bombas em estado ruim de conservação (Figura 10).

Figura 10 : Representação da conservação da bomba manual de cisternas do Assentamento Quixaba-Mossoró, RN



Fonte: O Autor (2019)

O alto índice de bombas em estado ruim se dá pela falta de manutenção que a maioria dos proprietários deveriam realizar. E por falta de manutenção a bomba irá se deteriorar e enferrujar, impossibilitando o seu uso para a retirada da água. Como podemos ver na (Figura 11).

Figura 11: Bomba manual inoperante no Assentamento Quixaba- Mossoró, RN.

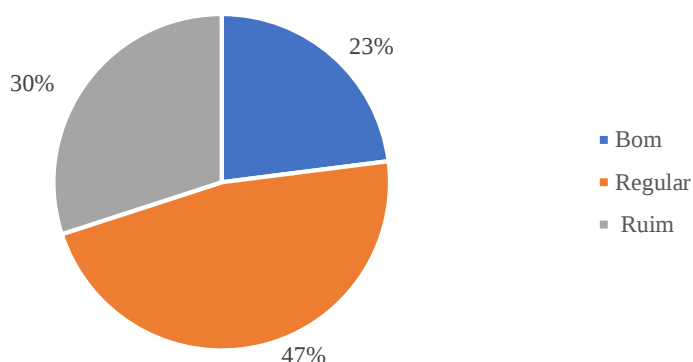


Fonte: O Autor (2019)

Após avaliar cada variável individualmente, pode-se realizar uma avaliação geral da estrutura de cada cisterna, onde foram reunidas todas as variáveis analisadas na cisterna, obtendo o resultado descrito no (Figura 12).

Figura 12 : Descrição da avaliação geral da estrutura das cisternas do Assentamento Quixaba - Mossoró, RN

Estado da Estrutura das Cisternas

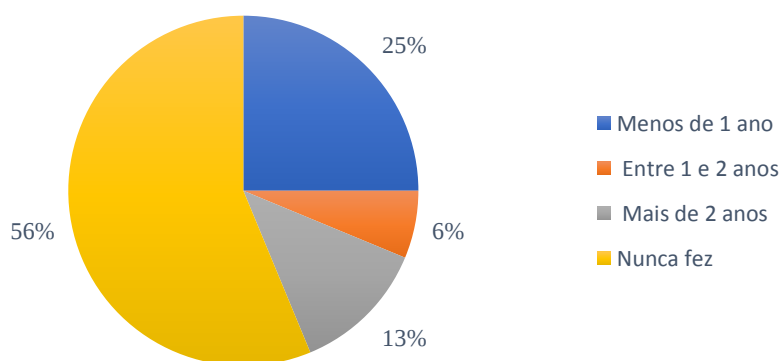


Fonte: O Autor (2019)

Os resultados obtidos, mostram que uma pequena parcela das cisternas analisadas ainda permanecem em bom estado de conservação, como podemos ver abaixo na (Figura 13).

Figura 13: Manutenções realizadas nas cisternas pelos proprietários no Assentamento Quixaba – Mossoró, RN

Última manutenção feita na cisterna



Fonte: O Autor (2019)

Com base nos resultados obtidos em relação ao período em que são feitas as manutenções, pode-se deduzir que, as cisternas que sempre tiveram sua manutenção em dia ou a cada ano, permaneceram em bom estado de conservação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho realizado no Assentamento Quixaba revela a realidade sobre o estado de conservação das cisternas dessa comunidade, e o papel do proprietário em conservá-la.

O baixo índice de cisternas em bom estado de conservação na comunidade restringiu o armazenamento de água em condições adequadas para o uso doméstico apenas à algumas famílias que mantiveram a manutenção de suas cisternas em dia.

Os defeitos detectados nas cisternas como, fissuras, trincas e rachaduras, reforçam a importância de realizar manutenções periódicas nas cisternas, para que as mesmas possam ter boa durabilidade.

Esses defeitos podem ser amenizados com a aplicação de materiais impermeabilizantes, como também, manter a cisterna sempre com água, mesmo que em pouca quantidade, para que a estrutura não sofra danos com a oscilação de temperatura.

Pode-se então alcançar o objetivo desse trabalho, tendo em vista a observação da qualidade da estrutura física das cisternas, visando os padrões adequados para o armazenamento de água. Como também, destacar os principais defeitos observados nas cisternas analisadas e suas possíveis causas.

Como sugestão para pesquisas futuras, é interessante que, além de conhecer a opinião dos agricultores e a conservação de suas cisternas, seja realizada uma análise dos padrões de qualidade da água, através da coleta de amostras de água nas cisternas, e posteriormente confrontar as informações, podendo assim, estabelecer conclusões mais sólidas sobre a situação de disponibilidade hídrica, tanto na ótica quantitativa, como qualitativa.

REFERÊNCIAS

ANDRADE NETO, C. O. de. Aspectos sociais, tecnológicos e sanitários dos avanços e desafios do uso da água de chuva no setor rural. In: SANTOS, D. B. dos et al (Org.). **Captação, manejo e uso de água de chuva**. Campina Grande: INSA, 2015. Cap. 12. p. 273-292.

ASA – ARTICULAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. Ações P1MC. 2016. Disponível em: < <http://www.asabrasil.org.br/acoes/p1mc>>. Acesso em: 20 fev. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, **A Questão da Água no Nordeste**. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Brasília, DF: CGEE, 2012.

ARAUJO, T. M. P. de; SOUSA, I. F. de; LUCAS, A. A. T. **Qualidade da água de cisterna no semiárido sergipano**. In: VII ENCONTRO DE RECURSOS HÍDRICOS EM SERGIPE, 2014, Aracaju. Anais do VII Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2014. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1001558/1/VIIenrehse.pdf>. Acesso em: 06 nov. de 2022

BEZERRA, N. F. Água no semiárido Nordeste: Experiências e desafios. In: **Seminário: Água e Desenvolvimento Sustentável no Semiárido**. Fortaleza, 2002.

CIRILO, J. A. et al. Caracterização do semi-árido brasileiro. In: _____. et al. (Org) **O uso sustentável dos recursos hídricos em regiões semi-áridas**. Recife: EDUFPE, 2007, p. 33-63.

DIAS, J. T.; MACHADO, T. T. V.; SILVA, T. C.; BARROS, M. C. V. SATISFAÇÃO DOS USUÁRIOS DE ÁGUAS ARMAZENADAS EM CISTERNAS NO SEMIÁRIDO PARAIBANO. **II Workshop Internacional sobre Água no Semiárido brasileiro**. Campina Grande, novembro de 2015.

EMBRAPA, Nota Técnica – Manejo de Recursos Hídricos. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-manejo-de-recursos-hidricos/nota-tecnica>. Acesso em: 02 nov. de 2022.

FAUSTO. J. L. G. A Tribuna do Sertão. PB Rural Sustentável capacita 3,5 mil famílias sobre construção, uso e manutenção de cisternas. Disponível em: <https://www.tribunadosertao.com.br/noticia/10979/informe-gov-pb-4-27-03-2022>. Acesso em: 02 nov. de 2022.

FOLHA DE SÃO PAULO. Entenda o caso da extinção da Sudene e da Sudam. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/brasil/ult96u50377.shtml>. 2003. São Paulo.

FONTENELE, F. C.; FIGUEIREDO, A. Z. Construção de cisterna de placas. Fortaleza: Secretaria dos Recursos Hídricos, 2005.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Brasileiro de 2021. Mossoró-RN: IBGE, 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/mossoro/panorama>. Acesso em: 06 de nov. de 2022

INSA - Instituto Nacional do Semiárido. **Agricultura temporária: Semiárido brasileiro 2017**. 2018. Disponível em: <https://portal.insa.gov.br/images/acervolivros/3>. Acesso em: 03 de jan. de 2020.

LETRAS AMBIENTAIS. Semiárido brasileiro: por que a seca ainda é um desastre?. ISSN 2674-760X, 2018. Disponível em: <https://www.letrasambientais.org.br/pdfs/semiarido-brasileiro:-por-que-a-seca-ainda-e-um-desastre-.pdf>. Acesso em: 06 de nov. de 2022.

MENDES, M. A. M.; DANTAS, A. K. E.; SILVA, M. G. **Condições e abastecimento das cisternas rurais: o caso da comunidade do Mocambo – Patos/PB**. Anais do I Conidis. Editora Realize. 2018.

NÉRI, A. O.; et al. Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada (IRPAA): Educação para a convivência com o semi-árido. In: KÜSTER, Ângela; MATTOS, Beatriz Helena Oliveira de Mello. **Educação no contexto do semi-árido brasileiro**. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, 2004, p. 131-138.

PEDUZZI, P. Participação da agropecuária no PIB sobe para 23% em 2015. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2015-12/participacao-da-agropecuaria-no-pib-sobe-para23-em-2015>. 2015. Acesso em: 02 nov. de 2022.

PLIRHINE – SUDENE. Plano de aproveitamento integrado dos recursos hídricos do Nordeste do Brasil. 15 v., 1980.

PORTAL BRASIL. Combate à Seca, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/combate-a-seca-1>. Acesso em: 02 nov. de 2022.

PRODHAM - Projeto de Desenvolvimento Hidroambiental do Estado do Ceará. CARTILHA CISTERNA DE PLACAS: CONSTRUÇÃO, USO E CONSERVAÇÃO. Vol.2. Fortaleza, 2010. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/29532/1/Cartilha-vol-2-Cisterna-de-placas.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2022.

SILVA, V. M. de A. et al. O desastre da seca no Nordeste brasileiro. **Revista Eletrônica Polêmica**, v. 12, n. 2, p. 284-293, 2013.

SILVA, A. F. et al. Qualidade da água do reservatório de Nossa Senhora das Dores através do índice de qualidade da água de reservatório. Scientia Plena, [s.l.], v. 13, n. 10, p.1-6, 30 nov. 2017. Associação Sergipana de Ciência. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14808/sci.plena.2017.109907>. Acesso em :02 nov. de 2022.

TRAVASSOS, I. S.; SOUZA, B. I.; SILVA, A. B;. Secas, Desertificação e Políticas públicas no Semiárido Nordestino Brasileiro. 2013.

VIEIRA, V.P.P.B. Desenvolvimento sustentável e gestão de recursos hídricos no Nordeste semi-árido. Fortaleza, II Simp. de Rec. Hidr. do Nordeste, Anais, p 1-10, 1994.

ANEXOS

Anexo1 - Modelo de Questionário aplicado no Assentamento Quixaba.



**QUESTIONÁRIO
OFICIAL CISTERNAS**