



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**



**ALEXANDRE CARLOS ARAÚJO DE SANTANA**

**AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DA CISTERNA  
CALÇADÃO, ENQUANTO TECNOLOGIA AMBIENTAL  
UTILIZADA POR FAMÍLIA DE AGRICULTORES NO  
SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO.**



CARUARU-PE

2015

**ALEXANDRE CARLOS ARAÚJO DE SANTANA**

**AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DA CISTERNA  
CALÇADÃO, ENQUANTO TECNOLOGIA AMBIENTAL  
UTILIZADA POR FAMÍLIA DE AGRICULTORES NO  
SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco – Centro Acadêmico do Agreste para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil e Ambiental.

Área de Concentração: Tecnologia Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Anderson Luiz Ribeiro de Paiva.

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sylvana Melo dos Santos.

CARUARU-PE

2015

Catálogo na fonte:  
Bibliotecária - Simone Xavier CRB/4-1242

S232a Santana, Alexandre Carlos Araújo de.  
Avaliação do gerenciamento da cisterna calçadão, enquanto tecnologia ambiental utilizada por família de agricultores no semiárido pernambucano. / Alexandre Carlos Araújo de Santana. - 2015.  
120f.. il. ; 30 cm.

Orientador: Anderson Luiz Ribeiro de Paiva  
Coorientadora: Sylvana Melo dos Santos  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, 2015.  
Inclui referências bibliográficas

1. Semiárido. 2. Cisternas. 3. Tecnologia ambiental. 4. Desenvolvimento sustentável. 5. Abastecimento de água. I. Paiva, Anderson Luiz Ribeiro de (Orientador). II. Santos, Sylvana Melo dos (Coorientadora). III. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E  
AMBIENTAL

A comissão examinadora da Defesa de Dissertação de Mestrado

**AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DA CISTERNA  
CALÇADÃO, ENQUANTO TECNOLOGIA AMBIENTAL  
UTILIZADA POR FAMÍLIA DE AGRICULTORES NO  
SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO**

defendida por

ALEXANDRE CARLOS ARAÚJO DE SANTANA

Considera o candidato APROVADO

Caruaru, 30 de setembro de 2015

---

Dr. ANDERSON LUIZ RIBEIRO DE PAIVA – PPGECAM/UFPE  
(orientador)

---

Dra. SYLVANA MELO DOS SANTOS – PPGECAM/UFPE  
(co-orientadora)

---

Dr. SAULO DE TARSO MARQUES BEZERRA – PPGECAM/UFPE  
(examinador interno)

---

Dra. MARIA FATIMA DE SOUSA – DSC-FS/UnB  
(examinadora externa)

---

Dr. FÁBIO DOS SANTOS SANTIAGO – PDHC-MDA-FIDA/MDA  
(examinador externo)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me guiado, protegido e conduzido durante todos os momentos de minha vida e contribuído de forma incondicional para que até aqui eu tenha chegado.

Agradeço a toda minha família (avós, tios, primos, cunhados e sogros), pelo eterno amor carinho e apoio.

Agradeço aos meus amigos do peito, que me alegram e me consolam nos momentos de tristezas, que têm tornado a vida mais leve e o mundo um local melhor para se viver.

Agradeço em especial ao meu irmão Pedro, minha irmã Carolina e meus pais Paulo e Verônica por terem contribuído diariamente com minha formação como homem e como ser humano, me ajudando a compreender que o caminho da vida é trilhado passo a passo e que tudo nela tem um sentido e um propósito.

Agradeço a todos os que já passaram e aos que ainda estão na Secretaria Executiva da Agricultura Familiar do Governo do Estado, da qual eu tenho orgulho em fazer parte dessa equipe pioneira em Pernambuco, que trabalha na busca incessantemente em fazer do mundo rural “um lugar ainda melhor para se viver”. Agradeço ainda, em especial ao colega Marvison Andrade pela imensa contribuição na localização das famílias participantes do projeto e acompanhamento nas coletas de campo.

Agradeço aos agricultores e suas famílias, relatados nesta pesquisa, que se dispuseram durante dez meses, a contribuir de forma voluntária, destinando momentos importantes de suas vidas para realizar as anotações dos dados que me permitiram escrever este trabalho.

Agradeço aos meus orientadores Prof. Anderson e Professora Sylvana, que de uma forma muito singular me conduziram durante todo meu mestrado. Agradeço por toda confiança demonstrada, principalmente diante da permissão de escolha do tema e da metodologia a ser aplicada.

Agradeço em especial a minha companheira Jussara Duarte Fernandes, que com todo seu amor e paciência tem me acompanhado nos últimos 17 anos ensinando-me a viver, a amar e ser imensamente amado. Sem ela todo caminho trilhado e todas as conquistas alcançadas seriam inúteis, pois só com ela tudo faz sentido, tudo vale a pena.

## RESUMO

No cenário brasileiro, a Região Nordeste é aquela que tem a maior população rural, proporcionalmente à população total: 26,87% do total da população estão nas áreas rurais dos municípios. A região possui características naturais singulares no Brasil, tendo em boa parte de seu território a ocorrência do clima Semiárido. Estudos indicam que o fenômeno das secas remonta há milhares de anos, antes mesmo da ocupação humana no Nordeste brasileiro, porém a curta estação chuvosa presente hoje pode desaparecer, dificultando a prática da agricultura na região sem o uso de irrigação, sendo necessário que a região adote um novo perfil produtivo, inovando nas práticas de convivência com a seca. É imprescindível criar alternativas que contribuam para o desenvolvimento sustentável, principalmente para um gerenciamento mais adequado das águas nesta região. Com a finalidade de dialogar com essa realidade, foi desenvolvida a cisterna calçadão de 52 mil litros. Este trabalho objetivou-se em avaliar esta tecnologia como capaz ou não de contribuir com a produção de alimentos por agricultores familiares residentes no Semiárido pernambucano. O universo do estudo foi constituído por 4 agricultores beneficiados por Cisternas Calçadão e que já utilizam a tecnologia há mais de um ano, residentes nos municípios de Cumaru e São Caetano /PE. O trabalho de campo foi dividido em duas etapas, Etapa Qualitativa ou de Gestão (que consiste em avaliar a eficácia da cisterna calçadão como tecnologia ambiental utilizada na produção de alimentos no Semiárido pernambucano), iniciado a partir da aplicação de um questionário por agricultor, para posterior construção do Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) e Etapa Quantitativa ou da Qualidade da Água (que consiste em avaliar a qualidade físico-química da água e sua quantidade utilizada para produção de alimentos). Foram realizadas 3 campanhas de análise físico-química das águas contidas nas cisternas, mensuração do nível diário de água na cisterna, e registro do índice pluviométrico local. Os resultados encontrados demonstram que a demanda por água, para fins produtivos, em 50% das famílias, ultrapassa a capacidade de acúmulo da cisterna calçadão que é de 52 mil litros. Para manutenção da produção de alimentos e/ou dessedentação dos animais é necessário cerca de 3.064 litros/mês, contudo, apenas 50% da água da cisterna é usada para fins produtivos. No que diz respeito ao coeficiente de escoamento superficial (C) da área de captação, identificou-se que eventos pluviométricos ocorridos em dias consecutivos são os maiores fatores de influência para esse índice, ao passo que o valor médio de  $C = 0,50$ , indica que o calçadão tem uma eficiência de apenas 50% em captar a chuva. Em relação à qualidade da água, conclui-se que todas se encontram fora dos padrões de potabilidade apresentando teores elevados tanto de coliformes totais quanto de E.coli. Por fim, conclui-se que os agricultores revelaram ter conhecimento sobre o manejo da água da cisterna calçadão, contudo necessitam de uma melhor compreensão da técnica para serem capazes de promover uma gestão mais próxima à situação de conservação da água.

**Palavras-Chave:** semiárido; cisterna calçadão; gestão da água.

## ABSTRACT

In Brazilian scene, Northeast Region is the one that has the majority rural residents, in proportion to the total population: 26,87% of the total population live in the municipalities' rural areas. The region possess unique natural characteristics in Brazil, where semi-arid climate covers most parts of its territory. Although studies have indicate that the phenomenon of drought traces back thousands of years, even before man settlements in Brazilian Northeast, the current short rainy season may disappear, therefore making it impossible to cultivate agriculture over the region without the use of irrigation, or either access to water may be very difficult. It will be required an adoption of a new productive profile, innovating the practice of living with drought, empowering small productive areas, diversifying their crop production. It is extremely necessary to create alternatives that contribute to sustainable development, principally for a more satisfactory water management in this region. A 52 thousand liter calçadão cistern was designed with the purpose to deal with actual conditions. This research aims to evaluate whether this technology is capable or not to contribute to production of food by local family farmers in semi-arid in Pernambuco State. The total study population is consisted of 4 farmers, who have been benefited by calçadão cisterns and already have used the technology for more than a year, and are residents in the municipalities of Cumaru and are Caetano / PE. The fieldwork was divided into two phases, qualitative or management phase (analyzing the efficacy of calçadão cistern as an environmental technology used in food production in semi-arid of Pernambuco), which started from the application of a questionnaire per farmer for posterior elaboration of (collective subject speech) CSS, as well as quantitative phase or water quality phase, (analyzing physical-chemical water quality and quantity used for food production). It was carried out 3 physical-chemical analysis surveys of water reserved in the cisterns, measurements of the daily level of water in cistern and records of local rainfall indexes. The results showed that the demand for water for productive purposes, for water in 50% of the families, exceeds the accumulation capacity of the calçadão cistern, which is 52,000 liters. To maintain food production and or animals watering is necessary 3.064, liters/month, but only 50% of water in cistern is used for productive purposes. Regarding to the runoff coefficient (C) of the capture area, it was identified that precipitation events occurred on consecutive days are major influence factors to this rate, whereas the average value of C equals to 0.50, meaning that the calçadão has an efficiency of just 50% in capturing rain. With respect to water quality, it is concluded that they all fall outside consumption standards, obtaining high levels of both total coliforms as E.coli. Finally, it is clear that even though farmers were found to have knowledge of the used technology, they need a better understanding of the technique in order to be able to promote a closer management to conserve water situation.

**Keywords:** semiarid; calçadão cistern; water management.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Calçadão em construção e detalhe do decantador. ....	31
<b>Figura 2</b> - Cisterna em fase de construção. ....	32
<b>Figura 3</b> - Cisterna calçadão concluída .....	32
<b>Figura 4</b> - Agricultora utilizando a água da cisterna para produzir hortaliças em canteiros de hidricamente eficientes.....	33
<b>Figura 5</b> - Mapa e localização do município de Cumaru .....	41
<b>Figura 6</b> - Mapa e localização do município de São Caetano .....	44
<b>Figura 7</b> - Agricultor com régua para aferir nível de água da cisterna e pluviômetro. ....	58
<b>Figura 8</b> - Variação da cor aparente durante as campanhas nas 4 cisternas. ....	63
<b>Figura 9</b> - Variação da turbidez durante as campanhas nas 4 cisternas. ....	64
<b>Figura 10</b> - Variação da condutividade elétrica durante as campanhas nas 4 cisternas .....	65
<b>Figura 11</b> - Comportamento dos sólidos totais dissolvidos durante as campanhas nas 4 cisternas .....	66
<b>Figura 12</b> - Variação da alcalinidade total durante as campanhas nas 4 cisternas. ....	67
<b>Figura 13</b> - Variação da dureza total durante as campanhas nas 4 cisternas.....	68
<b>Figura 14</b> - Variação de cloreto durante as campanhas nas 4 cisternas. ....	69
<b>Figura 15</b> - Variação da salinidade durante as campanhas nas 4 cisternas .....	69
<b>Figura 16</b> - Variação do nível da cisterna 1, em relação a utilização da água e índice pluviométrico. ....	89
<b>Figura 17</b> - Variação do nível da cisterna 2, em relação a utilização da água e índice pluviométrico. ....	89
<b>Figura 18</b> - Variação do nível da cisterna 3, em relação a utilização da água e índice pluviométrico. ....	92
<b>Figura 19</b> - Variação do nível da cisterna 4, em relação a utilização da água e índice pluviométrico. ....	94

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

<b>Quadro 1</b> - Diferentes terminologias para tecnologia ambiental .....	23
<b>Quadro 2</b> - Técnicas produtivas agregadas ao uso da cisterna calçadão .....	34
<b>Tabela 1</b> - Escala de condição hídrica. ....	36
<b>Tabela 2</b> - Estados brasileiros em situação de "alerta de escassez hídrica".....	36
<b>Quadro 3</b> - Esquema explicativo da aplicação do questionário e da técnica do DSC.....	54
<b>Tabela 3</b> - Parâmetros avaliados.....	57
<b>Tabela 4</b> - Parâmetros bacteriológicos monitorados durante as campanhas nas 4 cisternas. ....	71
<b>Tabela 5</b> - Distribuição, quantidade e demanda por volume de água das cisternas, julho/14 a abril/15 .....	74
<b>Tabela 6</b> - Resumo comparativo entre as cisternas acompanhadas .....	94

## LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

°C	Grau Celsius
%	Percentual
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
a.C.	Antes de Cristo
APHA	<i>American Public Health Association</i>
ASA	Articulação no Semiárido Brasileiro
CaCO <sub>3</sub>	Carbonato de cálcio
CH <sub>3</sub> COOOH	Ácido peracético
Cl <sub>2</sub>	Cloro
ClO <sub>2</sub>	Dióxido de cloro
CAA	Centro Acadêmico do Agreste
COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
EAWAG	Instituto Federal Suíço de Ciência e Tecnologia Aquática
ETA	Estação de Tratamento de Água
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a
Agricultura	
FeO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Íon ferrato
FBB	Fundação Banco do Brasil
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GTI	Grupo de Trabalho Interministerial
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Peróxido de hidrogênio
hab/km <sup>2</sup>	Habitantes por quilômetro quadrado
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ITS	Instituto de Tecnologia Social
KMnO <sub>4</sub>	Permanganato de potássio
L	Litros
mg/L	Miligramas por litro
mL	Mililitro
mm/ano	Milímetros por ano
MDS	Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome
MI	Ministério da Integração Nacional
MS	Ministério da Saúde
n°	Número
NBR	Norma Brasileira de Regulamentação
O <sub>3</sub>	Ozônio
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPS	Organização Panamericana de Saúde
PE	Pernambuco
pH	Potencial hidrogeniônico

SDT	Sólidos Dissolvidos Totais
SODIS	<i>Solar Water Disinfection</i>
TS	Tecnologia Social
uH	Unidade de Hazen
UNT	Unidade Nefelométrica de Turbidez
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UV	Ultravioleta
V	Volume
WHO	<i>World Health Organization</i>

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	14
1.1	Delineamento do problema .....	14
1.2	Relevância do estudo.....	15
2	OBJETIVOS .....	16
2.1	Objetivo geral.....	16
2.2	Objetivos específicos.....	16
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	17
3.1	O Nordeste Semiárido .....	17
3.2	Desenvolvimento sustentável .....	18
3.2.1	Desenvolvimento rural sustentável e seus desafios.....	19
3.3	Segurança alimentar .....	20
3.4	Produção de alimentos de base agroecológica pela agricultura familiar.....	21
3.5	Tecnologias ambientais .....	23
3.5.1	Diversidade terminológica e conceitual .....	24
3.5.2	Tipologia das tecnologias ambientais.....	26
3.5.3	Tecnologias ambientais de armazenagem de água.....	28
3.6	Cisterna calçadão.....	30
3.6.1	Técnicas de utilização da água de cisternas calçadão para uso produtivo.....	33
3.7	Água .....	34
3.7.1	Qualidade da Água .....	34
3.7.2	Água para produção de alimentos .....	35
3.8	Qualidade da água de chuva.....	38
3.8.1	Características da água de chuva.....	38
3.8.2	Contaminação da água de chuva após contato com a superfície de captação .....	38
4	METODOLOGIA .....	41
4.1	Área de estudo.....	41
4.1.1	Município de Cumaru.....	41
4.1.2	Município de São Caetano .....	43
4.2	Sujeitos do estudo.....	45
4.2.1	Critério adotado para seleção das famílias / cisternas .....	46
4.2.2	Caracterização dos agricultores.....	46
4.2.3	Critérios de inclusão/exclusão e riscos/benefícios .....	47
4.3	Justificativa .....	47
4.4	Trabalho de campo .....	48
4.5	Análise qualitativa – gestão da cisterna - Discurso do Sujeito Coletivo (DSC).....	48

4.5.1	Análise Documental .....	50
4.5.2	Tratamento dos dados e análise das informações.....	51
4.5.3	Ordenação dos dados para análise do DSC dos roteiros de entrevista .....	53
4.5.4	Finalização do processo do DSC.....	55
4.5.5	Questões éticas .....	55
4.6	Avaliação quantitativa – análise da água - físico-química e de volume.....	56
4.6.1	Análise físico-química.....	56
4.6.2	Análise de nível e quantidade de água utilizada.....	57
4.6.3	Cálculo para determinação da finalidade de uso da água (produtivo / doméstico) 59	
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	62
5.1	Qualidade de água .....	62
5.1.1	Cor aparente .....	62
5.1.2	Turbidez .....	63
5.1.3	Condutividade elétrica.....	64
5.1.4	Sólidos totais dissolvidos - STD .....	65
5.1.5	Alcalinidade total .....	66
5.1.6	Dureza .....	67
5.1.7	Cloreto.....	68
5.1.8	Salinidade.....	69
5.1.9	Bacteriológica.....	70
5.2	Coefficiente de escoamento superficial para captação chuva (C) .....	72
5.2.1	Análise sobre o coeficiente de escoamento superficial (C) em eventos em dias seguidos 75	
5.2.2	Análise entre o coeficiente de escoamento C X precipitação (mm).....	75
5.2.3	Análise entre maiores precipitações X maiores volumes acumulados .....	77
5.2.4	Eficiência de captação de água da cisterna calçadão.....	78
5.3	Discurso do Sujeito Coletivo - DSC .....	78
5.3.1	Categoria 1: Conhecimento das famílias sobre a tecnologia utilizada .....	78
5.3.2	Categoria 2: Gestão sobre a tecnologia (implementação do conhecimento).....	82
5.4	Análise da gestão (DSC x comportamento de utilização da água).....	86
5.4.1	Precipitação x armazenamento x consumo .....	87
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	96
	REFERÊNCIAS .....	99
	ANEXOS.....	113
	APÊNDICE A .....	117
	APÊNDICE B .....	118

## 1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa tem por objetivo avaliar a cisterna calçadão de 52 mil litros, como tecnologia ambiental utilizada para produção de alimentos por família de agricultores residentes no Semiárido pernambucano.

### 1.1 Delineamento do problema

O Semiárido tem como características climáticas e hidrogeológicas, chuvas concentradas em poucos meses do ano, elevada evapotranspiração e solos com baixa capacidade de retenção de água, estas características induzem à necessidade de armazenamento da água nos períodos de chuva para amenizar os efeitos adversos dos longos períodos de estiagem (PÁDUA, 2013).

Os períodos de meses secos onde os índices pluviométricos chegam próximos a zero, contribuem para a situação frequente de escassez de água no sertão e são apontados, na maioria dos discursos, como os grandes responsáveis pela miséria que atinge a região. Castro (2001), em seus estudos se contrapõem a estes argumentos quando afirmam que, “A luta contra o subdesenvolvimento em todo seu complexo regional (Semiárido), é expressão da monocultura e do latifúndio, do feudalismo agrário e da subcapitalização na exploração dos recursos naturais da região” (CASTRO, 2001). Para esses autores ainda a arcaica estrutura agrária da região é responsável pelo sistema de fatores negativos que impedem o desenvolvimento das forças produtivas ali existentes.

Mais do que a seca, o que acarreta a fome no Nordeste é o pauperismo generalizado, a proletarianização progressiva de suas populações. Tudo é pobreza, é magreza, é miséria relativa ou absoluta, segundo chova ou não chova no sertão (CASTRO, 1984).

Nos últimos anos, tanto o governo federal como o estadual têm investido consideráveis somas de recursos em programas e projetos que visam contribuir para a melhoria da qualidade de vida do homem do campo. Um bom exemplo é o Projeto Pernambuco Mais Produtivo I (2011-2015) e Projeto Pernambuco Mais Produtivo II, financiados através de convênios entre o Ministério do Desenvolvimento Social e Secretaria de Agricultura e Reforma Agrária de Pernambuco e executado pela Secretaria Executiva de Agricultura Familiar. Estes contam com um montante de 285 milhões de reais para construção de 24.895 cisternas calçadão para famílias agricultoras do Estado.

É um projeto que visa o armazenamento de água chuva para produção de alimentos e dessedentação dos animais. Essa tecnologia (cisterna calçadão) objetiva o acesso, o gerenciamento e a valorização da água como um direito essencial à vida e à cidadania. Tem como finalidades a produção de alimentos para o autoconsumo e aumento da renda familiar, ampliando a compreensão e a prática da convivência sustentável e solidária com o ecossistema do Semiárido.

## **1.2 Relevância do estudo**

As cisternas calçadão têm potencial para gerar impactos positivos na vida de famílias agricultoras, entretanto o sucesso da tecnologia está na gestão produtiva da água. Contudo, pouco se tem estudado sobre as tecnologias ambientais utilizadas para produção de alimentos através de fontes limitadas de água. Essa pesquisa contribuirá para avaliar a captação, utilização e gestão da água da cisterna calçadão de 52 mil litros por famílias agricultoras, auxiliando os poderes públicos na elaboração de futuros projetos, em mudanças ou adequações necessárias para potencializar a captação da água e a utilização desta tecnologia.

A partir da constatação da relevância social e produtiva da cisterna, este estudo pretende responder uma questão central: Considerando que a cisterna calçadão é uma estratégia capaz de minimizar os efeitos da estiagem prolongada na vida de agricultores familiares, como é o comportamento desta tecnologia na captação e armazenamento de água, e como se dá a gestão desta pela família?

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar a cisterna calçadão de 52 mil litros, enquanto tecnologia ambiental utilizada para produção de alimentos por família de agricultores familiares residentes no Semiárido pernambucano.

### **2.2 Objetivos específicos**

1. Avaliar a gestão da cisterna calçadão como tecnologia ambiental utilizada na produção de alimentos no Semiárido pernambucano.
2. Avaliar a qualidade bacteriológica e físico-química da água, bem como sua quantidade utilizada na unidade familiar.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 O Nordeste Semiárido

Em todo o mundo existem áreas que apresentam em comum o fato de serem caracterizadas pela ausência, escassez, frequência reduzida, quantidade limitada ou má distribuição das precipitações pluviométricas, associadas às elevadas taxas de evaporação e temperatura. O Brasil também tem parte do seu território com áreas que refletem essa realidade, esta região é denominado Semiárido brasileiro situado na sua quase totalidade (90%) na região Nordeste (CAVALCANTE, 2013).

Apesar de ter sido definido por normatização na constituição federal de 1988, a delimitação do semiárido foi atualizada em 2005, pelo Ministério da Integração Nacional, através da portaria Ministerial nº 89, de março de 2005 (BRASIL, 2005). Para esta tanto foram considerados três critérios técnicos: a precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 mm; um índice de aridez de até 0,5, no período entre 1961 e 1990, calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial; e o risco de seca maior que 60% no período de 1970 a 1990. Desta forma, o semiárido brasileiro esta presente em 8 Estados da região Nordeste ocupando uma área total de 56,5% desta região, entre os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, e o norte de Minas Gerais. (CAVALCANTE, 2013).

A Região Nordeste é aquela que tem a maior população rural, proporcionalmente à população total: 26,87% do total da população estão nas áreas rurais dos municípios. No entanto, na comparação com os dados de 2000, houve uma significativa diminuição da população rural no período, e consequente crescimento da população urbana (IBGE, 2010). Não há uma alteração significativa na participação do Semiárido na composição da população dos estados do Nordeste durante o período de 2000 a 2010, senão uma leve diminuição da participação em torno de 1% deles, exceto em Pernambuco, onde esta participação aumentou 0,7% (IBGE, 2010).

Estudos indicam que o fenômeno das secas remonta há milhares de anos, antes mesmo da ocupação humana no Nordeste brasileiro, ainda de acordo com dados da Coordenação de Defesa Civil da SUDENE, a ocorrência de secas na região se verifica desde antes da chegada dos europeus ao continente. Alguns vestígios de barragens

foram encontrados em rios no estado do Ceará, o que, segundo relato do historiador Pompeu Sobrinho, mostra que o homem nativo do Nordeste já utilizava pedras para represar a água dos rios, (SUDENE, 1990).

O Nordeste do Brasil tem sido tratado como uma questão a ser resolvida, ganhando o estigma de “região problema”, já que guarda em seu conjunto os piores índices de desenvolvimento econômico e social do país (IPEA 2012).

Uma simples comparação com outras regiões semiáridas do globo revela o falseamento dessa questão. O clima árido da Califórnia ou de Israel não lançou sua população em um estado de miséria. A existência de populações miseráveis ou ricas em diferentes regiões semiáridas do globo aponta para os diferentes padrões de ocupação ao longo da história como a principal razão dos desníveis regionais existentes no Semiárido (CASTRO, 1996).

Entretanto, estudos revelam um futuro difícil para o Nordeste se medidas de convivência não foram estabelecidas. Indicam que em 2050 as projeções climáticas, levando em conta o cenário mais crítico e o modelo mais rigoroso, apontam para a desertificação do Semiárido até o fim do século. A curta estação chuvosa presente hoje pode desaparecer, e assim será impossível praticar agricultura na região sem o uso de irrigação e o acesso à água será muito dificultado (INPE, 2007).

### **3.2 Desenvolvimento sustentável**

O conceito de desenvolvimento sustentável surgiu a partir dos estudos da Organização das Nações Unidas sobre as mudanças climáticas, no início da década de 1970 ONU (1972), como uma resposta à preocupação da humanidade, diante da crise ambiental e social que se abateu sobre o mundo desde a segunda metade do século passado. Esse conceito, que procura conciliar a necessidade de desenvolvimento econômico da sociedade com a promoção do desenvolvimento social e com o respeito ao meio-ambiente, atualmente é um tema indispensável na pauta de discussão das mais diversas organizações, e nos mais diferentes níveis de organização da sociedade, como nas discussões sobre o desenvolvimento dos municípios e das regiões, correntes no dia-a-dia de nossa sociedade.

### 3.2.1 Desenvolvimento rural sustentável e seus desafios

A perspectiva do desenvolvimento rural sustentável constitui-se em uma proposta fértil onde no centro desse debate estão as famílias de agricultores e camponeses que vivem em torno de uma matriz multidisciplinar/multicultural em que se destacam a economia, a ecologia e a sociologia (SCHNEIDER, 2010).

Ainda segundo Schneider (2010), o reconhecimento do potencial dinamizador da agricultura familiar nas economias locais, sustentam o argumento de que a capacidade de inovação das famílias residentes e sua interação com as instituições locais são fundamentais para que possam ampliar a geração e agregação de valor, assim como reduzir custos de produção, pois os agricultores familiares têm como característica sua capacidade de inovação e de desenvolver habilidades em face aos desafios que lhe são colocados pelo ambiente físico, social e econômico em que vivem.

Ressalta-se ainda a importância e o papel das instituições na formação de um ambiente institucional cujo papel seria o de reduzir incertezas e riscos, criando formas de governança e gestão, fundamentais para redução da insegurança social, melhoramento da capacidade produtiva e destarte contribuindo com a qualidade de vida e fixação das famílias no meio rural (SCHNEIDER, 2010).

O desenvolvimento rural sustentável torna-se um tema ainda mais complexo, quando é debatido a luz do semiárido e sua população residente. Apesar de encontrar cidades de pequeno e médio porte com uma população urbana considerável, são nas zonas rurais onde a população é difusa que afloram os grandes desafios. O principal deles é a questão da água, pois sem esse bem, essencial à vida, não há condições sequer de sobreviver. Nessas condições é uma tarefa quase impossível produzir alimentos, mesmo que para subsistência.

Promover o acesso a água (em quantidade e qualidade) é fundamental para a promoção do desenvolvimento sustentável no semiárido, neste sentido a captação de água de chuva é a principal estratégia para universalizar o acesso da água nas comunidades difusas, haja vista que nestes locais é economicamente inviável fazer uma distribuição de água por redes encanadas, tendo em vista a distribuição geográfica da população residente.

### 3.3 Segurança alimentar

A segurança alimentar sempre implica na necessidade de produção de alimentos em quantidade e com qualidade, assim como na possibilidade de acesso da população aos alimentos produzidos. Ainda que se reconheça a relevância do segundo aspecto, este subitem trata apenas do primeiro, por entender que a oferta de alimentos na quantidade necessária, de forma permanente, requer uma agricultura ambientalmente sustentável e capaz de produzir alimentos com elevada qualidade, pois somente com alimentos de qualidade biológica superior ao que se produz hoje é possível garantir alimentação saudável (BRASIL, 2011).

A expressão segurança alimentar, como conceito orientador para políticas públicas, apareceu em 1974, durante a Conferência Mundial da Alimentação promovida pela FAO. Em 1996, a FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) estabelecia um conceito mais ambicioso, ao afirmar que se trata de assegurar o acesso aos alimentos para todos e a todo o momento, em quantidade e qualidade suficientes para garantir uma vida saudável e ativa.

O plano nacional de segurança alimentar e nutricional, define a segurança alimentar em diferentes níveis, o leve, o moderado e o grave. O leve inclui a preocupação com a possível falta de comida; o moderado representa perda da qualidade da alimentação e alguma restrição na quantidade de alimentos; e o grave evidencia a fome. A partir do estabelecimento deste conceito, ficou mais latente a importância de uma agricultura que produza alimentos básicos, não apenas *commodities*, com adequada qualidade biológica (CAPORAL, 2009).

Durante a realização da Cúpula Mundial sobre Alimentação (CMA), que ocorreu em Roma, em 1996, foi estimado em 825 milhões o número de pessoas desnutridas no mundo. Reduzir tal número à metade até 2015 foi estabelecido como desafio para 180 governantes de diferentes países, inclusive o Brasil (FAO, 2006). Este documento coloca ainda que 70% do contingente populacional vivem em áreas rurais de países em desenvolvimento e dependem da agricultura como meio de subsistência.

A pesquisa nacional por amostra de domicílios feita pelo IBGE em 2009 apresentou os seguintes resultados para a realidade brasileira: 70% dos domicílios no meio urbano se encontravam em situação de segurança alimentar; 19%, em insegurança alimentar leve; 6%, em insegurança alimentar moderada; e 5%, em insegurança alimentar grave. No meio rural, no mesmo ano, 65% estavam em situação de segurança alimentar; 20%, em insegurança alimentar leve; 9%, em insegurança alimentar

moderada e 7%, em insegurança alimentar grave. Embora todas as regiões tenham reduzido seus índices de insegurança alimentar, quando comparado a 2004, as regiões Norte e Nordeste ainda apresentam índices elevados, respectivamente, de 40,3% e 46,1%, enquanto nas regiões Sudeste e Sul, os índices respectivos são de 23% e 19%, (IBGE, 2010).

O rendimento familiar é o principal fator que determina a condição de segurança ou insegurança alimentar. Quase 44% das pessoas com rendimento mensal per capita de até um quarto do salário mínimo estavam, em 2009, na condição de insegurança alimentar grave ou moderada. Existe, portanto, uma forte correlação entre a pobreza extrema e as situações mais severas de insegurança alimentar (BRASIL, 2011). Entendendo que a água é um alimento e que a falta de oferta dela (em quantidade e qualidade) representa mais que insegurança hídrica, mas também insegurança alimentar. Christofidis (2008) relata que na região Nordeste encontravam-se 14,7 milhões de pessoas sem acesso a redes de abastecimento de água potável, o que representa 48% dos “sem acesso” a água em quantidade e qualidade.

Essas condições indicam a necessidade de mudança de olhar, e principalmente de atitudes para criar condições que levem à redução das desigualdades socioeconômicas, alcançando respeitando as questões ambientais, do principal elemento de segurança alimentar, que é a água, bem como “definir e disseminar dietas alimentares locais, inteligentes e sustentáveis que, caso sejam assimiladas e praticadas pelas populações, sobrepujem a atual deficiência nutricional” (CHRISTOFIDIS, 2008). Alcançar a segurança alimentar constitui alta prioridade em muitos países e a agricultura não deve apenas proporcionar alimentos para populações em crescimento, mas também, economizar água para outras finalidades (ONU, 1992).

Assim, o investimento na agricultura e no desenvolvimento rural sustentável se apresenta como requisito básico na oferta de segurança alimentar para a população de uma nação, uma vez que o aumento na produção agrícola baseado na produtividade pode aumentar a oferta de alimentos e reduzir seus preços, garantindo, desta forma, o acesso a uma alimentação de qualidade para famílias de baixa renda (BRITO *et al.*, 2010).

### **3.4 Produção de alimentos de base agroecológica pela agricultura familiar**

Se por um lado se está diante de um problema de acesso aos alimentos, por outro lado o mundo apresenta-se diante de uma carência na produção para atender às

necessidades de todos os brasileiros, quer em quantidade ou qualidade. Segundo Christofidis (2008), cerca de 1,5 bilhão de hectares de solos estão em produção agrícola no planeta, dos quais cerca de 270 milhões sob o domínio de infraestrutura hídrica de irrigação.

Nos últimos anos a discussão sobre produção de alimentos agroecológicos tem ganhado mais força no Brasil, principalmente no seguimento da agricultura familiar, que em geral dispõe de poucas áreas e necessitam agregar cada vez mais valor ao seu produto, soma-se a isso o fato da preocupação com a produção consciente através do manejo sustentável dos recursos naturais e o consumo de alimentos mais saudáveis. Esses fatores representam um grande desafio, que se materializam numa nova forma de produzir alimentos, diferente dos sistemas “convencionais” que durante muito tempo guiaram e ainda são muito influentes nos sistemas de produção (SOUZA, 2013).

A agroecologia é uma nova ciência que observa de forma holística todo sistema produtivo, envolvendo conhecimentos e técnicas de agronomia, ecologia, sociologia, etnobotânica e outras ciências afins, com a finalidade de produzir alimentos integrando os agroecossistemas existentes e produzindo de forma sustentável (SARANDÓN & FLORES, 2014).

Por aplicar conceitos e técnicas que dialogam e respeitam as condições locais (clima, solo), a produção de alimentos de forma agroecológica possibilita condições de solo mais favoráveis para o crescimento das plantas, principalmente pela gestão de matéria orgânica e pelo aumento na atividade biótica do solo (SANTIAGO, 2015). Segundo Altieri (2012), na produção agroecológica destacam-se os seguintes princípios: a ciclagem de nutrientes e energia nas propriedades agrícolas, em vez da introdução de insumos externos; integram-se cultivos agrícolas e a pecuária; diversificam-se as espécies e os recursos genéticos dos agroecossistemas no tempo e espaço; e o foco em interações e produtividade em todo o sistema agrícola e não se concentrar em espécies individuais.

Fundamentalmente a agricultura agroecológica baseia-se na elevada diversidade de espécies vegetais, contribuindo desta forma para o desenvolvimento de sistemas de produção sustentáveis (IERMANÓ, 2014). A sustentabilidade dos agroecossistemas amplia-se e solidifica-se quanto maior for a diversidade de produtos, a rotação dos cultivos, as possibilidades de policultivo e presença de inimigos naturais das pragas (ALTIERI & TOLEDO, 2011).

Ao observar e comparar os conceitos e técnicas descritas por pesquisadores e confronta-los com as práticas usuais das famílias agricultoras no semiárido, constata-se facilmente que todos esses conceitos sempre foram utilizados e aplicados de diariamente por esses produtores, cabe agora, tanto ao poder público, a sociedade civil organizada e ao meio acadêmico, redobrar os esforços para que essa práxis sejam registradas, mas, principalmente, ampliadas e estimuladas no meio rural.

### **3.5 Tecnologias ambientais**

Atrelados ao aparecimento e à intensificação de desastres ambientais, o aumento das previsões catastróficas climáticas para os próximos anos, e a ampliação de metas ambientais desafiadoras para a humanidade, adquirem maiores proporções e adeptos os argumentos que atribuem grande relevância às necessidades de transformações tecnológicas, que criariam por consequência melhoras nas atuais condições ambientais (JABBOUR, 2007). Segue-se a esse argumento a afirmação de que “os avanços no campo da ciência e tecnologia que vão possibilitar o surgimento de novos produtos e processos que aumentem constantemente a eficiência dos recursos produtivos e reduzam os níveis de emissão de poluentes” (BARBIERI, 2004, p. 75). As transformações tecnológicas atuais implicam em dois conceitos que até recentemente caminhavam em lados opostos “tecnologia” e “meio ambiente”, pois se acreditava que o desenvolvimento de um associava-se ao entrave do outro.

Durante a revisão das principais obras que apresentavam o conceito de tecnologia ambiental em um trabalho apresentado por Jabbour (2007), o autor deparou-se com dois tipos de imprecisões sobre a incorporação da dimensão ambiental no contexto tecnológico. O primeiro deles concerne à pluralidade e, conseqüente imprecisão, de termos referentes a este processo. Por exemplo, identificou-se mais de uma dezena de nomenclaturas para mencionar as tecnologias que incorporam aspectos ambientais em seu âmbito.

A segunda imprecisão que se observa vincula-se ao entendimento dos pesquisadores sobre o que vem a ser uma tecnologia ambiental. Em algumas pesquisas, Layrargues (2000) delimitou um escopo analítico que apenas objetiva criticar as tecnologias ambientais dentro de uma perspectiva funcional na sociedade capitalista. Em outras pesquisas, Vandermerwe & Oliff (1990), verificaram definições que contribuíram pouco para a construção de um significado. Por fim, cabe ressaltar

pesquisas que abordam a temática das tecnologias ambientais, mas que se furtam a assumir um posicionamento conceitual sobre o tema (CUNHA-E-SÁ & REIS, 2007).

Ainda segundo Jabbour (2007), essa dupla imprecisão contribui para que os agentes envolvidos no processo de desenvolvimento e difusão de tecnologias ambientais tendam a estabelecer um diálogo desconexo. Além disso, essa falta de clareza na definição, dificulta uma compreensão mais lúcida das ações e transformações que podem ser empreendidas pelos dirigentes organizacionais em atividades relacionadas ao desenvolvimento, adoção e disseminação de tecnologias ambientais.

### 3.5.1 Diversidade terminológica e conceitual

Podemos observar uma vasta gama de expressões utilizadas em publicações nacionais e internacionais para se reportar às tecnologias ambientais, ou seja, relacionada à consideração de aspectos ambientais no desenvolvimento tecnológico. A diversidade terminológica pode ser observada a seguir:

**Quadro 1.** Diferentes terminologias para tecnologia ambiental

- Tecnologias ambientais alternativas (KOLAR, 2000);
- Tecnologias ambientalmente interessantes (UNEP, 2002);
- Tecnologias verdes (KIVIMAA & MICKWITZ, 2006);
- Tecnologias ambientalmente amigáveis (BARBIERI, 2004);
- Ecotecnologias (SMITH, 2001);
- Inovações tecnológicas ambientalmente saudáveis (BARBIERI, 1997);
- Tecnologias limpas (MAZON, 1992);
- Tecnologias mais limpas (ONU, 1992);
- Tecnologias ambientalmente sensíveis (MAZON, 1992);
- Tecnologias ambientalmente avançadas (OLSON, 1991);
- Tecnologias naturais avançadas (OLSON, 1991);
- Soluções ambientalmente amigáveis (MARTINSONS & COLABORADORES, 1997);
- Tecnologias ambientalmente benéficas (JAFFE, NEWELL & STAVINS, 2005);
- Tecnologias mais verdes (CONWAY & STEWARD, 1998);
- Tecnologias não agressivas ao meio ambiente (DONAIRE, 1999);
- Tecnologias ambientalmente sustentáveis (HALL & VRENDENBURG, 2003).
- Tecnologia social (FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2010).

Fonte: Adaptado, JABBOUR, 2007

Essa variedade terminológica tem dificultado inclusive, os autores citados no Quadro 1 a determinar um conceito claro de “Tecnologia Ambiental”. Em seus trabalhos, muitos inclusive, têm demonstrado preferir não apresentar uma definição clara do conceito e quando é feita é confuso e demasiadamente amplo. Pode-se citar como interessante o conceito que consta na Agenda 21, “as tecnologias ambientalmente saudáveis protegem o meio ambiente, são menos poluentes, usam todos os recursos de forma mais sustentável, reciclam mais seus resíduos e produtos e tratam os dejetos residuais de uma maneira mais aceitável que as tecnologias que vieram substituir” (ONU, 1992).

Entretanto, Jabbour (2007) aponta três definições que melhor se aproximaram do conceito sobre tecnologia ambiental. Na primeira delas, Kuehr (2007) afirma que as tecnologias ambientais fomentam a melhoria contínua de processos, produtos e serviços, por meio da adequada conservação de matérias-primas e energia, reduzindo o consumo de substâncias tóxicas, desperdícios de recursos naturais e geração de poluição durante o ciclo produtivo. Na segunda proposta de conceituação, Vachon & Klassen (2007) indicam que as tecnologias ambientais podem ser amplamente definidas, como a adoção de técnicas de *design*, equipamentos e procedimentos operacionais que limitam ou reduzem os impactos ambientais de produtos e serviços no ambiente natural. A terceira conceituação destaca que as tecnologias ambientais podem ser compreendidas como hardwares ou softwares que se relacionam com o desenvolvimento de produtos e processos verdes, envolvendo tecnologias que reduzem o consumo de energia, previnem a poluição e reciclam os resíduos (CHEN, LAI & WEN, 2006).

A partir destes três conceitos, Jabbour (2007) desenvolveu sua definição sobre tecnologia ambiental, a qual utilizou-se como pertinente para nortear este estudo:

Constitui o desenvolvimento de hardwares ou softwares, que, por meio da adoção de novos conceitos de *design*, equipamentos e procedimentos operacionais, passa a incorporar práticas de melhoria contínua de seu desempenho ambiental, principalmente por utilizar matérias-primas de baixo impacto ambiental, processá-las de forma eficiente e fomentar reaproveitamento e mínimo desperdício de seus produtos finais, alterando os produtos e processos de um dado ciclo produtivo.

### 3.5.2 Tipologia das tecnologias ambientais

Grande parte da confusão terminológica e conceitual observada acontece em decorrência de que vários autores tendem a propor definições muito amplas, desconsiderando-se que tal categoria engloba, na verdade, diversos tipos, cada qual com uma definição. Segundo Kuehr (2007), as tipologias de Tecnologias Ambientais, podem ser divididas em quatro categorias:

- 1- Tecnologia de mensuração ambiental: envolve ferramentas, instrumentos, equipamentos e sistemas de gestão da informação para mensuração e controle ambientais. A tecnologia de mensuração ambiental contrasta com suas congêneres por não focar necessariamente na redução dos impactos produzidos pela humanidade sobre o ambiente natural, mas sim por subsidiar o entendimento de como o meio ambiente vem se alterando e quais são as melhores alternativas para minimizar os impactos dessas alterações sobre a perspectiva de qualidade de vida da população;
- 2- Tecnologias de controle da poluição: engloba o conjunto de processos e materiais que foram desenvolvidos para neutralizar os impactos gerados durante o ciclo produtivo, sem, necessariamente, implicar modificações nos processos originais. Tais tecnologias apoiam o controle da poluição gerada em um determinado processo, sem alterá-lo completamente. Se por um lado estas tecnologias podem controlar a poluição; por outro podem gerar outros tipos de impactos ambientais, como, por exemplo, aumento no consumo de energias;
- 3- Tecnologias mais limpas ou de prevenção da poluição: diz respeito às modificações empreendidas para minimizar ou até mesmo eliminar qualquer efeito prejudicial que um processo pode gerar no meio ambiente. Diferem-se das tecnologias de controle da poluição por requererem uma perspectiva holística de como podem ser reduzidos os impactos ambientais de um processo ou produto;
- 4- Tecnologias ambientais de impacto nulo: tecnologias que, de fato, não geram impacto algum durante seu processo de desenvolvimento e utilização. Dentro de uma perspectiva pontual, essas tecnologias podem ser observadas no campo da biotecnologia, mas no contexto de um ciclo produtivo completo, sua existência é considerada utópica.

No que diz respeito à tipologia, as tecnologias ambientais abordadas neste estudo, estão claramente conceituadas como tecnologias mais limpas ou de prevenção da poluição, pois se tratam de ações desenvolvidas a partir de técnicas melhoradas de armazenamento da água de chuva para potencializar a produção de frutas e hortaliças, o uso da água e do solo e a criação animal no Semiárido e precisam ser analisadas, numa perspectiva holística envolvendo diretamente às pessoas que as utilizam.

Em relação ao desafio e aos atores para implementação das Tecnologias Ambientais, Hall & Vrendenburg (2003) afirmam que esse processo pode ser facilitado com uma perspectiva holística que mapeie os agentes interessados e afetados por uma nova tecnologia ambiental. Três grupos de agentes-chave para o processo de geração de tecnologias ambientais foram identificados por Conway & Steward (1998).

- 1- Criadores de conhecimentos, agentes de transferência e consultores: Envolve agentes que criam o conhecimento essencial das tecnologias ambientais, tais como institutos de pesquisa e desenvolvimento e universidades, e aqueles que auxiliam no processo de transferência dessa tecnologia, tais como consultores e escritórios de transferência de tecnologia;
- 2- Criadores e usuários: Envolve os criadores da tecnologia ambiental, que podem fornecê-la para o consumidor final. Cabe ressaltar que esses criadores podem gerar a tecnologia ambiental independentemente ou por meio de transferência de tecnologia do grupo anterior;
- 3- Representações e poder público: envolve, geralmente, grupos de pressão, normalização e incentivos à geração de tecnologias ambientais, tais como o estímulo governamental para o desenvolvimento de tecnologias ambientais;

Como corolário, cabe a reflexão de que os criadores de conhecimentos, agentes de transferência e consultores, tendem a ser representados neste estudo, pelas entidades que prestam acompanhamento técnico as famílias de agricultores que utilizam a cisterna calçadão, os criadores e usuários, por sua vez são as próprias famílias usuárias das tecnologias, e as representações e poder público, são representados neste estudo, pelos órgãos públicos financiadores dos projetos de fomento de cisterna calçadão .

É imperativo afirmar que a difusão de tecnologias ambientais e sua transferência, dentro das fronteiras de um país, principalmente no sentido centro-periferia, são fatores apontados como necessários para qualquer proposta de desenvolvimento sustentável (ONU, 1992). Segundo a ONU (1992), no campo da transferência das tecnologias ambientais, é preciso manter o esforço colaborativo entre

os componentes do sistema de inovação de uma dada nação, e entre as nações, tal perspectiva colaborativa “supõe esforços comuns das empresas e dos governos, ambos provedores e receptores de tecnologia”.

Fazendo um *link* com Jabbor (2007), pode-se concluir que, na busca por um significado de tecnologia ambiental, torna-se fundamental considerar que seu desenvolvimento requer fomento governamental por meio de sua incorporação nas políticas de ciência e tecnologia, formação de recursos humanos, estrutura para pesquisa e articulação de redes de cooperação.

### 3.5.3 Tecnologias ambientais de armazenagem de água

No que diz respeito à convivência com o Semiárido do Nordeste, faz-se necessário políticas de superação e convivência com a escassez de água, é imprescindível criar alternativas que contribuam com o desenvolvimento sustentável, principalmente para um gerenciamento mais adequado das águas nesta região.

A *Rio + 20* recomenda que haja “desenvolvimento de planos abrangentes de preparação para a estiagem e de esquemas para a mitigação dos resultados da seca, que incluam dispositivos de autoajuda para as áreas propensas à estiagem e preparem programas voltados para enfrentar o problema dos refugiados ambientais”. Mesmo com o avanço dos últimos anos em políticas públicas de apoio às populações do Semiárido, ainda estamos muito aquém de uma ação que garanta uma segurança hídrica, humana e produtiva nesta região.

Apesar de ainda que de forma lenta a sociedade presencia o aparecimento e disseminação de algumas ações que tem mostrado bons resultados na convivência com a estiagem, mesmo que datem do início da década de 70, quando vários pesquisadores começaram a relatar de forma mais expressiva tecnologias de baixo custo para o Semiárido, essas ações só agora vêm sendo desenvolvidas de uma forma mais consistente. Podemos citar alguns autores como Rebouças & Marinho (1972), Duque (1973), Guerra (1975), NAC (1974), *Water Harvesting Symposium* (1975) e ICRISAT (1975) que dissertaram sobre as principais técnicas estudadas até hoje como cisterna, barreiro para irrigação de salvação, captação *in situ*, exploração de vazante e barragem subterrânea. Destas, o presente estudo irá aprofundar-se na que melhor tem evoluído e concentrado recursos públicos a cisterna de placa.

A cisterna, mais especificamente a de placa, é uma tecnologia popular para a captação de água da chuva, na qual a água que escorre do telhado da casa é captada

pelas calhas e cai no seu interior e lá é armazenada. Geralmente é construída com capacidade para 16 mil litros de água, apresenta-se como uma alternativa para o armazenamento de água de qualidade para o consumo humano e objetiva suprir a necessidade de consumo de uma família de cinco pessoas por um período de estiagem de oito meses. Em recente trabalho publicado, Lima *et al.* (2014) apresentaram resultados da instalação de dispositivo de descarte das primeiras águas de chuva captadas por telhados visando melhoria da qualidade da água destas cisternas, conferindo a atualidade dos estudos envolvendo tal tecnologia.

Em 2003, o governo brasileiro lançou o Programa de Alimentos Seguros (PAS) que fez parte do Programa Fome Zero. Hoje, o governo federal tem como um dos principais programas o Brasil Sem Miséria, e dentro deste está pensado o Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. O programa reúne um conjunto de alternativas integradas que contempla, entre outras, ações estruturantes voltadas para aumentar a disponibilidade hídrica, em especial no Semiárido brasileiro, visto que o acesso à água de boa qualidade para o consumo das famílias e para produção de alimentos é um dos grandes problemas enfrentados pela população da região (BRASIL, 2011).

Neste contexto, foi criado o Programa um Milhão de Cisternas (P1MC) e que foi substituído pelo programa água para todos que já construiu no Semiárido mais de 1,1 milhão de cisternas para coletar água da chuva com objetivo de atender as necessidades de água de beber para 5 milhões de pessoas (MDS, 2015). Outro programa que potencializa a utilização das águas da chuva é o Programa uma Terra e Duas Águas (P1+2), que pretende assegurar a essa mesma população, o acesso à terra e à água, para consumo familiar bem como para a produção de alimentos e consumo dos animais (GNALDLINGER *et al.*, 2007).

A lógica metodológica desenvolvida pelo P1+2 foi criada a partir de um programa chinês programa 1-2-1, desenvolvido a partir dos anos 1990, como ação de governo. Esta ação foi implantada em uma região que tem características climáticas semelhantes ao Semiárido brasileiro, porém com o agravante de contaminação do lençol freático. Com a implantação do programa, a China alcançou a soberania alimentar da população local, além de transformar uma agricultura prioritariamente produtora de grãos em uma agricultura de hortaliças e frutas, de alto valor comercial, potencializou a criação de pequenos animais (especialmente ovinos), além de assegurar água para o

meio ambiente. A água de chuva acumulada em reservatórios possibilita o uso mínimo para salvar as plantas em épocas de escassez de chuva (BRITO *et al.*, 2010).

As alternativas tecnológicas contempladas pelo P1+2 remetem ao conceito de “irrigação de salvação” preconizado em diversas pesquisas (SILVA *et al.*, 1981; SILVA 2007; PORTO, 1982). Nesses trabalhos, a irrigação de salvação é definida como a lâmina de água aplicada à cultura nos veranicos que comumente ocorrem durante o período chuvoso, de forma a não permitir o estresse hídrico das culturas.

A irrigação de salvação tem sido aplicada há vários anos no Semiárido, visto que algumas vezes, logo após a época do plantio, acontece o fenômeno chamado veranico, que é a suspensão das chuvas mesmo em época de inverno, Esse fenômeno compromete seriamente a germinação e o crescimento na fase inicial do cultivo, porém com a aplicação da técnica de irrigação de salvamento, vários agricultores conseguem manter sua produção, mesmo em tempos mais adversos. “No P1+2 a aplicação de água às culturas é feita de forma contínua, porém, racionada” (BRITO *et al.*, 2010).

Constata-se que a irrigação de salvamento se assemelha ao conceito de produtividade de água ou “maior produtividade agrícola por unidade de água aplicada”, ou seja, usar água de forma eficiente (BLUEMLING *et al.*, 2007). Desta forma, ao conferir que a cisterna permite captar e armazenar água de chuva para produção racional de alimentos, que irão servir para contribuir com a segurança alimentar da população usuária, entende-se que a cisterna representa uma tecnologia ambiental.

### **3.6 Cisterna calçadão**

A cisterna calçadão de 52 mil litros (Anexo I), foi criada a partir de uma variação da cisterna tradicional de 16 mil litros. Trata-se de uma tecnologia de captação e armazenamento de água chuva para produção de alimentos e dessedentação dos animais. Objetiva o acesso, o gerenciamento e a valorização da água como um direito essencial da vida e da cidadania, como elemento importante na produção de alimentos para o autoconsumo e aumento da renda familiar, ampliando a compreensão e a prática da convivência sustentável e solidária com o ecossistema do Semiárido.

Construída nas proximidades da casa, ela aproveita a água de chuva que cai sobre um calçadão de 200 m<sup>2</sup> e tem sua capacidade máxima de armazenamento preenchida a partir de um regime médio anual de 300 mm de chuva (SANTOS, 2013). Porém, para que a família seja beneficiada com uma cisterna para produção,

preferencialmente, ela deve dispor de outra cisterna para captar e armazenar água para o consumo próprio, geralmente de capacidade de 16 mil litros.

Essa forma de captação de água de chuva para uso produtivo, já era sugerida nos trabalhos iniciais sobre cisterna, como constante em Silva & Porto (1982). Na cisterna calçadão, inicialmente a água proveniente da precipitação cai sobre a área de captação de 10 m x 20 m, um calçadão de 200 m<sup>2</sup> com declividades de 2% na horizontal e 1% na vertical, feito com placas de 1 m<sup>2</sup>.

**Figura 1** - Calçadão em construção e detalhe do decantador.



Fonte: Arquivo SEAF/SARA (2014).

Após escoar pelo calçadão, a água segue para o decantador (Figura 1), o qual tem a função de separar areia e pedregulhos, que porventura pudessem estar no calçadão, da água que seguirá para a cisterna. O decantador fica localizado na parte mais baixa da calçada, tem uma estrutura de 40 cm de diâmetro e 20 cm de profundidade. As partículas contaminantes ficam na parte inferior e a água limpa segue para a cisterna.

Seguindo do decantador, a água é levada para a cisterna através de uma tubulação de 100 mm, (Figuras 2 e 3), onde fica armazenada aguardando sua utilização produtiva.

**Figura 2 - Cisterna em fase de construção.**



Fonte: Arquivo SEAF/SARA (2014).

**Figura 3. Cisterna calçadão concluída**



Fonte: Arquivo SEAF/SARA (2014).

A água armazenada nas cisternas pode ser destinada a várias ações produtivas adaptadas a uma cultura de eficiência hídrica (Figura 4).

**Figura 4** - Agricultora utilizando a água da cisterna para produzir hortaliças em canteiros de hidricamente eficientes.



Fonte: <http://asapernambuco.blogspot.com.br> (2014)

### 3.6.1 Técnicas de utilização da água de cisternas calçadão para uso produtivo

A partir da cisterna calçadão são desenvolvidas várias práticas agroecológicas para a utilização da água armazenada para fins produtivos ou não. Pode-se determinar esses métodos como agroecológicos, pois são ações desenvolvidas a partir de técnicas melhoradas de águação, irrigação, uso do solo e dessedentação de animais. As técnicas produtivas agregadas ao uso da cisterna calçadão mais comumente utilizadas estão descritas no Quadro 2.

**Quadro 2** - Técnicas produtivas agregadas ao uso da cisterna calçadão .

1. Potencializar o quintal produtivo no cultivo de alimentos diversificados para consumo da família através do plantio de hortas e plantas medicinais;
2. Criar animais como galinhas, ovelhas e/ou cabras criadas na corda;
3. Aguar as flores do jardim;
4. Fazer irrigação de salvação;
5. Utilizar a água para sistemas simplificados de irrigação;
6. Assegurar água para os pequenos animais no período de estiagem;
7. Utilizar o calçadão para secagem de produtos como feijão, milho, goma e a casca e a maniva da mandioca que, passadas na forrageira, servem de alimento para os animais e para outros usos.

Fonte: ASA (2014).

Além das técnicas produtivas agregadas utilizadas para otimização produtiva da água em cisternas calçadão, os órgãos de fomento e as equipes de assessoria técnicas executam algumas ações de acompanhamento imprescindíveis para o sucesso da aplicação da tecnologia:

1. Formação de grupos de agricultores usuários de água para incentivar a participação e aplicação de instrumentos econômicos.
2. Incentivo à disseminação de tecnologias eficientes de otimização e intercâmbio tecnológico entre o setor público e privado, e entre os agricultores familiares.
3. Melhoria na capacitação, treinamento em serviço e dos métodos de disseminação de tecnologia.
4. Resgate do valor intrínseco da água.

### 3.7 Água

#### 3.7.1 Qualidade da Água

A qualidade da água é definida em função de sua finalidade de modo que alguns corpos d'água exigem rigoroso controle de qualidade, enquanto outros usos são mais permissíveis e não estão vinculados a critérios rígidos. A água é um elemento essencial à vida para tanto faz-se necessário que além da quantidade esta presente também qualidade. Segundo a Organização Mundial de Saúde, cerca de 4 milhões de crianças morrem anualmente de doenças relacionadas com águas de má qualidade (ONGLEY, 2001).

Apesar de que a água acumulada nas cisternas calçadão, é destinada em sua essência para produção de alimentos e dessedentação dos animais, sabe-se que varias famílias em momentos seca persistente, quando a água da cisterna de 16 mil litros não é mais suficiente para as necessidades, utilizam a água da cisterna calçadão para consumo, portanto é pertinente que essa pesquisa aborde a questão da qualidade da água utilizando parâmetros avaliativos a luz do padrão de potabilidade definido pelo ministério da saúde.

### 3.7.2 Água para produção de alimentos

Christofidis (2008) argumenta que se a população mundial aumentar para 10 bilhões de habitantes nos próximos 50 anos, 70% dos habitantes do planeta enfrentará deficiências no suprimento de água, repercutindo em cerca de 1,6 bilhão de pessoas que não terão água para obtenção da alimentação básica.

O Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (2012-2015), considera como meta a promoção do acesso universal à água de qualidade e em quantidade suficiente, com prioridade para as famílias em situação de insegurança hídrica e para a produção de alimentos da agricultura familiar. Neste sentido, um dos seus objetivos é garantir o acesso à água para o consumo humano e a produção de populações rurais difusas e de baixa renda, de forma a promover qualidade e quantidade suficientes à segurança alimentar e nutricional. Deve-se observar a definição do grau de prioridade na utilização da “água para comer” (produção de alimentos), associada e subsequente à “água para beber”, que é entendida como demanda essencial do ser humano, como “água para possibilidade de vida”.

Shiklomanov (2003) estima que no ano 2025 a água anualmente derivada para cada uso consuntivo seja: 3.190 km<sup>2</sup> (agricultura); 1.170 km<sup>2</sup> (indústria) e 607 km<sup>2</sup> (abastecimento humano domiciliar). A captação de água para produção de alimentos corresponderá, assim, a 68% do total.

Em meados dos anos 2000, 56% da produção anual agrícola, já provinha da agricultura de sequeiro, que depende exclusivamente do ciclo hidrológico mundial, e como a quantidade e a qualidade da água estão sendo afetadas pela inadequada ação do ser humano, deve se estabelecer a proteção da vegetação e solos que possibilitam os fluxos de água, sua forma natural de movimentação e de filtração, garantindo assim no mínimo a capacidade produtiva atual (CHRISTOFIDIS, 2008).

Para tanto, é imprescindível definir as finalidades mais importantes (as prioridades) e os limites de uso, envolvendo tanto a quantidade como a qualidade de água disponível, criando as condições de convivência entre usuários e suficiência para os ecossistemas. Analisando a capacidade hídrica de uma região ou país, Christofidis (2008), apresentou a escala indicada na Tabela 1.

**Tabela 1** - Escala de condição hídrica.

Oferta de água - (litros por pessoa/ dia)	m <sup>3</sup> /hab/ano	Condição
< 4.650	1.700	Alerta de Escassez Hídrica
< 2.740	1.000	Escassez Crônica

Fonte: Christofidis (2008).

Pode-se observar, como exposto na Tabela 1, que as regiões sob o regime de “escassez crônica” de água, apresentam uma situação em que não há folga para uso de água em produção agrícola, pecuária e industrial, em quantidade que permita o comércio em maior escala, a não ser com alta tecnologia de uso, reutilização e tratamento.

No mesmo trabalho, Christofidis (2008), analisa que embora, em média, no Brasil ocorra um alto indicador de água renovável por ano (42.459 km<sup>3</sup>), alguns estados brasileiros apresentam uma situação que exige elevada capacidade de gerenciamento da água, por estarem em situação de “alerta de escassez hídrica”, dentre estes, chama atenção 5 Estados do Nordeste (Tabela 2), com destaque para Pernambuco que apresenta um índice muito próximo ao de escassez crônica.

**Tabela 2** - Estados brasileiros em situação de "alerta de escassez hídrica".

Estados	Disponibilidade m <sup>3</sup> /hab/ano
Alagoas	1.545
Paraíba	1.327
Pernambuco	1.173
Rio Grande do Norte	1.523
Sergipe	1.422

Fonte: Christofidis (2008)

Porém, na contramão das recomendações e previsões de futuras catástrofes hídricas, os países mais pobres, apresentam claros indícios de uma prática insustentável, que merece atenção especial das políticas públicas e dos acordos de empréstimos e

cooperação. Os países e regiões que, percentualmente, mais utilizam água na produção de alimentos, são os que detêm menores índices de água renovável.

A dieta alimentar básica de alguns países indica a existência de alta discrepância no consumo *per capita* de grãos consumidos direta e indiretamente pelos produtos de origem animal, o que repercute no consumo de água necessária a alcançar a produção dos correspondentes cultivos. “Enquanto que a população mundial dobrou nos últimos 50 anos do Século XX (1951 a 2000), o consumo de alimentos de origem animal quadruplicou, elevando a pressão sobre a água” (CHRISTOFIDIS, 2008).

Atualmente, faz-se necessário o desenvolvimento de duas frentes de trabalho, objetivando superar a carência alimentar e produtiva: uma aumentando a produção de alimentos, outra adequando o estilo de vida da população, induzindo novos modelos alimentares, menos exigente em água, e mais adaptados às condições regionais, reduzindo a pressão sobre os ecossistemas locais.

“A sustentabilidade da produção de alimentos depende, cada vez mais, de práticas saudáveis e eficazes de uso e conservação da água, entre as quais se destaca o desenvolvimento e manejo da irrigação, inclusive o manejo das águas em zonas de agricultura de sequeiro, o suprimento de água para a criação de animais, aproveitamentos pesqueiros de águas interiores e agrosilvicultura” (ONU, 1992).

No Brasil, as ações que podem ser implementadas com possibilidade de maior sucesso em relação à produção racional de alimentos são:

1 – Conversão de áreas irrigadas para métodos, sistemas e culturas mais apropriados.

2 – Melhoria da eficiência de condução distribuição e aplicação da água aos cultivos.

Como forma de possível resolução da deficiência hídrica, faz-se necessário a substituição de métodos tradicionais de irrigação, que são altamente ineficazes por tecnologias que permitam melhor manejo e maior controle sobre o uso da água. Contudo, para que as adequações de métodos logrem êxito, devem envolver o agente essencial, o ser humano nas orientações, treinamentos e capacitações (CHRISTOFIDIS, 2008).

### **3.8 Qualidade da água de chuva**

#### **3.8.1 Características da água de chuva**

As características da qualidade da água da chuva e a composição da atmosfera estão diretamente relacionadas às atividades predominantes na região. A chuva ao atravessar a atmosfera pode incorporar parcela do material particulado, carreando substâncias contaminantes (MAY, 2004). Esta afirmação está diretamente ligada a qualidade da água que chega ao solo sendo influenciada por questões como localização geográfica, ocorrência de vegetação e fontes poluidoras, e também pelas diferentes estações do ano (FORNARO, 1991).

Segundo Lima (2012), citando vários autores (CARDOSO, SILVA & PÁDUA, 2005; GOULD, 1999), no que diz respeito aos seguintes parâmetros: cor, turbidez e gosto, fatores que em geral influenciam na aceitação ou não por parte dos consumidores. “A água coletada da chuva costuma ser de qualidade superior às coletadas em outras fontes de abastecimento”, conferindo a água de chuva uma alternativa de qualidade à população rural.

Apesar de reconhecer a importância do armazenamento da água de chuva e sua qualidade superior em comparação com outras fontes de abastecimento, Blackburn (2005), em relatório sobre a avaliação de potabilidade de água em sistemas de captação de água de chuva, cita estudos que têm mostrado que, devido à contaminação após o contato com a superfície de captação, a água de chuva armazenada frequentemente, não atende mais aos padrões exigidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para água potável, especialmente no que tange aos critérios de qualidade microbiológica.

#### **3.8.2 Contaminação da água de chuva após contato com a superfície de captação**

As principais restrições para aproveitamento da água de chuva para uso doméstico têm sido as que se referem à sua qualidade. A qualidade da água de chuva coletada depende da pureza da atmosfera, dos materiais usados na superfície de captação, calhas e tubulações do tanque de armazenamento e do dispositivo de retirada da água (ARIYANADA, 1999). As substâncias contaminantes presentes na área de captação são carregadas durante a chuva, alterando suas características iniciais.

May (2004) investigou a qualidade da água, após passar pelo telhado de um edifício e nos reservatórios de acumulação. As amostras da água de chuva foram obtidas

após terem passado pelo telhado, condutor horizontal (calha) e condutor vertical. Em seguida foram coletadas através de um coletor automático de amostragem sequencial. As conclusões deste estudo demonstraram a presença de coliformes totais em mais de 89% das amostras, sendo coliformes fecais em 50% destas. Já no que diz respeito aos aspectos como: turbidez, odor, pH, dureza, ferro, manganês, cloretos, sulfatos, fluoretos e sólidos dissolvidos totais todos atendiam aos padrões estabelecidos pelo CONAMA (1986) e pelo Ministério da Saúde (2000).

Tordo (2004) também estudou a qualidade da água de chuva coletada nas coberturas de edificações no município de Blumenau-SC, após descarte das primeiras águas e análise da água retida no recipiente de armazenagem, verificou sua aceitabilidade para fins potáveis, porém segundo o mesmo estudo, a água da chuva escoada pelo telhado não deve ser utilizada para fins potáveis sem tratamento prévio, pois os parâmetros pH, cor, *Escherichia coli* e coliformes totais estavam em desacordo com a Portaria n° 518 (MS, 2004).

Em estudo sobre a avaliação da potabilidade da água de chuva, armazenada em cisternas no Semiárido brasileiro, Blackburn *et al.* (2005) fazem um comparativo entre várias tecnologias de armazenagem de água. Neste estudo foram coletadas amostras para análise microbiológica de coliformes totais, coliformes fecais, com identificação do grupo coliforme infectante. As fontes de água para consumo doméstico amostradas foram barreiro, cacimba, cacimbão, açude, poço tubular, cisterna com captação por telhado (bruta e tratada com cloro), cisterna com captação por calçadão (bruta e tratada com cloro). Em relação às cisternas foi observado que apesar dos altos índices de contaminação microbiológica das águas brutas, elas se apresentaram como a fonte menos contaminada e a única fonte com amostras não contaminadas in natura.

O tratamento da água pelas famílias reduziu o número de coliformes das amostras contaminadas de 80 para 30% nas cisternas com captação por telhado e de 70 para ausente nas de captação por calçadão. Entre as diversas amostras provenientes de diferentes fontes de armazenamentos apenas as águas de cisterna calçadão tratadas com cloro não apresentaram contaminação microbiológica. Segundo os indicativos das entrevistas realizadas, as principais fontes de contaminação das cisternas com coliformes em ordem de importância poderiam ser: a) a presença de animais sobre as estruturas de captação e dentro das cisternas; b) o mal acondicionamento dos baldes usados para coletar água na cisterna; c) o uso da cisterna para receber água de outras fontes; d) o não descarte ou descarte inadequado das primeiras águas de chuva. Os

autores argumentam que as menores taxas de contaminação das cisternas com captação por calçadão quando comparadas com as de captação por telhado podem ser devido à facilidade de limpeza dos calçadões que se situam no nível do solo. É importante frisar que todas as calçadas das cisternas calçadão deste estudo eram protegidas por cercas de arame farpado, estas geralmente impedem a entrada de animais de médio e grande porte na área de captação da água, fato que contribui ainda mais para manter a limpeza do local.

Ainda discutindo os resultados das análises, Blackburn *et al.* (2005) apud Amorim (2003) admitem que a eficácia da cloração depende de fatores como: a) o tempo de contato do cloro com a água (no mínimo 30 min); b) o cloro residual livre (0,5 mg/l após ter recebido uma dosagem de 2,0 mg/l durante a cloração); c) e a turbidez da água (no máximo 1 UNT). E concluíram que as águas de cisterna não possuem problemas relacionados a turbidez. Se a cloração executada por cada família obedecesse aos critérios supracitados, espera-se que seria observado ausência de contaminação microbiológica nestas amostras. Porém, fatores relacionados aos itens “a” e “b”, associados a alta contaminação de algumas amostras podem levar ao insucesso desta prática.

Ciente do risco de contaminação que as famílias correm ao consumirem água da cisterna sem um tratamento prévio, Lima (2012) relatou a experimentação de um sistema de descarte das primeiras águas de chuvas para cisternas de placa que utilizam o telhado das casas como área de captação e fez uma análise comparativa com águas coletadas antes e depois do sistema de descarte. Ao avaliar o desempenho do dispositivo de desvio automático instalado em uma residência em Pesqueira – PE, os resultados indicaram que a água sem contato com o telhado apresenta características de potabilidade (Portaria nº 2914/2011). No entanto, após passar pelo telhado impurezas são adicionadas à água, conferindo aumento nos teores de turbidez, cor, além da contaminação por coliformes totais, bactérias heterotróficas e *E-coli*. Ao atingir o dispositivo de desvio automático das primeiras águas de chuva, foi observada redução importante de alguns parâmetros, sendo 62,4%, 96,5% e 100% para turbidez, coliformes totais e *Escherichia coli*, respectivamente.

## 4 METODOLOGIA

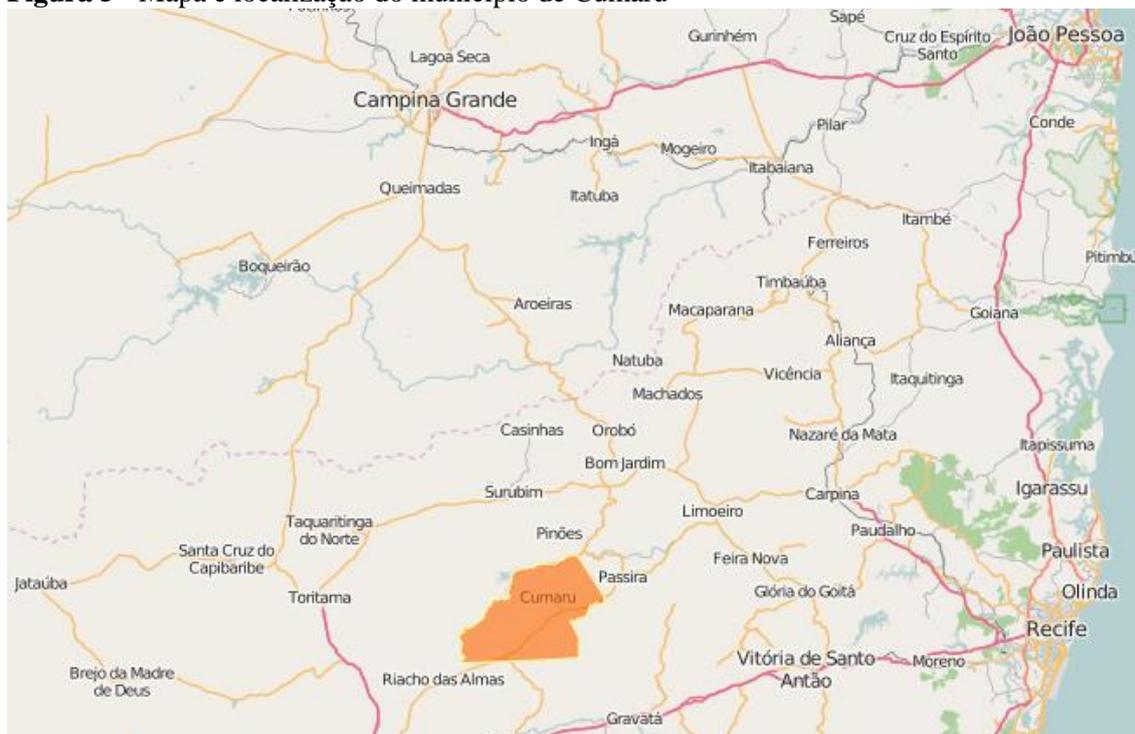
### 4.1 Área de estudo

Como área de estudo, foram selecionados dois municípios do agreste pernambucano, que fazem parte do Semiárido, Cumaru e São Caetano.

#### 4.1.1 Município de Cumaru

O município de Cumaru (Figura 5) está localizado no agreste do estado de Pernambuco, limitando-se a norte com o município de Surubim, a sul com Bezerros, a leste com Passira e a oeste com Riacho das Almas. A área municipal ocupa 277,26 km<sup>2</sup> (0,28% PE) (SUDENE 1973).

**Figura 5** - Mapa e localização do município de Cumaru



Fonte - <https://maps.google.com.br/>

A sede do município tem uma altitude aproximada de 443 m e coordenadas geográficas de 8°00'22'' de latitude sul e 35°41'50'' de longitude oeste. O acesso a partir do Recife é feito através das rodovias pavimentadas PE-05, BR-408, PE-50 e PE-95, com percurso total em torno de 132 km (SUDENE, 1973).

#### **4.1.1.1 Aspectos socioeconômicos**

O município foi criado pela Lei Estadual nº 4.986 de 20 de dezembro de 1963, pertencia anteriormente ao município de Limoeiro. Seus principais distritos são: Sede e Ameixas e povoados, os de Malhadinha, Umari, Poços, Pilões, Água Doce de Cima, Pedra Branca, Dendê, Riacho do Boi e Pau d'Arco. Está localizado na região de desenvolvimento do Agreste Setentrional em Pernambuco, possui extensão territorial de 292,242 km<sup>2</sup> e conta com uma população total de 17.183 habitantes. Destes, 8.039 (46,8%) encontram-se na área urbana enquanto que, 9.144 (53,2%) da população residem na área rural (IBGE/CENSO, 2010).

Da população extremamente pobre (com renda *per capita* de até setenta reais), que no município chega a 4.281 pessoas (24,9 %), destas, 36,4% (1.558) estão localizadas na zona urbana enquanto 63,6% (2.723) residem na zona rural. Do total de pessoas em situação de extrema pobreza, 33,3% (1.424) estão na faixa etária de 20 a 39 anos, ou seja, população esta, considerada em idade ativa e/ou produtiva. No ranking de desenvolvimento, o município está em 131º lugar no estado (131/185 municípios), O IDH-M = 0.572 (IPEA, 2012).

#### **4.1.1.2 Aspectos fisiográficos**

O município de Cumaru está situado no Agreste do estado de Pernambuco, mais particularmente na microrregião do Médio Capibaribe, que condiciona a vegetação, as culturas e a fixação do homem ao meio (CPRM, 2005).

##### **4.1.1.2.1 Relevo e segmentos de solos predominantes**

O relevo de Cumaru tem as seguintes características: na porção centro-sul está inserido na região dos Maciços e Serras Baixas, com relevos medianamente altos, com grandes dessecaamentos. Este tipo de relevo favorece bastante a implantação de pequenas barragens (CPRM, 2005).

##### **4.1.1.2.2 Clima**

O clima é do tipo Bs'h da classificação de Köppen, árido ou Semiárido, muito quente, com chuvas no outono e inverno. O período normal de chuva inicia-se em fevereiro/março e pode estender-se até agosto. Dados históricos de precipitação revelam uma média anual de 820,50 mm, com um máximo de 1.431,70 mm e um mínimo de

449,70 mm. As temperaturas variam, acompanhando a época das precipitações pluviométricas. A média anual fica em torno de 25°C (CPRM, 2005).

#### **4.1.1.2.3 Vegetação**

Do tipo caatinga hipoxerófila, predominante em toda a área do município, (CPRM, 2005).

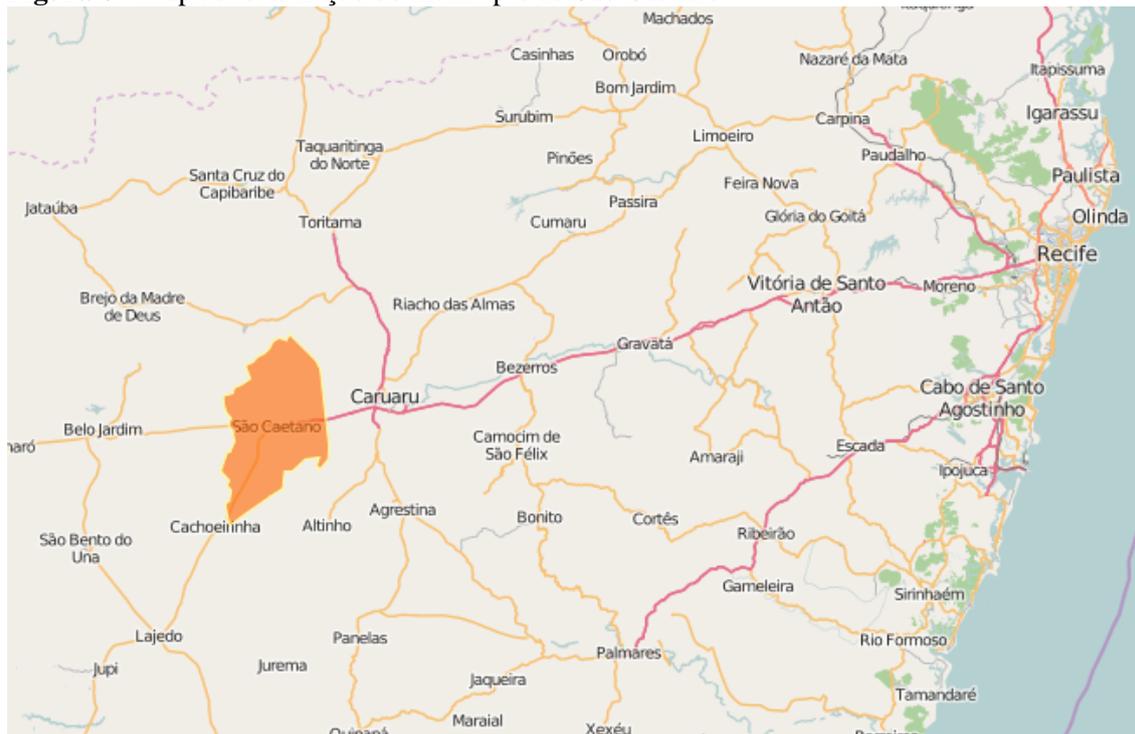
#### **4.1.1.2.4 Geologia**

O município de Cumaru encontra-se inserido, geologicamente, na Província Borborema, sendo constituído pelos litotipos do complexo Surubim-Caroalina e dos Granitóides Indiscriminados (CPRM, 2005).

### **4.1.2 Município de São Caetano**

O município de São Caetano (Figura 6) está localizado na mesorregião Agreste e na Microrregião Vale do Ipojuca do Estado de Pernambuco, limitando-se a norte com Brejo da Madre de Deus, a sul com Altinho, a leste com Caruaru, e a oeste com Tacaimbó e Cachoeirinha. A área municipal ocupa 372,4 km<sup>2</sup> e representa 0,38 % de Pernambuco. Está inserido na Folha SUDENE de Belo Jardim na escala 1:100.000. A sede do município tem uma altitude aproximada de 552 m e coordenadas geográficas de 08 Graus 19 min. 33 seg de latitude sul e 36 Graus 04 min. 21 seg de longitude oeste, distando 148,2 km da capital, cujo acesso é feito pela BR-232 (SUDENE, 1973).

**Figura 6 -** Mapa e localização do município de São Caetano



Fonte - <https://maps.google.com.br/>

#### 4.1.2.1 Aspectos socioeconômicos

O município foi criado em 11/09/1928, pela Lei Estadual n. 1.931, sendo formado pelos distritos-sede, Manicoba e Tapiraím; e pelo povoado de Santa Luzia.

De acordo com o censo 2010 do IBGE, a população residente total é de 35.274 habitantes sendo 27.079 (76,7%) na zona urbana e 8.195 (23,3%) na zona rural. Os habitantes do sexo masculino totalizam 17.203 (48,9%), enquanto que do feminino totalizam 18.071 (51,1 %), resultando numa densidade demográfica de 92,23hab/km<sup>2</sup>.

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal-IDH-M é de 0.591. Este índice situa o município em 102º no ranking estadual (131/185 municípios) (IBGE, 2010)

#### 4.1.2.2 Aspectos fisiográficos

O município de São Caetano, está inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, formada por maciços e outeiros altos, com altitude variando entre 650 a 1.000 m. Ocupa uma área de arco que se estende do sul de Alagoas até o Rio Grande do Norte. O relevo é geralmente movimentado, com vales profundos e estreitos dissecados. Com respeito à fertilidade dos solos é bastante variada, com certa predominância de média para alta (CPRM, 2005).

#### **4.1.2.2.1 Relevo**

O município de São Caetano está inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, formada por maciços e outeiros altos, com altitude variando entre 650 a 1.000 m. Ocupa uma área de arco que se estende do sul de Alagoas até o Rio Grande do Norte. O relevo é geralmente movimentado, com vales profundos e estreitos dissecados. Com respeito à fertilidade dos solos é bastante variada, com certa predominância de média para alta. A área da unidade é recortada por rios perenes, porém de pequena vazão e o potencial de água subterrânea é baixo (CPRM, 2005).

#### **4.1.2.2.2 Clima**

O clima é do tipo Tropical Chuvoso com verão seco. A estação chuvosa se inicia em janeiro/fevereiro com término em setembro, podendo se adiantar até outubro. Dados históricos de precipitação, dos últimos 14 anos, revelam uma média anual de 360,31 mm, com um máximo de 624,2 mm e um mínimo de 133,5 mm (CPRM, 2005).

#### **4.1.2.2.3 Vegetação**

A vegetação desta unidade é formada por Florestas Subcaducifólica e Caducifólica, próprias das áreas agrestes (CPRM, 2005).

#### **4.1.2.2.4 Geologia**

O município de São Caetano encontra-se inserido, geologicamente, na Província Borborema, sendo constituído pelos litotipos da Suíte Serra de Taquaritinga, dos complexos Cabrobó e Belém do São Francisco e das suítes Leucocrática Peraluminosa, Peraluminosa Xingó e Calcialcalina de Médio a Alto Potássio Itaporanga (CPRM, 2005).

### **4.2 Sujeitos do estudo**

O universo do estudo foi constituído por 4 agricultores (as) beneficiados (as) por cisternas calçadão e que já utilizam a tecnologia há mais de um ano, residentes nos municípios de Cumaru e São Caetano, em Pernambuco.

#### 4.2.1 Critério adotado para seleção das famílias / cisternas

Para seleção das famílias / cisternas foi utilizada a técnica baseada na abordagem dos sujeitos estratégicos – **informante-chave** –, tendo em vista a importância de suas experiências vivenciadas na decisão, formulação, implantação e implementação de práticas de utilização da água das cisternas. O conceito de sujeito estratégico que será usado neste estudo, ancora-se nas ideias formuladas por Minayo (2006), que, assim, considera informantes particularmente estratégicos para revelar a realidade concreta em estudo. A escolha desses sujeitos (estratégicos) se deu inicialmente através do contato com o Centro Sabiá (ONG, que faz parte da Articulação do Semiárido – ASA/PE), e solicitação de indicação de agricultores assessorado por aquela entidade, preferencialmente residentes no agreste, que tivessem sido beneficiados com a cisterna calçadão há mais de um ano e fazem ou já tenham feito uso produtivo da água acumulada nesta tecnologia. Portanto os critérios principais foram experiência (utilização da água da cisterna, para fins produtivos) e tempo de uso da tecnologia (agricultores que utilizam a cisterna calçadão há mais de um ano).

#### 4.2.2 Caracterização dos agricultores

Apesar de atenderem aos critérios de seleção para esta pesquisa e estarem dentro do perfil desejado, os 4 agricultores(as) acompanhados(as) no estudo têm características próprias, como: tamanho da família, capacidade hídrica instalada (barragens, poços, cisternas...), ação produtiva, entre outras. A seguir cada agricultor será descrito de acordo com seu perfil sócio-econômico-produtivo:

Família /cisterna 1: quantidade de membros residentes na casa: 2; principal fonte de renda: marido trabalha fazendo cisternas e beneficiários de bolsa família; quantidade de animais: 1 porca, 10 leitões, 20 galinhas; produção vegetal: produz mudas para vender a um projeto ambiental;

Família/cisterna 2: quantidade de membros residentes na casa: 3; principal fonte de renda: marido trabalha construindo cisternas, produz roçado de macaxeira e milho, beneficiários de bolsa família; quantidade de animais 30 galinhas, 1 vaca, 1 bezerro 1 burro e 2 porcos; produção vegetal; produz mudas para vender a um projeto ambiental.

Agricultor/cisterna 3: quantidade de membros residentes na casa: 5; principal fonte de renda: venda de hortaliças no inverno e beneficiários de bolsa família; quantidade de animais: 20 galinhas; produção vegetal: roçado (milho e feijão) e horticultura.

Agricultor/cisterna 4: quantidade de membros residentes na casa: 3; principal fonte de renda: aposentadoria; quantidade de animais: 40 galinhas; produção vegetal: pequeno pomar.

#### 4.2.3 Critérios de inclusão/exclusão e riscos/benefícios

Como **critério de inclusão** dos agricultores, foi utilizada a técnica baseada na abordagem dos sujeitos estratégicos – informante-chave– (MINAYO, 2006), tendo em vista a importância de suas experiências vivências na decisão, formulação e implementação de práticas de utilização da água das cisternas.

Os voluntários selecionados são, obrigatoriamente, agricultores maiores de 18 anos, que possuem e fazem uso da cisterna calçadão há mais de um ano, residentes da zona rural de municípios localizados no Semiárido pernambucano. Também levou-se em consideração a experiência prática do voluntário (utilização da água da cisterna, para fins produtivos) e tempo de uso da tecnologia (quanto maior o tempo de uso, mais estratégico é o agricultor para atender aos objetivos da pesquisa).

Deixamos claro que qualquer um, a qualquer momento da realização da pesquisa, poderia solicitar a suspensão da coleta de dados, se assim desejar. Mesmo após a gravação da entrevista concluída e as análises iniciadas, os voluntários poderiam solicitar a qualquer momento a exclusão de seus dados da pesquisa, fato este que culminaria com a exclusão deste agricultor do estudo em questão.

Os riscos diretos para os voluntários foram mínimos, podendo ser considerados, desconforto e constrangimento, porém para amenizar os mesmos, toda a pesquisa realizada no estudo, foi feita nas residências dos próprios entrevistados, mitigando desta forma esses sentimentos, visto que o ambiente caseiro é reconhecidamente um como local onde as pessoas sentem-se confortáveis e seguras.

Pode-se considerar como benefícios diretos às famílias voluntárias, o retorno que o pesquisador destinou às mesmas (após a análise dos dados) sob a forma de orientações, no que tange a um manejo mais adequado da cisterna, possibilitando a estas fazer o melhor uso possível desta tecnologia.

### 4.3 Justificativa

A região semiárida do Estado de Pernambuco foi escolhida mediante alguns critérios: (a) porte e importância da região, o Semiárido pernambucano ocupa um

espaço territorial superior a 80% do total da área estimada para o estado, caracterizado pelas zonas do Agreste e Sertão aonde os índices pluviométricos chegam, em algumas situações, a menos de 400 mm ao ano, garantido maior complexidade à pesquisa; (b) a existência de políticas, programas, projetos e ações de governo na área de convivência com o Semiárido, que indicam o alto grau de interesse e investimento público nesse setor; (c) a existência de 1.500 agricultores, que já receberam a tecnologia até 2011 e de outros 15.500, que foram beneficiados pela cisterna calçadão entre os anos de 2012 e 2015; (d) a facilidade na obtenção das informações necessárias à realização deste estudo.

#### **4.4 Trabalho de campo**

O trabalho de campo foi dividido em duas etapas, cada qual com a finalidade de dialogar com um dos objetivos específicos. Etapa de Análise **Qualitativa ou de Gestão**, iniciado a partir da aplicação de um questionário por família agricultora, para posterior construção do Discurso do Sujeito Coletivo (DSC). Na etapa de análise **Quantitativa ou de aspectos da Água**, foram feitas três campanhas de análise físico-química das águas contidas nas cisternas bem como mensuração do nível diário de água na cisterna, e registro do índice pluviométrico local.

#### **4.5 Análise qualitativa – gestão da cisterna - Discurso do Sujeito Coletivo (DSC)**

Esta ação teve seu início em 2015, onde foi feita uma pesquisa, através da aplicação de um questionário com perguntas (semiestruturadas), com 4 famílias de agricultores voluntários residentes na área rural dos municípios, sendo, 3 em Cumaru e 1 em São Caetano.

Nesta etapa, os voluntários participaram da pesquisa através das respostas a um questionário contendo oito perguntas, que foi aplicado na residência do agricultor em dia previamente marcado, respeitando a disponibilidade do entrevistado. A entrevista foi conduzida pelo próprio pesquisador, onde as perguntas foram abertas e discursivas, apresentadas em forma de diálogo com o entrevistado. Ao início foi solicitado consentimento para que a entrevista fosse gravada e posteriormente transcrita, sendo facultativa ao voluntário a permissão. Todos os voluntários consentiram com a proposta apresentada, inclusive assinando um termo de consentimento. Cada entrevista teve uma duração média de duas horas.

Ao avaliar a cisterna calçadão, enquanto, tecnologia ambiental para produção de alimentos optou-se pelo referencial teórico da hermenêutica dialética, este como método que valoriza a análise do processo de gestão da água pelas famílias beneficiadas com as cisternas no sentido de suas práxis. Conforme nos alerta Minayo (2006):

A hermenêutica e a dialética não devem ser "encurtadas" através de sua redução à simples teoria de tratamento de dados. Mas pela sua capacidade de realizar uma reflexão fundamental que ao mesmo tempo não se separa da práxis, podemos dizer que o casamento dessas duas abordagens deve preceder e iluminar qualquer trabalho científico de compreensão da comunicação (MINAYO, 2006, p. 219).

Com isso, a relação entre o visível e o invisível, o manifesto e o não manifesto dos contextos descritos serão referenciados neste estudo, como parte de um processo em permanente construção, possivelmente em contradição entre o mundo ideal e real, refletido nas palavras e gestos dos agricultores beneficiados por cisternas calçadão.

Logo, a contradição como conceito fará parte da análise compreensiva desta investigação, destacando que o sentido do conceito de compreensão toma como base as referências de Minayo (2006), no tocante ao que afirma Gadamer (2005), que apresenta a hermenêutica como:

A busca de compreensão do sentido que se dá na comunicação entre os seres humanos [, em que] a linguagem ocupa um ponto no tempo e no espaço [, conceito que é complementado pela autora quando ressalta que ao] ampliar os horizontes da comunicação e da compreensão, nunca escapamos da história, fazemos parte dela e sofremos os preconceitos de nosso tempo (GADAMER, 2005).

Isto posto, vale ressaltar que a opção do método da hermenêutica-dialética, neste estudo, deveu-se, portanto, à afinidade das suas construções com as ideias centrais e ancoragens na busca de:

Entender o texto, a fala, o depoimento, como resultante de um processo social (trabalho e dominação) e processo de conhecimento (expresso em linguagem) ambos frutos de múltiplas determinações, mas com significado específico. Esse texto é a representação social de uma realidade que se mostra e se esconde na comunicação, onde o autor e o intérprete são parte de um mesmo contexto ético-político (MINAYO, 1991, p. 227).

Com isso, afirma-se que este estudo será ancorado no método da hermenêutica-dialética, que utiliza categorias analíticas e empíricas como balizas para analisar os resultados da investigação. A hermenêutica e a dialética são dois conceitos-chave que se apoiam num campo histórico-semântico, que, segundo a hermenêutica, se move entre os

seguintes termos: compreensão como a categoria metodológica mais potente no movimento e na atitude de investigação; liberdade, necessidade, força, consciência histórica, todo e partes, como categorias filosóficas fundantes; e, significado, símbolo, intencionalidade e empatia como balizas do pensamento. A dialética, por sua vez, é desenvolvida por meio de termos que articulam as ideias de crítica, de negação, de oposição, de mudança, de processo, de contradição, de movimento e de transformação da natureza e da realidade social. (GADAMER, 2005; GOMES, 2002; HABERMAS, 2003b; MINAYO, 2006).

Além desses dois conceitos-chave, nesta pesquisa, com base em Minayo (2006), entende-se que categoria analítica pode ser definida como uma abstração realizada com base no exame de uma realidade – embora no exame parcial, que pode incluir imprecisões e ambiguidades, mas que está fundamentado em experiências concretas – cuja importância é primordial para a investigação, porque não só determina sua orientação geral, mas permite sua interpretação correta (TESTA, 1992). E categoria empírica – aquela construída com as finalidades operacionais, visando o trabalho de campo (a fase empírica) ou a partir do trabalho de campo. Ela tem a propriedade de conseguir apreender as determinações e as especificidades que expressam a realidade empírica.

#### **4.5.1 Análise Documental**

Entre os procedimentos que foram adotados, foi feita uma análise documental com a finalidade de selecionar e fichar os principais documentos técnico-científicos que versavam sobre o objeto de estudo, como artigos em periódicos, teses, documentos normativos institucionais, relatórios, projetos, entre outros. Também foram pesquisadas publicações governamentais e não governamentais e registros dos principais programas em execução, que abrangem o tema.

Para a coleta de dados primários, foram adotadas as técnicas de entrevistas semiestruturadas, segundo agendamento prévio, elaborado com base na técnica do DSC. O interesse principal das entrevistas foi de levantar dados sobre o equipamento e a gestão das famílias para produção de alimentos, permitindo assim uma posterior avaliação da tecnologia como um todo.

O roteiro de entrevistas foi construído para que gerasse coerência deste instrumento com os objetivos do estudo, a partir do entendimento de que o roteiro de entrevista é uma lista de temas que desdobram os indicadores qualitativos de uma

investigação, apresentando alguns tópicos que guiem uma conversa com finalidade, nas seguintes condições:

“(a) cada questão que se levanta, faça parte do delineamento do objeto e que todas se encaminhem para lhe dar forma e conteúdo; (b) permita ampliar e aprofundar a comunicação e não cerceá-la; (c) contribua para emergir a visão, os juízos e as relevâncias a respeito dos fatos e das relações que compõem o objeto, do ponto de vista dos interlocutores” (MINAYO, 2006, p. 189).

Todas as questões foram elaboradas, também, com a intenção de identificar elementos históricos na recomposição dos fatos, de forma que possibilite o “confronto” ou a interação entre o discurso e seu desdobramento na prática, buscando o aprofundamento das categorias analíticas.

Alerta-se há possibilidade, de que no proposto estudo, possa existir sinergias durante a recepção dos entrevistados e o entrevistador. Como cita Minayo, a interação entre pesquisador e sujeitos pesquisados é essencial. No trabalho de campo, pesquisador e sujeito da investigação desenvolvem uma relação intersubjetiva, cujo produto será o resultado do encontro entre a realidade concreta e os pressupostos teóricos num processo mais amplo de construção de conhecimento (MINAYO, 2006).

Os procedimentos adotados tiveram a finalidade de aprofundar e integrar as demais técnicas utilizadas em um esforço dialógico de triangulação de métodos, compreendida como uma dinâmica de investigação em que a análise das estruturas, dos processos e dos resultados ocorrem a partir da compreensão das relações envolvidas na implementação das ações e da visão que os atores diferenciados constroem sobre o todo (MINAYO, 2006).

#### **4.5.2 Tratamento dos dados e análise das informações**

Para análise e interpretação dos dados, foi utilizada a técnica do Discurso do Sujeito Coletivo (DSC), que consiste em um procedimento metodológico de natureza quali-quantitativa que busca superar os impasses das pesquisas tradicionais de representação social, recuperando, na escala coletiva – a representatividade aos achados – a natureza discursiva e argumentativa do pensamento (LÈFEVRE & LÈFEVRE, 2005).

O DSC é utilizado para estudar conjunto de discursos, formações discursivas ou representações sociais. Desse modo, a técnica permeará presente pesquisa por proporcionar o levantamento das representações (pensamento) dos sujeitos

entrevistados, aqueles que representam os discursos da realidade vivenciada pelos agricultores familiares beneficiados pela implementação de cisternas calçadão no Semiárido pernambucano.

Neste estudo, o DCS foi utilizado para expressar a manifestação do pensamento de um sujeito coletivo na forma de discursos. Esse discurso expressará os traços do pensamento da coletividade na qual o sujeito está inserido, exprimindo o que o grupo pensa e como pensa. Para elaborar o DSC desse estudo, utilizaram-se figuras metodológicas: expressões-chave, ideias centrais e discurso do sujeito coletivo.

As expressões-chave (E-Ch) são trechos selecionados do material verbal de cada depoimento que melhor descreve seu conteúdo. Essas expressões-chave devem ser sublinhadas, iluminadas e coloridas pelo pesquisador, sendo as que revelam a essência do depoimento. Servem para comprovar a veracidade das ideias centrais (ICs) e das ancoragens. É o material de discursos em estado bruto.

As ideias centrais são fórmulas sintéticas que descrevem o (s) sentido (s) presente (s) nos depoimentos de cada resposta e também nos conjuntos de respostas de diferentes indivíduos que apresentam sentido semelhante ou complementar.

Durante a primeira fase de análise das informações a serem coletadas, poderão ser encontradas algumas dificuldades como relata Minayo (2006), que nos chama atenção para três obstáculos que podem influenciar na eficiência da análise dos dados:

- a) A ilusão da transparência, na qual o pesquisador poderá ter a ilusão de que os resultados serão óbvios logo de início. Essa ilusão é maior quanto mais familiarizado está o pesquisador com seu objeto de pesquisa;
- b) O pesquisador sucumbir à magia dos métodos e técnicas, esquecendo-se de ser fiel à compreensão das informações colhidas e de suas relações sociais dinâmicas e vivas;
- c) As dificuldades da junção e síntese entre a teoria e os achados em campo ou documentais.

Por isto, para a análise dos dados desta pesquisa, utilizaremos o método da hermenêutica dialética, a hermenêutica dialética é a busca da compreensão de sentido que se dá na comunicação entre os seres humanos. Nesse método, há dois níveis de interpretação. O primeiro deve estar estabelecido na fase exploratória da investigação e contempla a contextualização socioeconômica e política dos sujeitos estratégicos a serem investigados; O segundo nível, trata da tecnologia ambiental cisterna calçadão e em particular a gestão produtiva por parte das famílias.

Quanto à ordenação dos dados, as gravações das entrevistas foram transcritas dos seus conteúdos, que ficaram gravados em CD e impressos de modo que já foi feita uma releitura do material, com a finalidade de organizar todos os relatos dessas sessões de trabalho de campo. Após a releitura e ordenação, essas atividades deram origem à Análise do DSC. Para construção dos discursos, foram dados os seguintes passos:

- a) Analisar isoladamente as respostas de cada uma das questões, montando o Instrumento de Análise de Discurso I (IAD I) com duas colunas: a primeira para as E-Chs, a segunda para as ICs, além de codificar cada um dos respondentes nesse instrumento;
- b) Colocar em *itálico* as E-Chs das ICs;
- c) Identificar as ICs e inseri-las na segunda coluna;
- d) Identificar e agrupar as ICs com sentido equivalente e/ou complementar;
- e) Denominar cada agrupamento de A, B, C, etc., criando uma IC para cada um dos grupos;
- f) Copiar do primeiro IAD I as E-Chs do mesmo grupo e inseri-las no IAD II composto de duas colunas, a primeira para as E-Chs e a segunda para o DSC.

#### **4.5.3** Ordenação dos dados para análise do DSC dos roteiros de entrevista

O roteiro semiestruturado das entrevistas contemplou questões comuns ao conjunto de sujeitos abordados (Apêndice I). Após identificadas as similitudes das entrevistas, realizou-se o cadastro do banco de dados referente ao perfil do sujeito, às perguntas e suas respectivas respostas previamente analisadas. A partir desse procedimento foram identificadas as E-Chs e suas ICs para cada resposta posteriormente categorizada conforme os objetivos do Estudo, que teve como meta a obtenção do DSC.

Uma vez selecionados os sujeitos do estudo, foram construídos os objetos de coletas de informações considerando-se como meta (chamada aqui de categoria) a obtenção das seguintes informações: 1 - conhecimento das famílias sobre a tecnologia utilizada e, 2 – forma de gestão da tecnologia. Assim sendo, foram elaboradas as perguntas (chamadas aqui de subcategorias), quatro para cada meta, tendo sido aplicado aos sujeitos do estudo (selecionados anteriormente). O Quadro 3 apresenta um esquema em que as questões formuladas estão explicitadas de forma a tentar extrair dos agricultores respostas discursivas mais complexas.

**Quadro 3** - Esquema explicativo da aplicação do questionário e da técnica do DSC.

<b>Categoria</b>	<b>Subcategoria</b>	<b>Questão</b>	<b>ICs</b>	<b>RESULTADO ESPERADO</b>
1. Conhecimento dos usuários sobre a Tecnologia utilizada - Meta: Avaliar o nível de apropriação da técnica utilizada pelos agricultores -	Produção de Alimentos	Como você faz para produzir alimentos através da água da cisterna?	Tem conhecimento sobre tecnologia ; Não tem conhecimento sobre a tecnologia; Se aproxima do conhecimento ; Não se aplica	- Identificar o nível de conhecimento do agricultor sobre a tecnologia utilizada
	Comparação entre Técnicas	Essa técnica é a melhor, se sim ou não, por que?	Aplica técnica adequada à tecnologia e conhece outras técnicas; Aplica técnica adequada à tecnologia e Não conhece outras técnicas; Não Aplica técnica adequada à Tecnologia mas conhece outras técnicas	
	Eficácia da Tecnologia	A quantidade de água disponível é suficiente para produzir alimentos para o consumo familiar, através da técnica utilizada?	Eficácia comprovada; Eficácia Não Comprovada ; Não se Aplica	
	Origem da água	A água armazenada na cisterna, é exclusiva da chuva, caso negativo, qual outra fonte utilizada para encher a cisterna e quantas vezes esse procedimento é feito no por ano?	Água coletada exclusivamente pelo Calçadão- Água coletada por outras estruturas de captação ; Carro Pipa	
2. Gestão sobre a tecnologia (implementação do conhecimento) -Meta: Avaliar o nível de implementação dos conhecimentos adquiridos sobre a técnica -	Finalidade	A água da cisterna calçadão é exclusiva para produção de alimentos, se não, por quê ?	Finalidade Adequada; Finalidade Inadequada; Finalidade Parcialmente Adequada	- Identificar a relação do agricultor com a tecnologia e sua avaliação sobre a mesma
	Manutenção	O que você faz para manter a cisterna em boas condições ?	Faz Manutenção; Não faz Manutenção	
	Funcionamento	Quais os principais problemas encontrados para manter a cisterna em bom funcionamento?	Sem Problemas; Problemas que Comprometem a Tecnologia; Problemas que Não Comprometem a Tecnologia	
	Uso Racional	A quantidade de água utilizada da cisterna diariamente é a mesma durante todo ano?	Faz uso Racional; Não faz uso Racional; Parcialmente Racional	

#### 4.5.4 Finalização do processo do DSC

Após finalizado o cadastro do material empírico, iniciou-se a fase de **classificação dos dados**, pela leitura exaustiva dos textos – “impregnação” do material –, a fim de identificarmos as categorias analíticas compostas por Expressões-Chave, Ideias Centrais sobre o tema, o que permitiu a construção dos dados, a serem apresentados na análise final deste estudo. Dessa forma (ordenação e classificação dos dados), possibilitou-se organizar os resultados e discussões.

A etapa de **análise final** da pesquisa apresentou-se num movimento dialético constituído no encontro e na triangulação entre o concreto e o abstrato, o geral e o particular, a teoria e a prática, dando origem aos resultados e discussões da pesquisa, que foram organizados em forma DSC. No registro das falas das famílias entrevistadas, em geral, foram preservadas as formulações originais, excluindo apenas algumas marcas típicas da oralidade, tal como hesitações, e eventualmente adequando a sintaxe à norma padrão. Os dados contextuais pressupostos no DSC foram inseridos entre colchetes [ ].

#### 4.5.5 Questões éticas

Quanto ao olhar ético, este se fez presente em todos os momentos da pesquisa. Antes da realização das entrevistas, ao informar os objetivos do estudo, as razões para sua seleção como informante-chave; e mesmo após o consentimento, os entrevistados tinham a ciência que poderiam ou não responderem alguma pergunta que achassem desnecessária ou invasiva.

Ficou claro que qualquer um, a qualquer momento da realização da sessão de entrevista, poderia solicitar a não gravação, se assim desejar. E mesmo após a gravação concluída e as análises iniciadas os voluntários poderiam solicitar a qualquer momento a exclusão de suas entrevistas da pesquisa.

Esclareceu-se, ainda, que as informações obtidas por essas técnicas e instrumentos seriam processadas e analisadas de forma integrada. Após a análise final, os resultados serão apresentados em formato de dissertação e artigos, sem personalizar e ou identificar nenhuma fonte individualmente. Portanto, foram respeitados os aspectos éticos e as implicações legais, de acordo com a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde – CNS, que aprova as diretrizes e normas reguladoras da pesquisa envolvendo seres humanos (BRASIL, 2012). Também houve respaldo com base na certificação de

Autorização de Pesquisa, que foi requerida ao Comitê de Ética em Pesquisa da UFPE. Além disso, todos os informantes e suas informações serão mantidos em sigilo, sob os critérios da ética em pesquisa.

Os dados coletados nesta pesquisa por gravações, e posteriormente transcritos, ficarão armazenados em computador, sob a responsabilidade do pesquisador em sua residência pelo período de mínimo cinco anos.

#### **4.6 Avaliação quantitativa – análise da água - físico-química e de volume**

Buscando dialogar com o objetivo específico 2, para atender o objetivo do trabalho, foram feitas 3 campanhas de análise físico-química da água, bem como monitoramentos diário, sendo estes: nível de água na cisterna, retirada da água para utilização e pluviosidade local.

##### **4.6.1 Análise físico-química**

Para Análise dos parâmetros físico-químicos (Tabela 4) foram realizados em cada uma das 4 cisternas acompanhadas, 3 campanhas com intervalo médio de 90 dias entre as coletas de água, sendo a 1ª no início do período crítico de escassez 03/11/14, a 2ª no fim da estação seca 04/02/15 e a 3ª no início da estação chuvosa 07/05/15.

As coletas foram realizadas respeitando os mesmos procedimentos que os moradores utilizam para retirar a água da cisterna, sendo em nas cisternas 1, 2 e 4, um balde e na cisterna 3 uma mangueira interligada a caixa d'água, que era abastecida pela água da cisterna através de uma bomba centrífuga.

Após a retirada da água da cisterna pelo agricultor, esta foi transferida para recipientes esterilizados cedidos pelo laboratório que realizou as análises. As amostras foram transportadas ao Laboratório realizador das análises, AGROLAB, localizado no bairro de Casa Forte/Recife, o tempo entre coleta e entrega no laboratório levou em média 7 horas.

Os parâmetros observados foram analisados de acordo com o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005). Cabe ressaltar que no caso dos parâmetros de coliformes totais e *Escherichia Coli*, a primeira análise verificou a presença ou ausência de bactérias, já nas demais também foi realizada a contagem de bactérias. Todos os parâmetros avaliados estão descritos na Tabela 3.

**Tabela 3 - Parâmetros avaliados.**

<b>Parâmetro</b>	<b>Und</b>	<b>Método</b>
Alcalinidade total	mg CaCO <sub>3</sub> /L	2320 B
Condutividade	µS/cm	2510 B
Cor aparente	mg Pt-Co/L	2120 B
Cloretos	mg Cl-/L	4500 CI B
Dureza Total	mg CaCO <sub>3</sub> /L	2340 C
Salinidade	‰	2520 B
Sólidos dissolvidos totais (TDS)	mg/L	2440 C
Turbidez	UNT	2130 B
Coliformes totais	NMP/ 100 mL	9223 B
Escherichia Coli	NMP/ 100 mL	9223 B

#### 4.6.2 Análise de nível e quantidade de água utilizada

Para diferenciar e tentar determinar a quantidade de água utilizada para produção de alimentos e seu uso doméstico, além de observar o comportamento de utilização de água ao longo do período estudado, foi feito um treinamento com membros da família, para que os mesmos pudessem anotar em um caderno específico (entregue pelo pesquisador). Os valores a serem observados são: precipitação, nível de água da cisterna, dias de retiradas da água e caso ocorresse introdução de água de outras fontes de captação, exceto do calçadão.

Os dados analisados foram obtidos ao longo de 10 meses, iniciados a partir de 02 de julho de 2014 a 30 de abril de 2015, no qual a própria família realizou a anotação da precipitação e do nível diário de água dentro da cisterna, para o acompanhamento dos volumes armazenados e remanescente (após as retiradas). Para obtenção dos volumes precipitados, foi instalado um pluviômetro, com escala de 0 – 150 mm e divisão de 2 mm, ao lado da área de captação (calçadão). Para determinação do nível da água dentro da cisterna, foi disponibilizada uma régua graduada com dimensão de 2 (dois) metros e divisões de 1 cm, Figura 7. Conforme treinamento realizado, o agricultor aferia as leituras nos respectivos equipamentos e registrava os dados no caderno. Estas anotações foram realizadas sempre no mesmo horário do dia, contudo eram apenas anotadas quando ocorriam chuvas e ou, a família retirava água da cisterna.

**Figura 7** - Agricultor com régua para aferir nível de água da cisterna e pluviômetro.



Fonte – Arquivo pessoal

Com os dados obtidos, espera-se determinar a quantidade de água utilizada diariamente no sistema produtivo da família. A análise destes parâmetros ao final do estudo permite avaliar a eficiência da cisterna calçadão como tecnologia ambiental para produção de alimentos, bem como auxiliar na observação da eficiência gerencial de cada família no que tange a utilização da cisterna calçadão.

Para auxiliar no entendimento do comportamento das famílias em relação a utilização da água, fez-se necessário analisar a eficiência de cada cisterna no que diz respeito a captação de água em relação ao índice pluviométrico, para tanto optou-se por calcular o coeficiente de escoamento superficial (C).

De acordo com Brito *et al.* (2010), uma cisterna eficiente implica no acúmulo de 52 mil litros de água para uma precipitação de 400 mm, ou seja, para cada 1 mm de chuva, deveria reter 130 litros, ou ainda para cada 80 mil litros precipitados sobre o calçadão o acúmulo seria de 52 mil litros (65%). Essa diferença deve-se a perdas que

existem, no próprio evento de chuva e ao longo do tempo de acordo com a variabilidade das precipitações.

Neste contexto, adotou-se a seguinte relação: para a cisterna totalmente cheia, ou seja, armazenando um volume total de 52.000 litros, a altura de lâmina d'água observada é de 180 cm; e a lâmina d'água com altura de 1 cm equivale a um volume armazenado de 288,89 litros. O coeficiente de escoamento superficial (C) é a razão entre o volume acumulado na cisterna e o volume precipitado.

O cálculo do coeficiente de escoamento superficial foi realizado utilizando os seguintes dados: precipitações diárias medidas e seu respectivo aumento na coluna de água dos reservatórios. Com a área de captação do calçadão cimentado (Acalç) e a precipitação (P), foi calculado o volume precipitado (Vp) conforme equação 1:

$$V_p [L] = P[\text{mm}] * A_{\text{calç}} [m^2] \quad (1)$$

O volume escoado ou ganho de água (G) foi calculado multiplicando-se a área interna (Acist) da cisterna pelo respectivo incremento de altura (h) do nível d'água em seu interior, sabendo-se que o nível máximo de cada cisterna é de 180 cm e que isso significa 52 mil litros. A área da seção da cisterna foi considerada constante ao longo da sua altura.

Com os valores de Vp e G, foi calculado em seguida o índice de escoamento superficial (C), este foi definido pela relação entre o volume escoado (G) e o volume precipitado (Vp) (Equação 2):

$$C [L] = G [L] / V_p [L] \quad (2)$$

Em suas pesquisas, Brito & Silva (2014) consideraram que apenas valores de índices pluviométricos superiores a 10 mm seriam relevantes, pois valores inferiores a este não resultavam em acúmulo de água na cisterna calçadão. No estudo citado, chegou-se aos seguintes resultados para eficiência de captação e armazenamento de água 67% em 2010, 77% em 2011 e 66% para o ano de 2012.

#### **4.6.3 Cálculo para determinação da finalidade de uso da água (produtivo / doméstico)**

Antes de realizar os cálculos que possibilitaram encontrar os percentuais de finalidade do uso da água, necessitou-se determinar a média mensal de uso da água. Para o cálculo do consumo médio mensal de água da cisterna, os meses foram divididos em dois grupos, a fim de detectar a existência de diferenças na utilização de água entre os meses secos e chuvosos o que permitiu estipular percentual de água da cisterna destinada especificamente à produção de alimento e dessedentação animal.

Para determinação do mês seco, neste trabalho, levou-se em consideração duas variáveis. Sazonalidade: eventos pluviométricos detectados em não mais de cinco dias distribuídos ao longo do mês. Quantidade: Quando a soma total da precipitação mensal foi inferior a 11 mm. Portanto, caso apenas uma dessas duas variáveis (sazonalidade ou quantidade) estiverem acima dos padrões estabelecidos, o mês foi considerado chuvoso.

A escolha dos limites desses parâmetros (até cinco dias de chuva e índice pluviométrico de 11 mm), para determinar o mês como seco, justificam-se, pelos argumentos apresentados a seguir. Foi detectado durante a pesquisa, através das entrevistas às famílias usuárias das cisternas, que todos detinham outras fontes de armazenamento de água além da cisterna calçadão e da cisterna de 16 mil litros, esta terceira fonte é um barreiro (estrutura de pequeno porte escavada na terra capaz de reter quantidades razoáveis de água), geralmente localizado onde pastam os animais e próximos aos roçados (milho, macaxeira e feijão).

Apesar de manter a água sujeita a índices evapotranspirométricos elevados devido à exposição direta ao ambiente, os barreiros podem influenciar no comportamento da demanda de água (provinda da cisterna), tanto para os animais quanto ao plantio. Portanto, em meses que a ocorrência de precipitação é acima de 12 mm, pode ocorrer acúmulo de água nessas estruturas, como descrito por Brito (2014), onde para essa precipitação (12 mm) detectou-se escoamento de água para cisternas que utilizam solo descoberto (como os barreiros) como área de captação, esse possível acúmulo de água fatalmente influencia na forma de utilizar a água da cisterna. Ainda durante as entrevistas, detectou-se que a água da cisterna calçadão geralmente é a última a ser utilizada. Portanto, justifica-se observar esse mês como chuvoso, mesmo que tenha ocorrido apenas um único evento pluviométrico.

A determinação de mês seco, deu-se pela escolha do número de ocorrências pluviométricas não superior a cinco dias, pois apenas o fato da ocorrência de chuvas em mais dias, contribui no aumento de umidade, por outro lado influi negativamente na necessidade de oferta de água tanto para os animais, quanto para as plantas. Dados estes observados por Nascimento (2012) afirmando que “na irrigação de salvação, uma umidade média de 50% da água disponível é suficiente para a manutenção das funções fisiológicas mínima da planta”.

Os dados coletados durante a pesquisa, de utilização / retirada de água (R), não determinaram sua finalidade, porém é fato que as necessidades domésticas de utilização de água são em geral contínuas. Contudo para a rega das plantas (hortas e pomares) e

dessedentação animal a demanda aumenta nos períodos secos, pois durante os meses chuvosos, parte da necessidade hídrica produtiva é suprida por outras fontes de água presentes na propriedade e ou pela umidade presente no solo e nas plantas.

Ao encontrar a média de utilização / retirada (volume de água) para os meses secos (MRS), subtrai-se desta, a média de utilização de água para os meses chuvosos (MRC), e levando em consideração que o consumo de água para as atividades domésticas é permanente durante todo o ano, obtém-se o quantitativo de água utilizado apenas nas ações produtivas para os meses secos (Rpro).

$$\text{MRS} - \text{MRC} = \text{Rpro (Litros)} \quad (3)$$

Analisando percentualmente esse valor (Rpro) com a média de utilização /retirada de água para os meses secos (MRS), encontra-se percentualmente o valor de uso da água utilizada para fins produtivos (Rpro%):

$$\text{MRS} \text{ ----- } 100\%$$

$$\text{Rpro} \text{ ----- } \text{XX\%} = \text{Rpro\%}$$

Ao final, esses cálculos permitiram encontrar os percentuais de finalidade de utilização da água da cisterna (produtivo ou doméstico) e analisar se os objetivos propostos da cisterna calçadão estão sendo alcançados.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Qualidade de água

Nos itens a seguir serão apresentados, em forma de gráficos, os parâmetros físico-químicos (cor aparente, turbidez, alcalinidade total, condutividade elétrica, cloretos, dureza total, sólidos dissolvidos totais) encontrados em amostras de água armazenadas nas cisternas rurais durante as 3 campanhas de coletas.

Em relação à dessedentação de animais, a legislação brasileira, através da RESOLUÇÃO CONAMA N° 357, de 17/3/2005 (CONAMA, 2005), estabelece a utilização de água da classe 3. Contudo vários estudos orientam que a água destinada ao consumo animal deve seguir os mesmos parâmetros de água destinada ao consumo humano, portanto deve ser dado tratamento semelhante à que se dá a outros fatores de produção, como instalações, alimentação e manejo (AMARAL, 2001).

Apesar da cisterna calçadão se destinar a produção de alimentos e dessedentação dos animais, foi identificado ao longo desta pesquisa que vários beneficiários consumiam esta água. Neste sentido a análise desta prioritariamente à luz dos parâmetros de exigência para consumo humano é imprescindível. Caso a água esteja fora dos padrões, o consumo da água sem uma orientação de uso, pode causar sérios problemas de enfermidades diarreicas de natureza infecciosa as famílias usuárias das cisternas e que, portanto, o principal objetivo de se analisar a água é a proteção à saúde pública (SILVA *et al.*, 2010).

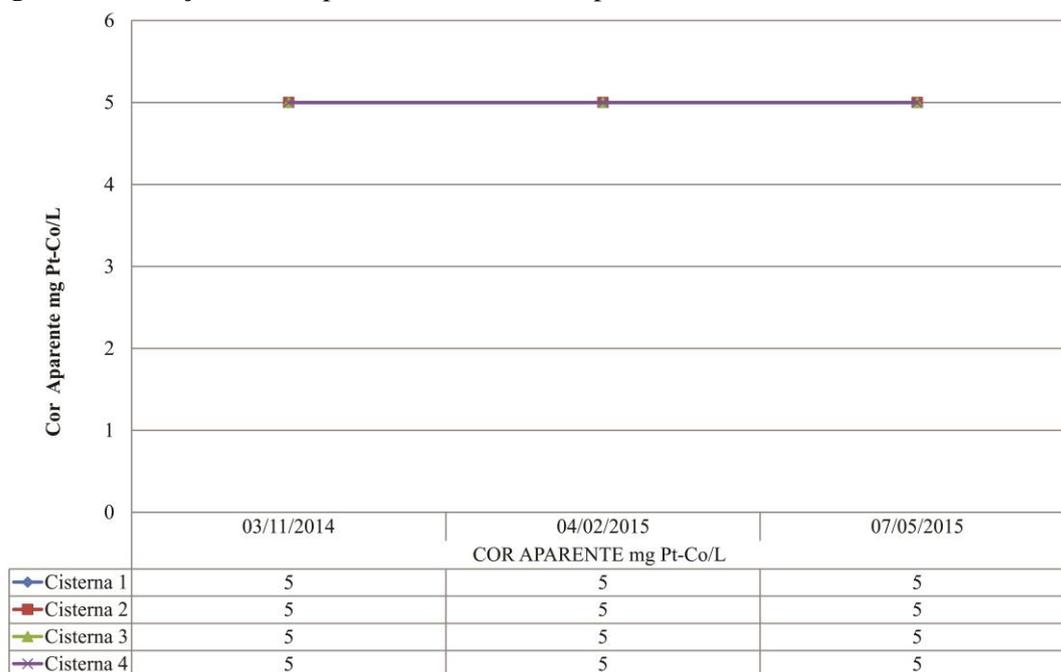
#### 5.1.1 Cor aparente

Em relação à cor aparente todas as amostras apresentaram-se dentro dos limites estabelecido pela legislação brasileira (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011). A média de todas as cisternas foi igual a 5 mg Pt-Co/L e em nenhum caso superior ao permitido pela legislação (15 mg Pt-Co/L) (Figura 8).

Esses resultados foram similares aos encontrados por Lima (2012), ao analisar a cor aparente da água em cisternas de 16 mil litros que utilizaram telhados como área de captação, onde encontrou um valor médio de 6 mg Pt-Co/L. Porém, alguns valores chegaram a apresentar 28 mg Pt-Co/L, mas esse total não ultrapassou 8,1%. Ao passo

que Santos (2008), ao acompanhar cisternas, também com área de captação por telhado, encontrou valores que ultrapassaram a legislação, em 27,8% das cisternas.

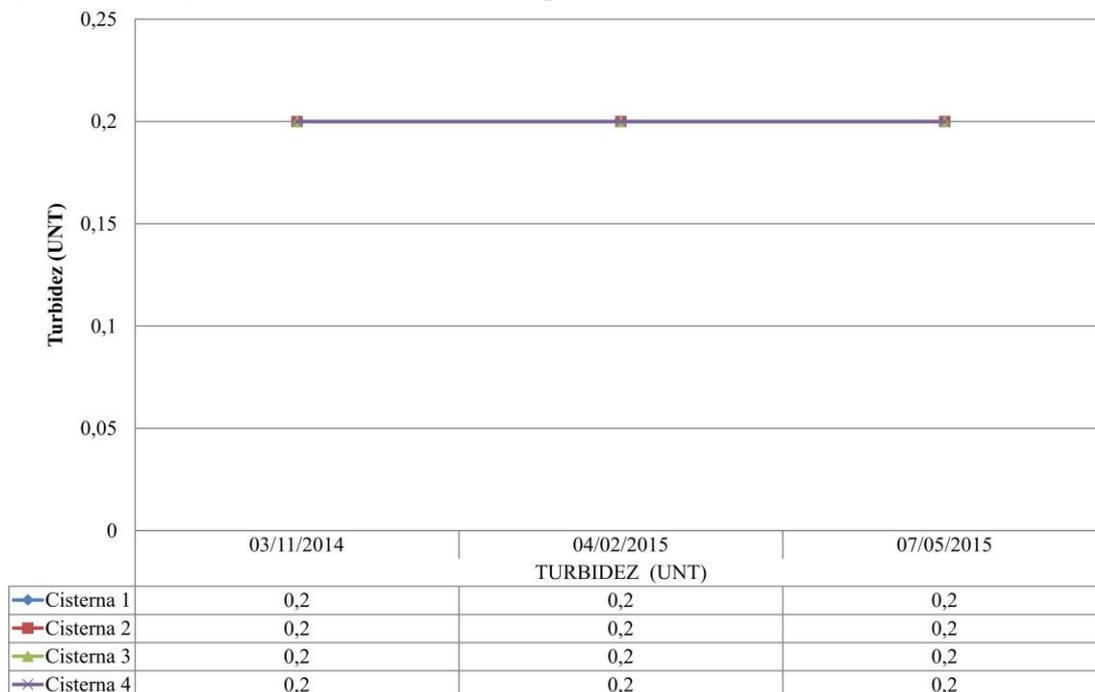
**Figura 8** - Variação da cor aparente durante as campanhas nas 4 cisternas.



### 5.1.2 Turbidez

Os valores individuais e médios apresentados para turbidez permaneceram constantes nas cisternas durante todo o experimento, não ultrapassando 0,2 UNT (Figura 9) e dentro dos padrões de potabilidade exigidos pela legislação brasileira (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011). Valores também verificados por Blackburn *et al.* (2005), que ao analisar água de cisternas com áreas de captação de telhado e calçada afirmaram que “a água de cisterna não possui problemas relacionados à turbidez”.

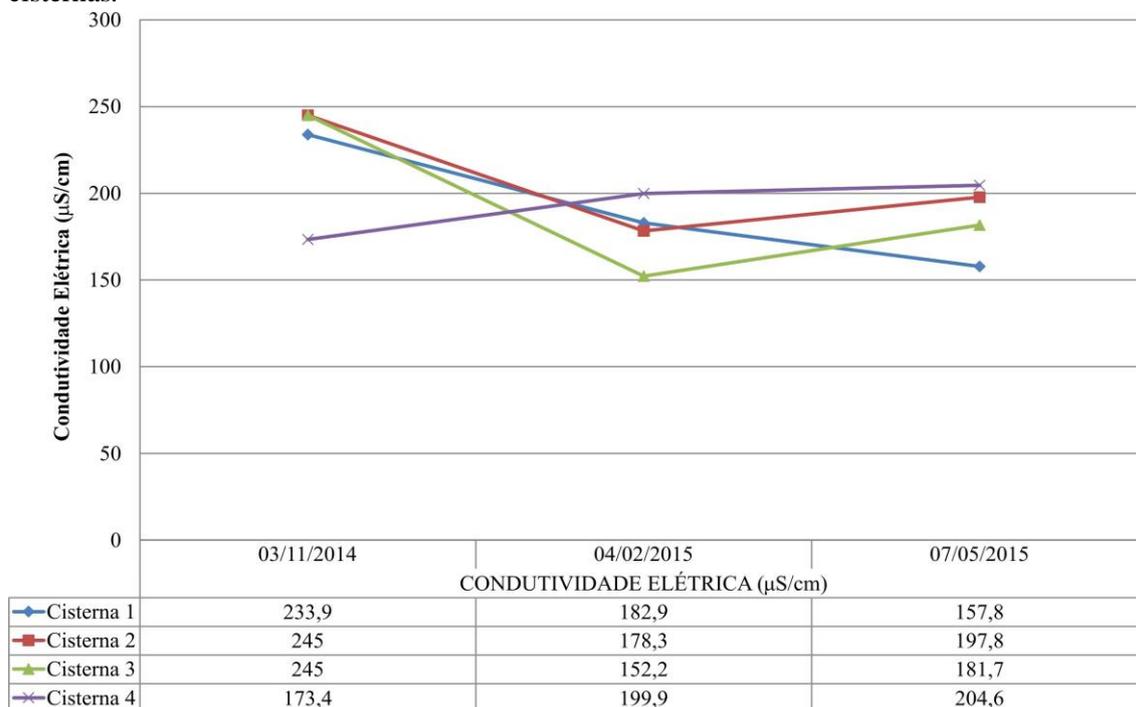
Resultados similares foram encontrados por Lima (2012), mesmo ao observar que os sólidos em suspensão, restos de animais e plantas podem influenciar tanto na coloração quanto na turbidez. Fato também relatado por Macêdo (2004), que não encontrou em suas análises valores maiores que o permitido pela legislação brasileira (1,0 UNT).

**Figura 9** - Variação da turbidez durante as campanhas nas 4 cisternas.

### 5.1.3 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica média foi de 196  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , apresentando valores máximos de 245  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e valores mínimos não inferiores a 152  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Figura 10). Esses valores são menores que os apresentados por Cunha (2014) que ao analisar esse parâmetro em 25 cisternas com área de captação através de telhados, localizadas no Semiárido paraibano, encontrou um valor médio de 201  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Lima (2012) pesquisando 7 cisternas no Semiárido pernambucano, chegou ao valor médio de 154,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . As diferenças nos valores de condutividade elétrica encontradas podem estar relacionadas às diferentes médias de idades das cisternas pesquisadas. A legislação não determina valores máximos e mínimos para esse parâmetro analisado.

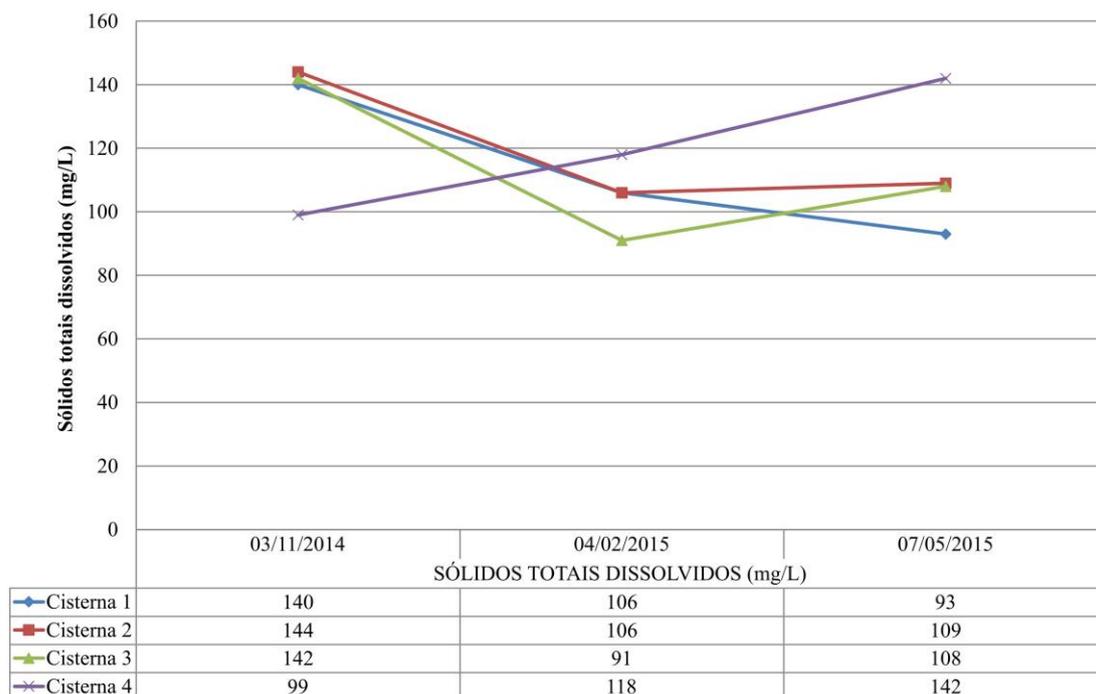
**Figura 10** - Variação da condutividade elétrica durante as campanhas nas 4 cisternas.



#### 5.1.4 Sólidos totais dissolvidos - STD

Neste trabalho foram obtidos valores médios de 117,0 mg/L para STD (Figura 11), bem abaixo dos valores máximos estabelecidos na Portaria n° 2914/2011 do MS, de 1.000 mg/L. Esses valores dialogam com os dados obtidos por Lima (2012) que encontrou um valor de 97 mg/L, bem como com Cunha (2014) que obteve um valor médio de 100 mg/L.

**Figura 11** - Comportamento dos sólidos totais dissolvidos durante as campanhas nas 4 cisternas.

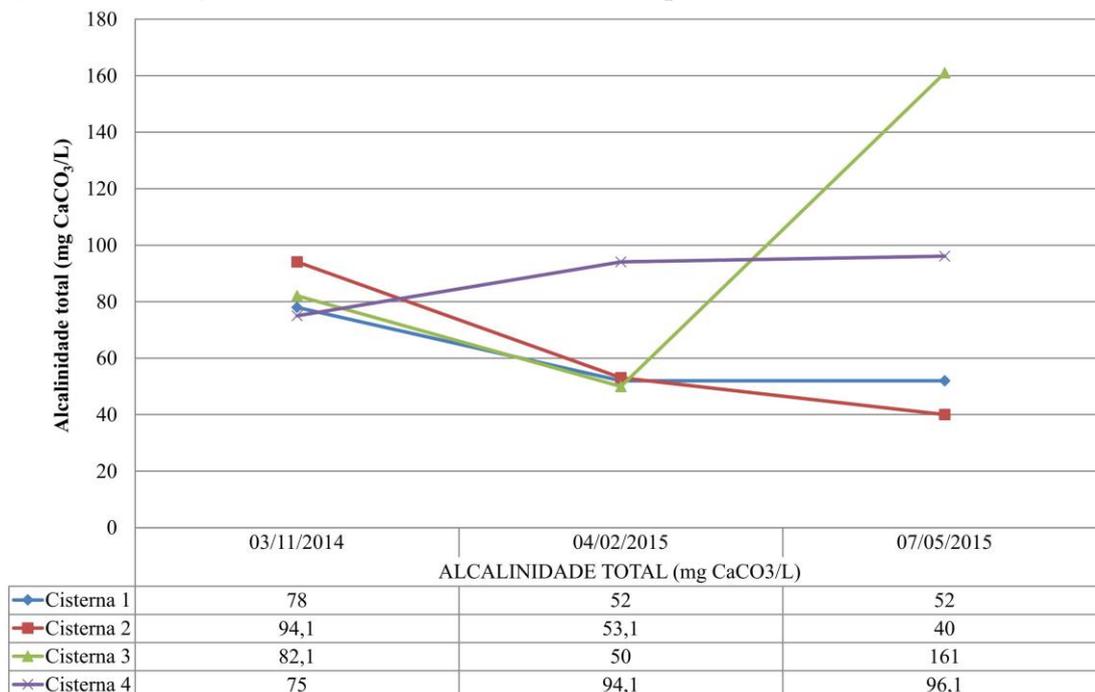


Vale salientar que a determinação de sólidos totais dissolvidos (STD) na água se dá pela quantificação de todas as impurezas nela dissolvida, com exceção dos gases. Cálcio, magnésio, sódio, cloro, bicarbonato e enxofre são os minerais que mais contribuem para o nível de STD, pelo qual se pode primariamente determinar a qualidade química da água (MACEDO, 2004).

Em experimentos zootécnicos com criação de galinhas, constatou-se que à medida que o valor de STD aumenta, a qualidade piora, ocorre a redução do consumo de água pelas aves, causando prejuízos no desempenho do desenvolvimento dos animais (NRC, 1974).

### 5.1.5 Alcalinidade total

Apesar de que a legislação brasileira não estabelecer valores de referência para alcalinidade, os dados médios obtidos foram considerados bons, 77,03 mg CaCO<sub>3</sub>/L com valores máximos não superiores a 161 e mínimos de 40 mg CaCO<sub>3</sub>/L (Figura 12). Estes resultados foram inferiores a outros estudos que encontraram valores médios de 103 mg CaCO<sub>3</sub>/L (LIMA, 2012).

**Figura 12** - Variação da alcalinidade total durante as campanhas nas 4 cisternas.

O pico apresentado para a cisterna 3 no mês de maio (161 mg CaCO<sub>3</sub>/L), pode ter sido resultante da decomposição de matéria orgânica dentro da cisterna, provinda de um possível carregamento de nutrientes depositados sobre o calçadão antes da ocorrência de um evento pluviométrico resultando em escoamento de água contaminada para o reservatório.

Faz-se saber que a alcalinidade não tem significado sanitário para água potável, contudo em elevadas concentrações pode influir no sabor, atribuindo amargor ao líquido (VON SPERLING, 2005).

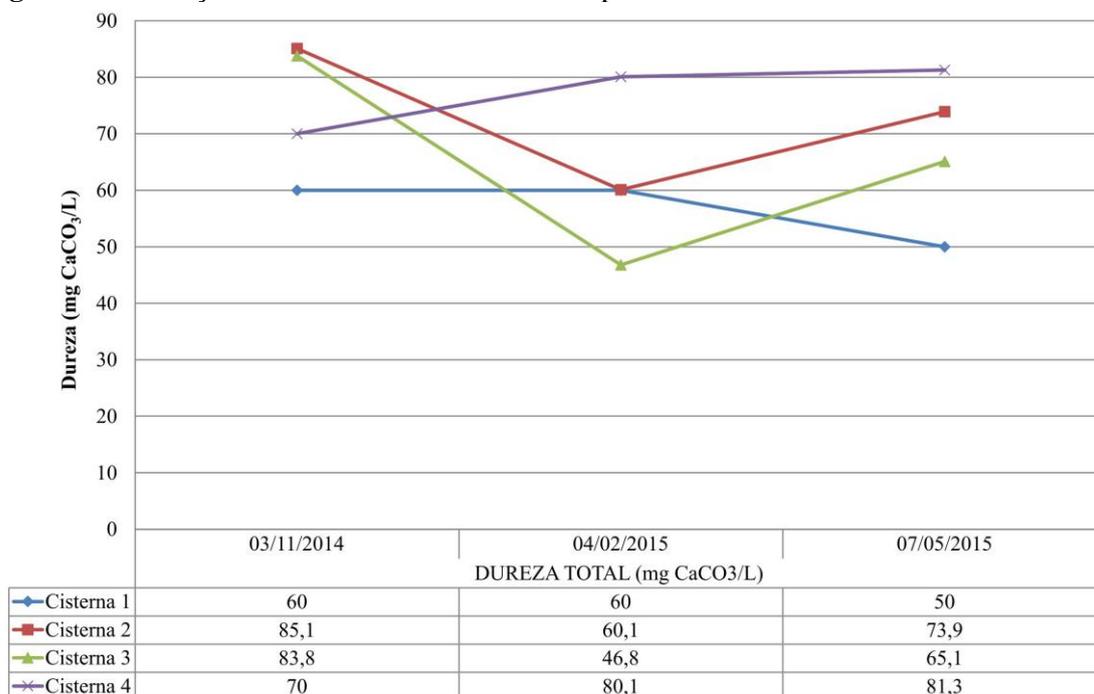
### 5.1.6 Dureza

Obteve-se um valor médio de 68 mg CaCO<sub>3</sub>/L para dureza, apresentando uma certa homogeneidade durante as campanhas, encontrando valores mínimos de 46,8 e máximos de 85,1 mg CaCO<sub>3</sub>/L (Figura 13). Estando os valores observados muito abaixo do valor máximo (500 mg CaCO<sub>3</sub>/L) estabelecido na Portaria n° 2914/2011 do MS. O valor médio aproxima-se do encontrado por Lima (2012) de 45,6 mg CaCO<sub>3</sub>/L.

Ao analisar a dureza sob ótica zootécnica para dessedentação de aves, Curtis *et al.* (2001) explicitam que a maioria dos autores sugerem um limite máximo deste parâmetro de até 180 mg/L de CaCO<sub>3</sub>. Portanto os resultados encontrados permitem a

utilização da água para estes fins, sem prejuízos a criação de galinhas, sendo estas uma das culturas mais comuns nas residências dos usuários das cisternas.

**Figura 13** - Variação da dureza total durante as campanhas nas 4 cisternas.

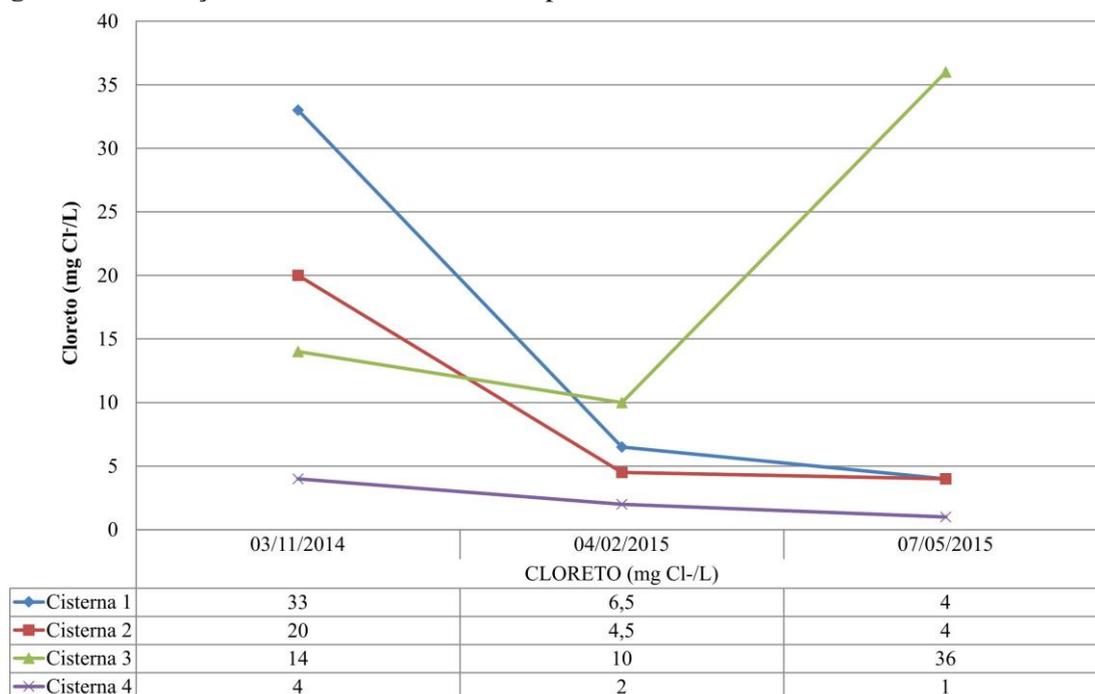


Vale salientar que a dureza da água se refere, principalmente, à concentração de íons de cálcio e magnésio em solução, formando precipitados devido aos carbonatos de cálcio e magnésio. Em determinados níveis, a dureza causa sabor desagradável à água, também influencia a capacidade do sabão e do detergente formar espuma, fator que pode interferir nas atividades domésticas, visto que várias famílias utilizam a água do calçadão tanto para banharem-se quanto para realizar a limpeza da casa.

### 5.1.7 Cloreto

Obteve-se valores médios de 11,16 mg Cl<sup>-</sup>/L para cloretos, com valores que tiveram uma alta amplitude, variando de 1 a 36 mg Cl<sup>-</sup>/L (Figura 14). Mesmo com esta amplitude de variação, os valores apresentaram-se bem abaixo dos valores máximos estabelecidos na Portaria n° 2914/2011 do MS, de 250 mg Cl<sup>-</sup>/L.

Lima (2012) obteve o valor médio de 7,6 mg Cl<sup>-</sup>/L para cloretos, resultados estes bem próximos aos encontrados neste estudo. Ao analisar a água das cisternas acompanhadas, à luz do parâmetro cloreto, pode-se afirmar que as mesmas estariam aptas ao consumo humano.

**Figura 14** - Variação de cloreto durante as campanhas nas 4 cisternas.

Segundo Mouchrek (2003), os cloretos podem ser encontrados em águas naturais, mas em níveis baixos, e em altas concentrações conferem sabor salgado à água, podendo significar infiltração de águas residuárias e de urina de pessoas e animais. Ao observar a grande amplitude de valores de cloreto para uma mesma cisterna à luz das afirmações de Mouchrek (2003), a saber: Cisterna 1, 1ª campanha - 33 mg Cl<sup>-</sup>/L e 3ª campanha - 4 mg Cl<sup>-</sup>/L; e cisterna 3, 1ª campanha 14 mg Cl<sup>-</sup>/L e 3ª campanha - 36 mg Cl<sup>-</sup>/L. Relativo a isso, deve-se constatar que a área de captação de água das cisternas em estudo é um calçadão construído a nível do solo e sem proteção para entrada de animais, esse fato leva a crer que tal amplitude pode ser atribuída à possibilidade do calçadão ter sido contaminado com urina animal ou até mesmo humana (em virtude da presença contínua de crianças nas proximidades), momentos antes de haver uma precipitação que culminou em escoamento de água para a cisterna, resultando desta forma em um valor maior para a presença de cloreto.

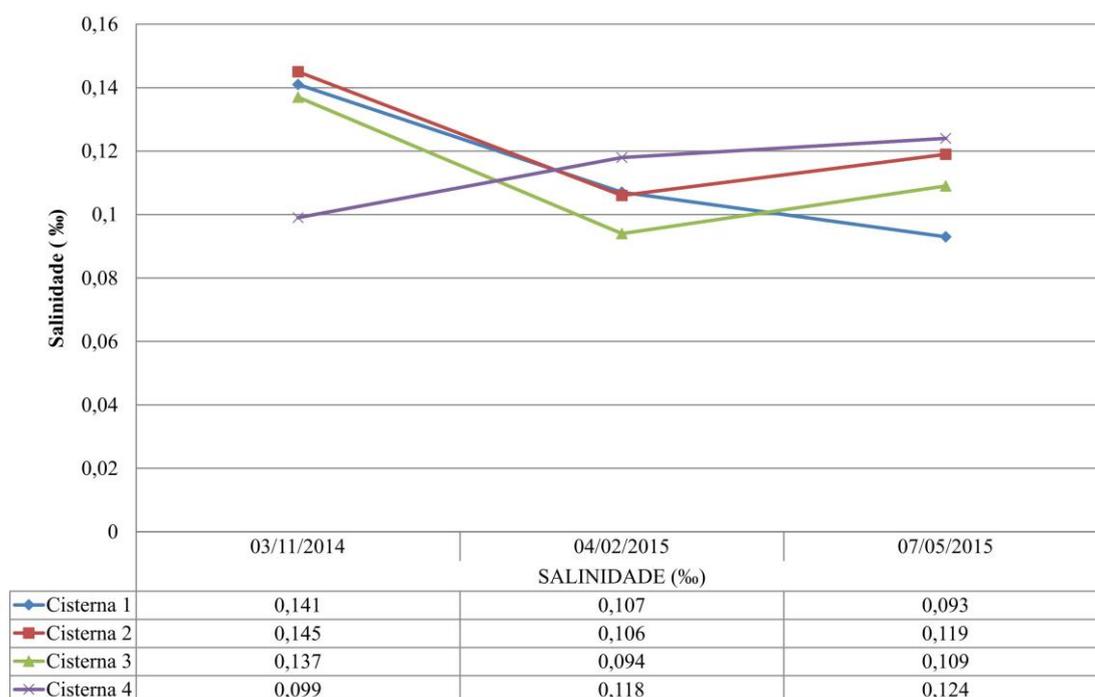
### 5.1.8 Salinidade

Diante dos dados obtidos para salinidade (Figura 15), observa-se que os valores variaram entre 0,93 e 0,14‰, gerando uma média de 0,12‰. Segundo a resolução CONAMA N° 357/2005, no capítulo I, art. 2º, inciso I, indica que a água doce deve apresentar valor igual ou inferior a 0,50‰, para o consumo humano.

Levando em consideração os dados obtidos neste estudo e comparando com Cunha (2014), que obteve uma média de salinidade de 0,09‰, pode-se afirmar que geralmente as águas represadas no interior das cisternas não apresentam teores elevados de salinidade. Isto possivelmente devido às formas de captação (telhado ou calçadão) da água e a sua fonte, que a priori são provenientes de precipitações pluviométricas, salvo casos onde a o beneficiário coloca na cisterna águas provenientes de barreiros ou pequenas barragens que podem conter um teor salino um pouco maior em decorrência do contato com o solo. Esse fato foi detectado neste estudo, em duas cisternas (1 e 2), porém como pode ser observado na Figura 18, não influenciou em uma alteração de níveis de sal na água quando comparado com as outras cisternas observadas.

Desta forma, nenhum dos reservatórios obteve valores fora dos limites estabelecidos pelo CONAMA.

**Figura 15** - Variação da salinidade durante as campanhas nas 4 cisternas.



### 5.1.9 Bacteriológica

As análises bacteriológicas no estudo em questão, foram feitas através de 2 métodos diferentes. Durante a primeira campanha de análise de água, o intuito foi de aferir a presença ou ausência de coliformes totais e *Escherichia coli*. Após verificado a

presença de ambas em todas as cisternas, as demais campanhas foram feitas realizando a contagem de bactérias.

Com relação aos exames microbiológicos, foi detectada presença de coliformes totais e *E.coli* em todos os pontos de coleta e no o período de monitoramento (Tabela 4). Resultados idênticos aos de Blackburn *et al.* (2005) que monitoraram tanto cisternas com área de captação por telhado quanto por calçadão e os de Lima (2012) que acompanhou 5 cisternas com área de captação por telhado e detectaram em todas elas coliformes totais e *E.coli*. Portanto, pode-se afirmar que geralmente, as águas represadas no interior das cisternas encontram-se em desconformidade com a legislação brasileira (MINISTERIO DA SAÚDE, 2011), apresentando teores elevados tanto de coliformes totais quanto de *E.coli*, em ambas às formas de captação (telhado ou calçadão).

**Tabela 4 -** Parâmetros bacteriológicos monitorados durante as campanhas nas 4 cisternas.

Campanha	CISTERNA 1		CISTERNA 2		CISTERNA 3		CISTERNA 4	
	Coliformes Totais (em 100 mL)	<i>E. coli</i> (em 100 mL)	Coliformes Totais (em 100 mL)	<i>E. coli</i> (em 100 mL)	Coliformes Totais (em 100 mL)	<i>E. coli</i> (em 100 mL)	Coliformes Totais (em 100 mL)	<i>E. coli</i> (em 100 mL)
1ª -03/11/2014	Presença	Presença	Presença	Presença	Presença	Presença	Presença	Presença
2ª -04/02/2015	9,2 x 10 <sup>2</sup>	7,8	> 1,6 x 10 <sup>3</sup>	9,2 x 10 <sup>2</sup>	> 1,6 x 10 <sup>3</sup>	9,2 x 10 <sup>2</sup>	5,4 x 10 <sup>2</sup>	5,4 x 10 <sup>2</sup>
3ª -07/05/2015	9,2 x 10 <sup>2</sup>	3,5 x 10 <sup>2</sup>	1,6 x 10 <sup>3</sup>	49	5,4 x 10 <sup>2</sup>	79	2,8 x 10 <sup>2</sup>	23

Valor máximo permitido: ausência (Anexo 1. Port. 2914/11 Ministério da Saúde)

Ao observar os valores apresentados na Tabela 4, nota-se uma variação grande na contagem de coliformes, tanto os totais quanto *E.Coli*. É importante ressaltar que por ser uma análise muito sensível, pode ter havido contaminação durante a coleta, mesmo que se tenham adotado todas as recomendações técnicas para a realização deste procedimento, ou mesmo da susceptibilidade da contaminação no local.

O fator mais preocupante em relação aos coliformes, não se trata dos valores encontrados por si só, porém da constatação realizada junto às famílias usuárias da água das cisternas, que em geral fazem o consumo desta água para beber, sem qualquer tratamento prévio. Ao observar que a água é inodora, insípida e incolor (comprovados através das análises das Figuras 8 a 15), acreditam que ela está livre de qualquer impureza e a utilizam diariamente para todas as finalidades, inclusive para beber.

Os resultados bacteriológicos encontrados dialogam, com as recomendações propostas por Amaral (2001), onde propõe que o monitoramento da qualidade da água

deve ser realizado periodicamente, em estação seca e chuvosa, pois o processo de contaminação é dinâmico, podendo inclusive ser intermitente, como o observado em todos os estudos que analisam águas de cisternas de placas construídas no Semiárido.

Ao analisar as causas de contaminação, Blackburn *et al.* (2005) citando Neto (2003), concluíram que a contaminação microbiológica na atmosfera é muito rara, e que, portanto, a qualidade e a segurança sanitária das águas de cisternas dependem, principalmente, das condições da superfície de captação e da proteção sanitária do tanque.

## **5.2 Coeficiente de escoamento superficial para captação chuva (C)**

Dialogando com o segundo objetivo específico deste trabalho e entendendo que quantidade de água utilizada na unidade familiar a partir da cisterna, depende de sua eficiência em captá-la e armazená-la, é preciso aprofundar os estudos sobre os fatores que a influenciam nesses processos. Neste sentido a quantidade de água acumulada na cisterna é a consequência de algumas variáveis e partindo do pressuposto que o coeficiente de escoamento superficial (C) da área de captação é o fator determinante para o total de água armazenada, fez-se uma análise das 4 cisternas estudadas a partir deste parâmetro.

A Tabela 5, apresenta as datas de ocorrência de chuva (Data), lâmina precipitada (P, em mm), volume de água escoado para dentro da cisterna (G, em L) e coeficiente de escoamento superficial (C), para as cisternas acompanhadas, no período de julho de 2014 a abril de 2015. Vale salientar que foram excluídas nesta representação, as datas em que houve precipitação (P), porém não foi detectado volume de água escoada (G), para nenhuma das tecnologias acompanhadas.

Ao longo dos 10 meses de acompanhamento foram registrados nas áreas do experimento alguns dados, abaixo demonstrados:

Cisterna 1 - 46 eventos de chuva, cujas precipitações variaram de 2 mm a 38 mm, totalizando 256 mm. Desses, em apenas 10 eventos, cujo total precipitado atingiu 133 mm, houve escoamento suficiente para aumentar o nível de água da cisterna. As maiores lâminas precipitadas foram registradas nos dias 06/10/14 e 09/03/15 e corresponderam a 35 mm e 38 mm, respectivamente (Tabela 5).

Cisterna 2 - 46 eventos de chuva, cujas precipitações variaram de 2 mm a 38 mm, totalizando 256 mm. Desses, em apenas 12 eventos, cujo total precipitado atingiu 143 mm, houve escoamento suficiente para aumentar o nível de água da cisterna. As maiores lâminas precipitadas foram registradas nos dias 06/10/14 e 09/03/15 e corresponderam a 35 mm e 38 mm, respectivamente (Tabela 5).

Cisterna 3 - 35 eventos de chuva, cujas precipitações variaram de 2 mm a 30 mm, totalizando 253 mm. Desses, em 24 eventos, cujo total precipitado atingiu 212 mm, houve escoamento suficiente para aumentar o nível de água da cisterna. As maiores lâminas precipitadas foram registradas nos dias 06/10/14 e 09/03/15 e corresponderam a 30 mm e 22 mm, respectivamente (Tabela 5).

Cisterna 4 - 24 eventos de chuva, cujas precipitações variaram de 1 mm a 61 mm, totalizando 302 mm. Desses, em apenas 10 eventos, cujo total precipitado atingiu 213 mm, houve escoamento suficiente para aumentar o nível de água da cisterna. As maiores lâminas precipitadas foram registradas nos dias 17/11/14 e 10/03/15 e corresponderam a 40 mm e 61 mm, respectivamente (Tabela 5).

**Tabela 5** - Distribuição, quantidade e demanda por volume de água das cisternas, julho/14 a abril/15.

Cisternas												
Data	Cisterna 1			Cisterna 2			Cisterna 3			Cisterna 4		
	P(mm)	G (L)	C									
03/07/2014							5,00	288,89	0,29	8,00	866,67	0,54
07/07/2014	4,00	577,78	0,72	4,00	577,78	0,72	2,00	288,89	0,72			
08/07/2014				2,00	288,89	0,72						
19/07/2014	5,00	577,78	0,58	5,00	288,89	0,29	6,00	288,89	0,24			
25/07/2014	5,00	866,67	0,87									
28/07/2014							12,00	1.733,33	0,72	10,00	288,89	0,14
07/08/2014	5,00	288,89	0,29									
08/08/2014	8,00	288,89	0,18				7,00	288,89	0,21			
10/08/2014	8,00	1.155,56	0,72				7,00	866,67	0,62			
20/08/2014										5,00	288,89	0,29
21/08/2014							8,00	866,67	0,54			
28/08/2014							4,00	577,78	0,72			
08/09/2014				15,00	288,89	0,10				19,00	2.600,00	0,68
12/09/2014							8,00	866,67	0,54			
02/10/2014				10,00	577,78	0,29	10,00	866,67	0,43			
03/10/2014										15,00	288,89	0,10
06/10/2014	35,00	4.333,34	0,62	35,00	4.333,34	0,62	30,00	4.622,22	0,77	15,00	866,67	0,29
07/10/2014							7,00	1.155,56	0,83	20,00	3.466,67	0,87
08/10/2014										20,00	1.733,33	0,43
09/10/2014							10,00	577,78	0,29			
17/10/2014							5,00	288,89	0,29			
17/11/2014										40,00	3.755,56	0,47
19/11/2014							7,00	577,78	0,41			
27/11/2014							8,00	288,89	0,18			
02/12/2014	10,00	1.155,56	0,58	10,00	1.155,56	0,58	6,00	1.155,56	0,96			
05/03/2015				5,00	577,78	0,58	5,00	577,78	0,58			
06/03/2015							9,00	866,67	0,48			
08/03/2015				2,00	288,89	0,72	5,00	288,89	0,29			
09/03/2015	38,00	5.777,78	0,76	38,00	5.200,00	0,68	22,00	2.888,89	0,66			
10/03/2015										61,00	13.866,67	1,14*
11/03/2015				2,00	288,89	0,72	5,00	866,67	0,87			
20/03/2015	15,00	577,78	0,19	15,00	577,78	0,19	16,00	1.444,45	0,45			
24/04/2015							8,00	866,67	0,54			
<b>TOTAL</b>	<b>133,00</b>	<b>15.600,01</b>		<b>143,00</b>	<b>14.444,45</b>		<b>212,00</b>	<b>23.400,01</b>		<b>213,00</b>	<b>28.022,23</b>	
<b>Media</b>	-	-	0,55	-	-	0,52	-	-	0,53	-	-	0,50
*Valor pode ter sido afetado por uma área de captação auxiliar ao calçadão												

### 5.2.1 Análise sobre o coeficiente de escoamento superficial (C) em eventos em dias seguidos

Um aspecto relevante para ser observado, trata-se do coeficiente de escoamento superficial (C), para eventos em que houve precipitações no dia anterior ou com dois dias de diferença, destes destacam-se os citados a seguir: na cisterna 1, o valor de C para uma mesma precipitação de 8 mm, variou positivamente em eventos com dois dias de diferença, em 08/08/14 o C foi igual a 0,18 ao passo que em 10/08/14 o C foi quatro vezes maior chegando a 0,72. Na cisterna 2 um fato parecido foi observado entre os dias 07 e 08 de julho, apesar do C encontrado para ambos eventos ter o mesmo valor (0,72), a precipitação registrada no segundo dia, foi a metade do primeiro, sendo registrado apenas de 2 mm, contudo mesmo com um índice pluviométrico muito pequeno, foi registrado um C incomum para essa quantidade, compatível com precipitações bem maiores. Na cisterna 3, nos dias 7 e 8 de agosto foi registrado uma precipitação de 7 mm, no entanto o C do segundo dia foi 3,5 vezes maior que o calculado para no primeiro. Foi observado dados similares para a cisterna 4, nota-se que no dia 06/10/14, para uma precipitação de 15 mm o índice de escoamento calculado resultou em 0,29, ao passo que dia após (07/10), registrou-se uma precipitação um pouco maior (20 mm), porém resultando em um C 3 vezes superior ao encontrado no dia anterior.

Estes achados dialogam com os dados observados por Brito (2014), onde identificou que eventos pluviométricos ocorridos em dias seguidos influenciam em um maior índice de escoamento superficial. Jalfim *et al.* (2003) também alegaram que a umidade inicial sobre calçada é um dos fatores que influem no aumento do C achado, argumentos que podem explicar os dados encontrados na atual pesquisa.

### 5.2.2 Análise entre o coeficiente de escoamento C X precipitação (mm)

Ao analisar os números, verifica-se que os maiores coeficientes das cisternas 1, 2 e 3 foram encontrados nos dias em que os índices pluviométricos estiveram abaixo de 10 mm (Cisterna 1, em 25/07/14, P: 5,00 mm e C: 0,87; Cisterna 2, em 08/07/14, P: 2,00 mm e C: 0,72; Cisterna 3, em 02/12/14, P: 6,00 mm e C: 0,96), apenas para a cisterna 4 existiu uma relação entre maior precipitação e maior C (Cisterna 4, em 10/02/15, P: 61,00 mm e C: 1,14\*), Tabela 5. Esses dados divergem com os achados na literatura, “maiores valores de C também foram obtidos com as maiores lâminas precipitadas” (BRITO, 2014), e por Jalfim *et al.* (2003), quando alegam que quanto

maiores os eventos de precipitação pluviométrica, maiores foram os coeficientes de acumulação.

Em uma de suas pesquisas, Brito (2014) optou por descartar a análise de C, onde os eventos pluviométricos foram inferiores a 10 mm, argumentando que estes valores não resultavam em ampliação do nível de água da cisterna, para uma captação feita por um calçadão cimentado. Mais uma vez, os dados da pesquisa atual são contrários aos apresentados por Brito (2014), pois mais de 50% das precipitações resultantes em escoamento de água para a cisterna, foram oriundos de eventos abaixo de 10 mm. Um fato que pode explicar tal distorção atribui-se ao local de realização dos experimentos, apesar de ambos terem sido realizados no Semiárido, Brito fez sua pesquisa na região do Sertão do São Francisco, onde as temperaturas são reconhecidamente mais altas, como por exemplo em Petrolina, onde a média anual é de 26,0°C com máximas podendo chegar a 34,0°C, ao passo que na região do Agreste Pernambucano, como por exemplo no município de Cumaru a média anual é de 23,4°C, com máximas não ultrapassando 30,0°C (INPE, 2015), as diferenças de temperaturas podem ter influenciado nos dados encontrados.

Faz-se necessário esclarecer o valor encontrado de C (1,14\*) em 10/02/15, na cisterna 4, essa cisterna em especial, tem a possibilidade de utilizar uma área de captação auxiliar ou complementar, que se baseia em uma ligação de parte do telhado da casa do agricultor e pode seguir diretamente para a cisterna de 52 mil litros. Esse dispositivo na maior parte do ano fica bloqueado, pois prioritariamente a água escoada no telhado é canalizada para a cisterna de 16 mil litros, porém quando essa cisterna enche o agricultor aciona o sistema para abastecer a cisterna maior (52 mil L), potencializando desta forma toda a área de captação disponível.

Através do relato da própria família, identificou-se que no dia 10/02/15 a quantidade de água precipitada (a maior dentre todos os eventos observados) foi suficiente para o enchimento total da cisterna de 16 mil litros, e que ainda durante este mesmo evento, o dispositivo que canaliza a água do telhado para a cisterna calçadão foi acionado. O fato relatado, além de ter contribuído de forma efetiva para o aumento do nível de água dentro da cisterna, também não possibilitou fazer a distinção do quantitativo de água acumulado em razão da calçada de 200 m<sup>2</sup> ou do telhado e por consequência mascarou o cálculo do C, resultando em um índice superestimado.

Esses fatos orientam ao retorno da observação dos dados à luz da relação entre o coeficiente C e índice pluviométrico. Eliminando-se o dia 10/02/15, o maior coeficiente

de escoamento, ocorrido na cisterna 4, será encontrado no dia 07/10/14, com P: 20 mm e C: 0,87. Com esse dado a cisterna 4 também apresenta o seu maior C em dia diferente do maior evento pluviométrico (ao excluir as informações obtidas no dia 10/02, a maior precipitação registrada se deu no dia 17/11/14 com 40 mm), fato similar ao ocorrido com todas as outras cisternas acompanhadas.

Ao comparar as análises feitas no item anterior (Item 5.2.1) com os números apresentados neste tópico (Item 5.2.2), observa-se que o fator da umidade inicial (gerada por eventos de precipitação antecedente) sobre o calçamento, tem mais influência para o coeficiente de escoamento superficial que a própria precipitação isolada. Isso fica evidente quando observa-se que na cisterna 1 foi anotada uma precipitação de 2 mm (que não gerou escoamento superficial, portanto o valor não encontra-se na Tabela 5), três dias antes do dia verificado de maior C; já nas cisterna 2 e 4 ocorreu chuva, exatamente no dia anterior ao maior C calculado; ao passo que na cisterna 3, apesar da última chuva antes do dia de maior C ter ocorrido com cinco dias de diferença, foram detectados valores altos de C em dias de chuvas consecutivos, como por exemplo no dia 07/10/14 que com apenas uma chuva de 7 mm gerou um escoamento superficial de 0,83 mm.

### 5.2.3 Análise entre maiores precipitações X maiores volumes acumulados

Entendendo que a quantidade de água acumulada na cisterna é o objeto maior desta tecnologia, é importante compreender como se comporta o acúmulo de água em relação ao volume precipitado.

Neste sentido, observou-se que nas 4 cisternas os eventos de maiores precipitações, apesar de não terem gerados os maiores coeficientes de escoamento superficial (C), resultaram nos maiores volumes escoados (G) para a cisterna, demonstrados nos seguintes casos: Cisterna 1, em 09/03/2015, P: 38,00 mm e G: 5.777,78 Litros; Cisterna 2, em 09/03/2015, P: 38,00 mm e G: 5.200,00 Litros; Cisterna 3, em 06/10/2014, P: 30,00 mm e G: 4.622,22 Litros; e cisterna 4, em 10/03/2015, P: 61,00 mm e G: 13.866,67 Litros (Tabela 5). Esses dados estão de acordo com os resultados encontrados por Jalfim *et al.* (2003), onde afirma que “proporcionalmente, as maiores precipitações contribuem mais para o acúmulo de água na cisterna”.

#### 5.2.4 Eficiência de captação de água da cisterna calçadão

Em pesquisa realizada durante 3 meses (janeiro a março) acompanhando 4 cisternas que utilizam área de captação por calçadão cimentado, Jalfim *et al.* (2003) encontrou os seguintes resultados para o coeficiente de escoamento superficial (C): Cisterna 1 - 0,40; Cisterna 2 - 0,49; Cisterna 3 - 0,53; Cisterna 4 - 0,54, resultando em uma média geral de 0,47. Ainda dentro do mesmo estudo, porém utilizando uma metodologia diferente em que foi aplicado aos cálculos outras variáveis, Jalfim *et al.* (2003) chegou a um valor médio total de C 0,59. Brito (2014) acompanhando uma cisterna calçadão durante 3 anos (janeiro 2010 a dezembro 2012) encontrou um C de 0,67, porém para esse cálculo foram desprezadas as precipitações menores que 10 mm.

Os dados médios para as 4 cisternas obtidos para os coeficientes de escoamento superficial nesta pesquisa, levando-se em consideração todas as precipitações que resultaram em volume escoado (G), foram respectivamente: 0,55; 0,52; 0,53 e 0,42 (desconsiderando o evento registrado em 10/02/15), resultando em uma média geral de  $C = 0,50$ , ou seja, cerca de 50% da chuva anual ou mensal precipitada sobre o calçadão escoou para a cisterna.

Desta forma os valores encontrados nessa pesquisa ( $C = 0,50$ ) dialogam com Jalfim *et al.* (2013) ( $C = 0,47$ ), porém diferem dos encontrados por Brito ( $C = 0,67$ ). Esses fatos podem ter explicação em ajustes metodológicos para realizar os cálculos, exemplificando esse argumento. Pode-se expor os valores encontrados por Jalfim *et al.* (2003), que apresentou valores distintos para C dentro de uma mesma pesquisa, apenas fazendo ajustes no método do cálculo.

### 5.3 Discurso do Sujeito Coletivo - DSC

Os resultados obtidos nesta pesquisa estão apresentados a seguir e foram separados de acordo com a categoria em que se enquadram. Para a categoria analítica 1 (conhecimento das famílias sobre a tecnologia utilizada), foram construídos dois discursos, ao passo que categoria analítica 2 (gestão sobre a tecnologia - implementação do conhecimento), foi representada em três DSC's.

#### 5.3.1 Categoria 1: Conhecimento das famílias sobre a tecnologia utilizada

- Meta: Avaliar o nível de apropriação da técnica utilizada pelos agricultores.

### 5.3.1.1 1º DSC

As respostas obtidas resultaram no seguinte DSC:

“(…) Essa cisterna não dá pra produzir o ano todo (...) no alto do verão chega o tempo da seca aí se eu for continuar o plantio direto falta, o que eu faço, contínuo plantando bem pouco, poucas vasilhas que eu nem no lerão faço mais, já faço em bacia, só pra os dias da semana (...) no verão é pra mim mesmo, o coentro, uma cebolinha, sempre mantenho, só deixo pra o consumo da gente mesmo (...) Enquanto o açude tem muita água, eu resguardo a água na cisterna (...) mas enquanto tiver água no açude eu não mexo nela na época do verão (...) Comprei pros animais por que não dava não, aí essa que comprei pro animais eu botei lá no barreirinho do cercado (...) Nunca foi botada a água de carro pipa, nem outra água, é só da chuva (...) Pega água do calçadão e do telhado da minha casa é que a cisterna de 16 mil litros enche rápido, pra eu não desperdiçar a água eu coloquei na outra a maioria do telhado, a pequena encheu também com esse pouco (...)”.

O discurso dos agricultores revela que os mesmos têm conhecimento sobre a tecnologia, pois aplicam técnicas de utilização da água que estão em consonância com a possibilidade permanente de restrição hídrica, confirmando os achados de Cirilo *et al.* (2010). Neste sentido, a expressão que melhor dialoga sobre esta categoria de análise é a seguinte: (...) Essa cisterna não dá pra produzir o ano todo (...), o que revela que a vivência diária com a cisterna, os ensinou que esta água da cisterna deve ser economizada a todo custo: (...) mas, enquanto tiver água no açude eu não mexo nela na época do verão (...).

A cisterna calçadão revela-se, portanto, ser uma estratégia necessária, uma prioridade entre as famílias, porém está sujeita à disponibilidade de outras estruturas de armazenamento hídrico na propriedade ou nas proximidades da casa, novamente dialogando com Cirilo (2008), onde argumenta que convivência com problema da escassez de água, não se dá através de uma solução única, podendo as estruturas hídricas estar isoladas ou combinadas. Ao mesmo tempo que mencionam o desejo de lançar mão de mecanismos capazes de promoverem a produção de alimentos em toda época do ano, apontam para a necessidade de manter a água dentro da cisterna o máximo possível, pois temem que a mesma acabe antes da próxima estação chuvosa, assim exemplificados no DSC que se segue: (...) no verão é para mim mesmo, o coentro, uma cebolinha, sempre mantenho, só deixo para o consumo da gente mesmo (...).

Esses dois fatos geram um conflito, que se resume em utilizar ou não a água para produzi alimentos e por muitas vezes, sua solução apresentam-se de natureza complexa, que exige do agricultor amplo conhecimento sobre o potencial da tecnologia (cisterna), a necessidade hídrica da família tanto para consumo doméstico quanto para produção de alimentos e o conhecimento do agricultor sobre o regime pluviométrico em sua região. Nesse sentido, estes achados acompanham Brito (2008), argumenta que a água no Semiárido é um fator limitante, tanto para o consumo humano, quanto para produção agrícola e sugere a necessidade de apropriação por parte dos habitantes de medidas de gestão e práticas de uso apropriadas.

No que diz respeito ao conhecimento da cisterna calçadão, no resultado esperado identificar o nível de conhecimento do agricultor sobre a tecnologia utilizada, avaliou-se como muito bom à luz das orientações técnicas MDS (2015), conforme expresso no seguinte recorte das falas do DSC: (...) Nunca foi botada a água de carro pipa, nem outra água, é só da chuva (...). Por vezes na busca de aumentar o potencial de captação os agricultores chegam a interligar à área de captação do telhado à cisterna de 52mil litros, exemplificado na seguinte fala: (...) Pega água do calçadão e do telhado da minha casa, é que a cisterna de 16 mil litros enche rápido, pra eu não desperdiçar a água eu coloquei na outra a maioria do telhado, a pequena encheu também com esse pouco (...). Expressando desta forma criatividade e capacidade adaptativa, o que apenas é possível quando se tem amplos conhecimentos sobre o tema em questão.

### **5.3.1.2 2º DSC**

Um 2º DSC foi construído ainda a partir do conhecimento das famílias sobre a tecnologia utilizada e como eles agiam para produzir alimentos utilizando a água das cisternas e se esta técnica é melhor ou não. Suas respostas proporcionaram o seguinte discurso:

“(...) A gente coloca a bomba, puxa pra uma caixa de 1.000 litros aonde a água vai diretamente para o coxo (...) a gente tá pensando na maneira mais fácil, e a maneira mais fácil é puxar pra a caixa pra aguar essas plantas. (...) no momento eu não estou produzindo por conta que o inverno é fraco (...) eu não sei o que é que vai vir pra frente (...) a plantação que eu estou produzindo que tem aqui na minha área no momento não ocupa a água da cisterna (...) Os alimentos que ocupa a água da cisterna é o coentro, o alface, esses pés de maracujá, os pés de chuchu, esses, como é que se diz, esses produtos que é menos resistentes ao verão. (...) eu fiz um canteiro econômico, é bom

trabalhar com ele, por que ele economiza muita água (...) bom seria mesmo uma encanação, fazer uma escavação na terra e botar uma torneirinha na frente da pocilga mesmo. Pra quando ligar a água for direto pra lá, por encanação. (...) Utilizo o regador, eu acho que é a melhor técnica sim, por que gasta menos água, economiza mais, na mangueira não, desperdiça a água e o regador você já sabe que está se esforçando aí economiza mais um pouco (...) Vou regando as plantas de acordo com a necessidade, de três em três dias no verão, agora não por que tá chovendo um pouco, não tá sendo preciso aguardar nada agora. (...) Sempre usei o regador não é que é melhor, é por que eu não conheço o gotejador (...) Aí eu não posso dizer quero ou não quero eu tenho que ver como é, o técnico vai me explicar como é que eu posso usar, aí eu vou ver se dá mais certo o gotejador ou o regador. (...) E se fizer o lerão solto na terra consome muita água, então primeiro eu forrei um plástico depois coloquei a terra aí depois... (...) Fora a cisterna calçadão e a de 16.000 litros tem esse tanquinho de 8 mil litros, ele ajuda um pouco (...).”

As falas dos agricultores revelam que têm conhecimento sobre a tecnologia utilizada, mas faz-se necessário uma melhor compreensão da técnica. Ao mesmo tempo mencionam o desejo de lançar mão de mecanismos capazes de promoverem uma gestão mais próxima a situação de conservação da água. Apontam para a necessidade de organizar e dominar a técnica, como instrumento possível de uma melhor produção de alimentos, suas falas indicam que, quando isso ocorre se configura como uma prática efetiva e obtém bons resultados, (...) Sempre usei o regador não é que é melhor, é por que eu não conheço o gotejador (...) Aí eu não posso dizer quero ou não quero eu tenho que ver como é (...). Leitão *et al.* (2007) afirmam que “nas diversas regiões semiáridas do mundo, as restrições no acesso a água têm constituído um importante motivo de entrave ao desenvolvimento sócio econômico da população residente nestes espaços geográficos”. Acrescenta ainda que a tomada de consciência de uma gestão destes recursos na perspectiva do consumo racional e visando sua proteção é sem dúvida um dos mais importantes aspectos a serem considerados e que este objetivo será atingido na medida que sejam consideradas melhorias das práticas que vêm sendo utilizadas, cuidando dos aspectos de qualidade e da quantidade da água de forma integrada buscando garantir a sustentabilidade das populações que residem nestas regiões. Neste sentido as observações extraídas das falas dos agricultores orientam para uma melhor observação às técnicas utilizadas por estes em relação às cisternas calçadão.

Nota-se também relatos antagônicos no discurso, quando a finalidade é utilização da água para dessedentação animal ou plantio de hortaliças e fruteiras. No primeiro caso os agricultores apresentam a necessidade de implantar um ponto de coleta de água próximo à criação, (...) bom seria mesmo uma encanação, fazer uma escavação na terra e botar uma torneirinha na frente da pocilga mesmo (...), possivelmente em decorrência da elevada quantidade de água que geralmente é utilizada nesses sistemas, por outro lado quando trata-se de aguação para a produção de alimentos (hortas e pomar), o discurso apresenta-se mais condizente com a realidade de restrição hídrica, onde utilizam geralmente o regador, além de demonstrar interesse em aprender novas técnicas compatíveis com a pouca disponibilidade de água.

### **5.3.2** Categoria 2: Gestão sobre a tecnologia (implementação do conhecimento)

- Meta: Avaliar o nível de implementação dos conhecimentos adquiridos sobre a técnica.

#### **5.3.2.1** 1º DSC

As respostas obtidas resultaram no seguinte DSC:

“(...) Veja bem, a água dessa cisterna serve muito, é uma riqueza quem tem uma dessas em casa (...) é pra o consumo de casa, pra lavar roupa, passar pano, pra beber, pros animais, pra as plantas quando eu tinha, pra tudo (...) A cisterna calçadão é pra o consumo de todos, pra tudo (...) produzir os porcos e as mudas, uso também para lavar roupa, tomar banho, tudo vem lá da cisterna, a gente só não faz beber dela; (...) eu vou passar a utilizar em meus canteirinhos, uso também pra lavar roupa, às vezes a casa também; (...) essa daqui é só pra beber, e lá é só pra tomar banho, lavar roupa, essas coisas, usava nas fruteiras, agora eu não estou usando mais; (...) Pra o consumo da casa, por que a pequena eu só deixo pra beber mesmo. É por que se eu for consumir das duas quando chegar no verão eu nem tenho água pra beber nem tenho água pra o gasto, aí então eu tenho que reservar pelo menos a pequena só pra beber e cozinhar e a grande é todo o consumo, todo consumo sai dela, puxo com a bomba e boto na caixa; (...) A minha sorte é que a cisterna sempre manteve água, é por conta desse barreiro, por que tudo o que tem pra fazer de aguação, pra os bichos beber enquanto eu podia tirar do barreiro, eu não tirava da cisterna. Pra manter, por que eu não sabia até quando ia chover (...) eu sempre me preocupo muito com ela, as vezes chove, eu vou, passo um

risco nela de giz ou de carvão, pra observar se ela tá baixando, se ela tem algum vazamento, eu me preocupo muito por conta de vazamento nela (...).”

As falas acima constituem uma síntese de como os agricultores fazem a gestão da água da cisterna calçadão. Ao observar o DSC e confronta-lo com os objetivos prioritários concebidos para a gestão da cisterna calçadão, conforme MDS (2015), é notória uma distorção de finalidade no que se refere a utilização da água. Os agricultores argumentam que utilizam a água da cisterna, principalmente para as necessidades domésticas (lavar roupa, tomar banho, etc.), mesmo que façam para fins produtivos. Entretanto, fica claro a preocupação com a escassez no período da estação seca, tanto que alguns param de produzir por completo e reservam a água unicamente para consumo da casa.

A maioria das famílias entendem e sabem fazer a distinção da gestão do uso da cisterna de 16 mil litros e da cisterna de 52 mil litros, priorizando o consumo humano da água da cisterna “pequena” (16 mil litros), como recomenda o manual técnico desta tecnologia (MDS, 2015) e destinando o uso da água da cisterna calçadão para outras finalidades. Como exemplificado: (...) Pra o consumo da casa, por que a pequena eu só deixo pra beber mesmo (...).

Observa-se que as famílias utilizam todas as possíveis estruturas de armazenagem de água existentes, isso demonstra uma compreensão de que é necessário gerir o potencial hídrico disponível de forma articulada. Nesse contexto, a cisterna calçadão não pode estar isolada, uma vez que é essa estratégia, que bem ou mal tem conseguido mantê-los em suas residências.

Essa gestão é um processo de natureza complexa, no qual as famílias fazem primeiro o uso da água de locais como os barreiros e pequenas barragens (águas expostas, sem cobertura e, portanto, sujeitas a altíssimos índices de evaporação), como citado por Brito *et al.* (2005).

No que diz respeito a gestão da cisterna calçadão, quando avaliou-se a relação do agricultor com a tecnologia e sua avaliação sobre a mesma, o DSC revelou que os agricultores a utilizam como uma das tecnologias de disponibilidade hídrica e realizam uma boa gestão deste potencial, pois o fazem de forma articulada, como emergiu das falas do DSC: (...) A minha sorte é que a cisterna sempre manteve água, é por conta desse barreiro, por que tudo o que tem pra fazer de águação, pra os bichos beber enquanto eu podia tirar do barreiro, eu não tirava da cisterna (...). E por compreender que essa tecnologia é importante e necessária no seu cotidiano de escassez permanente,

atribuem o seguinte valor: (...) veja bem, a água dessa cisterna serve muito, é uma riqueza quem tem uma dessas em casa (...).

Porém, no que se refere especificamente à finalidade desta tecnologia (produção de alimentos e dessedentação dos animais) proposta pelo manual técnico, a gestão não vai nesta direção, pois ela é utilizada para as mais diferentes carências (domésticas e produtivas), muitas vezes priorizando a sobrevivência, isto também foi observado por Brito *et al.* (2012).

### 5.3.2.2 2º DSC

Dentro desta mesma categoria de análise (gestão sobre a tecnologia - implementação do conhecimento), foi construído um 2º DSC e associando esta categoria de análise às subcategorias de “Finalidade” e “Funcionamento” utilizando o discurso obtido das seguintes respostas:

O que você faz para manter a cisterna em boas condições? Quais os principais problemas encontrados para manter a cisterna em bom funcionamento?

“(...) de vez em quando eu varro, a calçada, (...) Tinha cerca, mas meu esposo abriu (..) A gente sempre mantém o calçadão limpo (...) se surge um rachão no calçadão, o ideal mesmo é cuidar por que se tem um rachão ali, se você não passar um cimentozinho, (...) O cuidado que a gente tem que ter com ela é tratar ao redor dela, cair ela, deixar ela pintadinha, limpinha, bonitinha, deixar cal derramado em volta dela pra inseto não entrar.(...) eu vou comprar um saco de cimento ou dois, pra fazer uma gorda grossa, passar em cima, pincelar no calçadão por todo o canto, por que vai lacrar aquele rachão que tem, aquilo ali da infiltração da água (...) E eu nunca quis que ela secasse, por que secar, vai rachar (...) calçadão eu sempre limpo, o colchinho (decantador) que sempre junta sujeira que é onde acumula a água tem uma peneirinha que as vezes suja, tem que tá limpando se não a água não entra(...)Não teve problema de rachar na cisterna, agora na calçada rachou um pouco, (...) o calçadão que geralmente todas essas cisternas ele racha um pouco (...) não tem como evitar não o rachamento (...) o calçadão está rachado, por que esse calçadão quando foi feito, (...) Em vez de ser uma placa, colocava uma fita (...) A bomba quebrou! Enferruja com facilidade aí com um tempo a gente deixou até de utilizar porque ela tá sempre se quebrando, aí tá lá na cisterna só de enfeite (...)”.

Nesta direção podemos observar que o DSC emergiu como acima exposto que de uma maneira geral os agricultores têm conhecimento sobre a tecnologia adequada e

sua gestão e desenvolvem a partir de suas práticas ações que na maioria dos casos são eficientes para mantê-la em boas condições e que o bom funcionamento desta acontece sem prejuízos. Contudo dois pontos destacam-se neste DSC.

O primeiro, são as falas que versam sobre as rachaduras no calçadão, essas são compreendidas pelas famílias como um problema intrínseco a este tipo de tecnologia e que não há solução para esse problema, ao mesmo tempo mostram-se conhecedores sobre as técnicas para amenizar os possíveis efeitos nocivos dos rachões e as aplicam com certa frequência. O segundo ponto relevante, trata-se da utilização das bombas manuais para retirada da água da cisterna, no caso das cisternas em questão, todas eram em ferro fundido e nenhuma funcionava, atualmente a água, na maioria dos casos era retirada através de bombas centrífugas. Ressalta-se que as cisternas tinham em média 5 anos de construídas, é importante salientar, porém, que em projetos atuais de construção de cisternas de placas, as bombas utilizadas são de PVC, pois apresentam maior durabilidade e fácil manutenção.

### **5.3.2.3 3º DSC**

Ainda na análise das falas relacionadas à gestão sobre a tecnologia (implementação do conhecimento), e utilizando-se da subcategoria “Uso Racional”, construiu-se um 3º DSC com base na questão: A quantidade de água utilizada da cisterna diariamente é a mesma durante todo ano?

“(…) Quando chove a gente já tira menos água, aí depois do período da chuva ela já tá quase cheia, por que eu estou utilizando mais a água da chuva que cai na cisterna de 16.000 litros (...) aí eu utilizo a água que tá caindo da chuva dentro dela, aí quando ela secar é que eu puxo da cisterna calçadão pra o gasto de casa de novo. (...) varia, por exemplo, dessas mudas, eu creio que esse ano, vai ser o ano que a gente entregar o ano que vem, aí geralmente com essas mudas, o serviço vai gastar mais água. (...) gasta mais durante o período do verão. Que no inverno sempre tá chovendo, sempre tá entrando mais água, e no verão não. (...) os porcos consomem do mesmo jeito, por que todo dia tem que, ou um dia sim, dia não tem que lavar, tem que jogar água neles, por causa do calor, tem que botar bastante água pra eles beberem (...) se você gastar muito, mais na frente pode faltar. A gente tenta economizar, justamente pra não acontecer que falte. A gente economiza do jeito que dá pra economizar, já faz de tudo mesmo pra economizar mesmo. (...) quando o inverno é bom eu utilizo menos água. Que tem mais no barreiro, sempre não falta, (...) quando essa daqui (16 mil litros) está abastecida, eu passo mais de

mês sem pegar água da minha cisterna (calçadão). (...) eu me sinto assim, lá (calçadão), como um depósito de uma grande reserva. Eu só pego água lá quando eu vejo que a de cá (16 mil litros) está pouca (...).”

Quando a questão é a quantidade de água utilizada em seus cotidianos os agricultores em geral sabem alternar a utilização da água da cisterna com a precipitação pluviométrica e/ou a eventual oferta pelos carros pipas. Gnadlinger (2000) e Campello *et al.* (2007) referem que de modo geral a água de origem fluvial não falta no Semiárido, porém sua distribuição que ocorre apenas durante três meses no ano e que varia muito de ano a ano recomendando como uma das soluções o conhecimento sobre tecnologias adequadas à gestão. Campello *et al.* (2007) referem ainda que além das ações do poder público o pequeno produtor rural do Semiárido precisa gerenciar os recursos hídricos dentro do seu habitat levando em consideração suas demandas familiares, dos animais e da agricultura buscando compatibilizar a oferta hídrica da captação nas cisternas e os “consumidores”.

À luz destes conceitos, os agricultores demonstrarem alinhamento com os mesmos em suas práticas cotidianas de uso da água, e diante das dificuldades de disponibilidade hídrica, fazem uma adaptação ao uso das cisternas, partindo nesse caso, em sentido contrário às orientações técnicas (MDS, 2015), aplicando um uso realmente integrado entre as duas cisternas de 16 e 52 mil litros, inclusive em alguns casos utilizando as duas fontes praticamente para os mesmos fins, não fazendo distinção entre os reservatórios, fato que revela-se explicitamente na seguinte fala: (...) eu me sinto assim, lá (calçadão), como um depósito de uma grande reserva. Eu só pego água lá quando eu vejo que a de cá (16 mil litros) está pouca (...). Isso demonstra claramente que ou os manuais de uso das tecnologias ambientais de armazenamento de água devem ser adaptados às diferentes realidades locais ou a implantação dessas cisternas devem vir acompanhadas de uma melhor orientação técnica, principalmente baseada na gestão das águas da propriedade.

#### **5.4 Análise da gestão (DSC x comportamento de utilização da água)**

Neste tópico objetiva-se apresentar uma análise sobre a gestão da tecnologia ambiental, cisterna calçadão, através da comparação e confronto entre a fala das famílias usuárias da cisterna (DSC) com os dados coletados (capacidade de armazenagem de água na cisterna, índice pluviométrico e utilização dessa água).

Nessa direção, apresenta-se a seguir uma combinação de métodos e técnicas de natureza **qualitativa** – pesquisa qualitativa (DSC) –, que ampliou a compreensão do fenômeno observado, por ser utilizada destacadamente nos estudos que envolvem pessoas, auxiliou a resgatar o que pensam e o que entendem a respeito da cisterna calçadão ; e **quantitativa** – análises da água (quantitativa e qualitativa), sabendo que essas duas abordagens são distintas e complementares. Isso permitiu ampliar as possibilidades da análise, discussão e resultados dos objetivos do estudo, entendendo que a avaliação da cisterna calçadão de 52 mil litros, enquanto tecnologia ambiental utilizada para produção de alimentos por agricultores familiares residentes no Semiárido apresenta processos próprios e abrangência específica, que possibilitou a triangulação de métodos e técnicas.

Buscou-se desta forma, evidenciar a questão de pesquisa, ou a pergunta central, do estudo: considerando que a cisterna calçadão é uma estratégia capaz de minimizar os efeitos da estiagem prolongada na vida de agricultores familiares, como esta tecnologia ambiental de fonte limitada de água vem sendo utilizadas para produção de alimentos e como se dá a gestão destas pelas famílias usuárias?

As observações apresentadas fundamentaram-se tendo como base teórica a compreensão do fenômeno da seca, contextualizado no tempo e no espaço, dentro da estrutura política, econômica, social e cultural do local, tomando a região semiárida do Estado de Pernambuco como universo da investigação. As cisternas calçadão têm potencial para produzir alimentos, entretanto o sucesso da tecnologia está na gestão produtiva da água.

#### **5.4.1** Precipitação x armazenamento x consumo

Neste capítulo, apresenta-se como ocorreu o comportamento mensal das famílias (como e quanto), no que se refere à utilização da água da cisterna em função da precipitação mensal, quantidade, água acumulada no reservatório e finalidade (uso doméstico / produtivo), na perspectiva de responder ao objetivo principal da pesquisa

As análises individuais serão baseadas na observação de gráficos demonstrativos de cada cisterna. Para melhor entendimento dos dados, foram construídas 4 tabelas (Apêndice B), com um resumo do monitoramento diário dos 10 meses de acompanhamento.

A Figura 16 representa o comportamento de utilização e ganho da água em relação da cisterna 1. Observa-se que os meses que houve as maiores retiradas de água

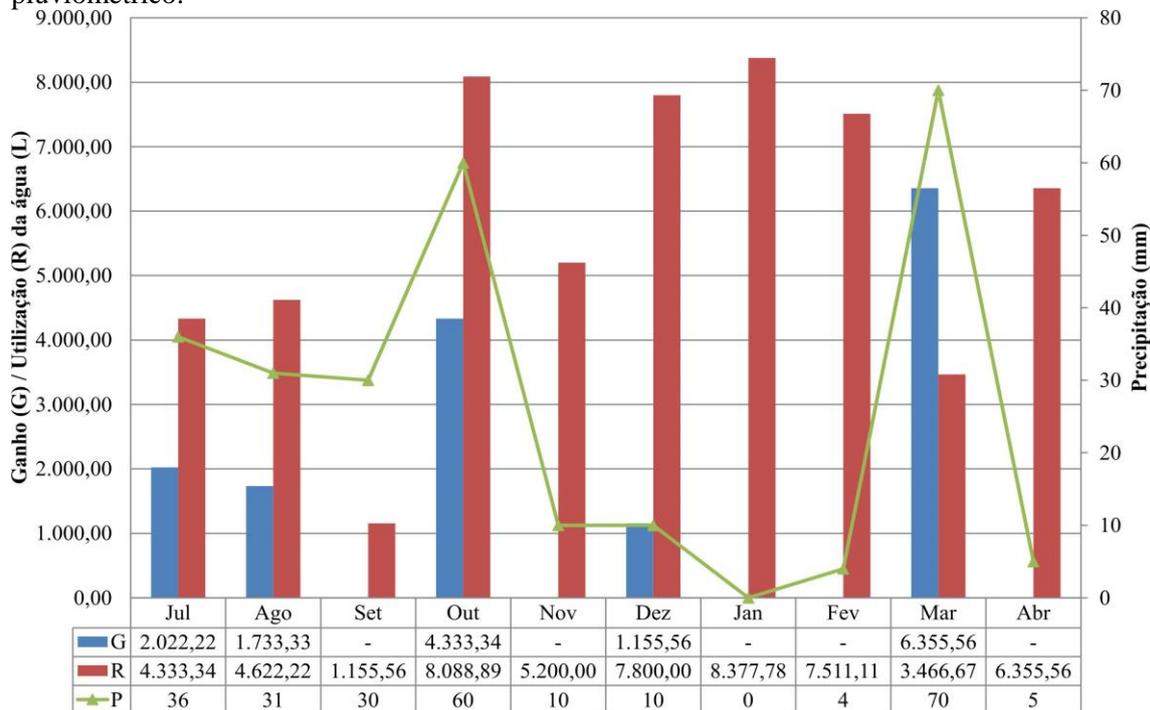
(R) pela família foram: janeiro/15 (8.377 L), outubro/14 (8.088 L), dezembro/14 (7.800 L) e fevereiro/15 (7.511 L); ao passo que os meses de maiores precipitações (P) foram março/15 com 70 mm, seguido de outubro/14 com 60 mm, as menores precipitações seguidas ocorreram de novembro/14 a fevereiro/15 onde somadas não ultrapassaram 24 mm. Ao analisar o comportamento da família de utilização/retirada de água da cisterna (R) em relação à precipitação, nota-se que em geral os meses que menos choveu, foram os meses em que mais se utilizou água do reservatório, resultando em um comportamento inversamente proporcional entre P e R. Esse comportamento excetua-se para o mês de outubro.

O nível de água no início do monitoramento (01/07/14) encontrava-se em 110 cm (31.777 L), ao final dos dez meses de acompanhamento a água dentro da cisterna marcava 40 cm (11.555 L). O total de água acumulada no período (G) na cisterna foi de apenas 15.600 litros, contudo o quantitativo utilizado (R) foi de 56.911 litros. Em relação ao acúmulo de água no reservatório, os meses de maiores precipitações resultaram em maiores níveis de água nas cisternas, portanto o P foi diretamente proporcional ao G. Vale salientar que esta cisterna recebeu no mês de setembro 21.088 litros de água que foram bombeados de um barreiro próximo para o reservatório, esse dado não é demonstrado no gráfico (Figura 19), visto que o mesmo apenas reflete o comportamento hídrico em relação ao índice pluviométrico.

A média mensal de utilização / retirada de água para os meses secos (MRS) sendo estes, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e abril, para a cisterna 1, foi de 7.048 litros/mês, ao passo que a média de utilização de água para os meses chuvosos (MRC), sendo estes, julho, agosto, setembro, outubro e março, foi de 4.333 litros/mês. Utilizando-se das fórmulas elaboradas para o cálculo da necessidade / demanda de água para a ação produtiva (Rpro) conclui-se que para manutenção da produção de alimentos e ou dessedentação dos animais é necessário 2.715 litros/mês, e que o percentual da água da cisterna calçadão utilizada para fins produtivos (Rpro%) é de 39%, ou seja, 61% da água é utilizada para fins domésticos.

Estima-se que necessidade de água para produzir alimentos e dessedentar os animais para o agricultor detentor da cisterna 1, nos 10 meses, seria, portanto, de 27.155 litros, contudo a cisterna acumulou (G) apenas 15.600 litros no mesmo período, a diferença entre demanda e disponibilidade de água foi provavelmente suprida pela umidade somada ao acúmulo de água presente nos meses chuvosos nas outras fontes de armazenamento presentes na propriedade, como cisterna de 16 mil litros e barreiro.

**Figura 16** - Variação do nível da cisterna 1, em relação a utilização da água e índice pluviométrico.

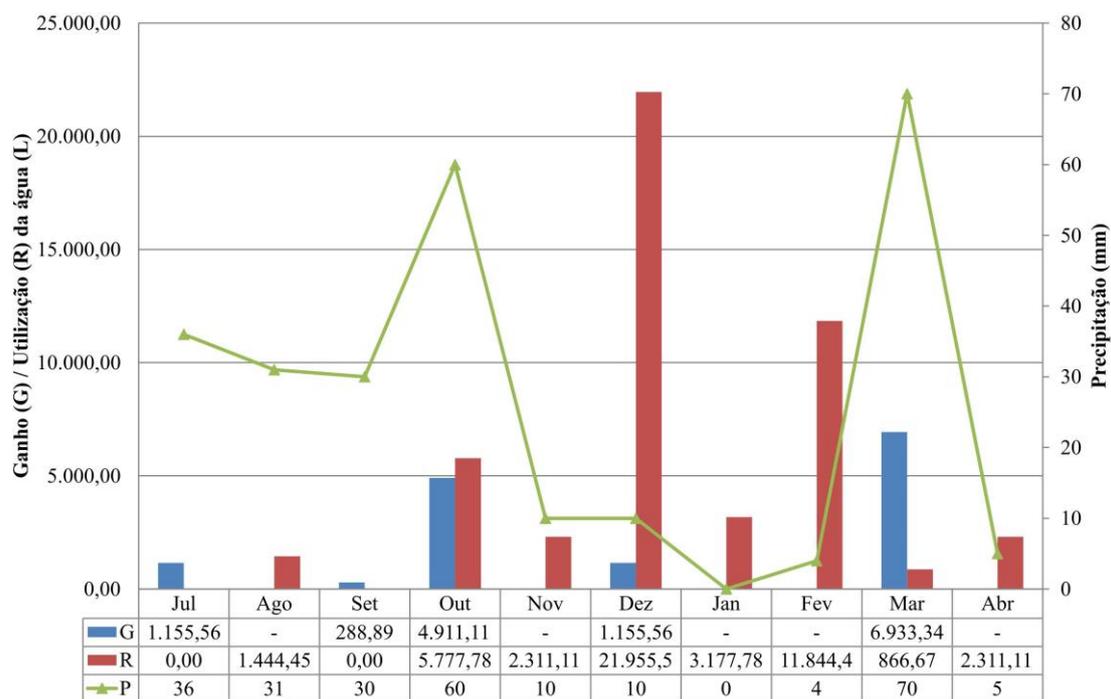


A Figura 17 representa o comportamento de utilização e ganho da água em relação da cisterna 2. Observa-se que os meses que houveram as maiores retiradas de água (R) pela família foram: dezembro/14 (21.955 L), fevereiro/15 (11.844 L), outubro/14 (5.777 L) e janeiro/15 (3.177 L); ao passo que os meses de maiores precipitações (P) foram março/15 com 70 mm, seguido de outubro/14 com 60 mm, as menores precipitações seguidas ocorreram de novembro/14 a fevereiro/15 onde somadas não ultrapassaram 24 mm. O comportamento de utilização/retirada de água da cisterna (R) em relação à precipitação da família 2 é similar a da cisterna 1, possivelmente por ambas terem como base produtiva a produção de mudas e criação de porcos, o que os difere é a criação de alguns animais de grande porte (vaca e jumento), no caso da família 2. Nota-se que em geral os meses que menos choveu, foram os meses em que mais se utilizou água do reservatório, resultando em um comportamento inversamente proporcional entre P e R. E bem como ocorreu na família 1, esse comportamento excetua-se para o mês de outubro, onde mesmo com a segunda melhor precipitação do período a retirada de água da cisterna foi bastante significativa.

O nível de água no início do monitoramento (01/07/14) encontrava-se em 149 cm (43.044 L), ao final dos dez meses de acompanhamento a água dentro da cisterna marcava 41 cm (11.844 L). O total de água acumulada no período (G) na cisterna foi de

apenas 14.444 litros, contudo o quantitativo utilizado (R) foi de 49.688 litros. Em relação ao acúmulo de água no reservatório, os meses de maiores precipitações resultaram em maiores níveis de água nas cisternas, portanto, a P foi diretamente proporcional ao G, como observado na cisterna 1. Vale salientar que nos meses de agosto e setembro foi retirada água do barreiro e colocada na cisterna nos respectivos quantitativos: 3.400 e 577 litros.

**Figura 17** - Variação do nível da cisterna 2, em relação a utilização da água e índice pluviométrico.



A média mensal de utilização / retirada de água para os meses secos (MRS) sendo estes, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e abril, para a cisterna 2, foi de 8.320 litros/mês, ao passo que a média de utilização de água para os meses chuvosos (MRC), sendo estes, julho, agosto, setembro, outubro e março, foi de 1.617 litros/mês. O consumo alterou-se mensalmente, podendo ser observado um padrão de alternância contínua (entre um consumo maior e um menor) ao longo do ano. Esse resultado pode ser interpretado como esforço da família em economizar a água, porém esbarra na necessidade de uso contínuo da mesma, demonstrando que após um mês de consumo baixo o mês subsequente demandou mais água.

Utilizando-se das fórmulas elaboradas para o cálculo da necessidade / demanda de água para a ação produtiva (Rpro) estima-se que para manutenção da produção de alimentos e ou dessedentação dos animais é necessário 6.702 litros/mês, portanto o

percentual da água da cisterna calçadão utilizada para fins produtivos ( $R_{pro\%}$ ) é de 81%, ou seja, apenas 19% da água é utilizada para fins domésticos. Este percentual está mais próximo às orientações MDS (2015), quando comparado à utilização da água da cisterna 1.

A necessidade estimada de água para produzir alimentos e dessedentar os animais para o agricultor detentor da cisterna 2, nos 10 meses, seria portanto de 67.022 litros, contudo a cisterna acumulou (G) apenas 14.444 litros no mesmo período. Como ocorreu na cisterna 1 a diferença entre demanda e disponibilidade de água foi provavelmente suprida pela umidade somada ao acúmulo de água presente nos meses chuvosos nas outras fontes de armazenamento presentes na propriedade, como cisterna de 16 mil litros e barreiro.

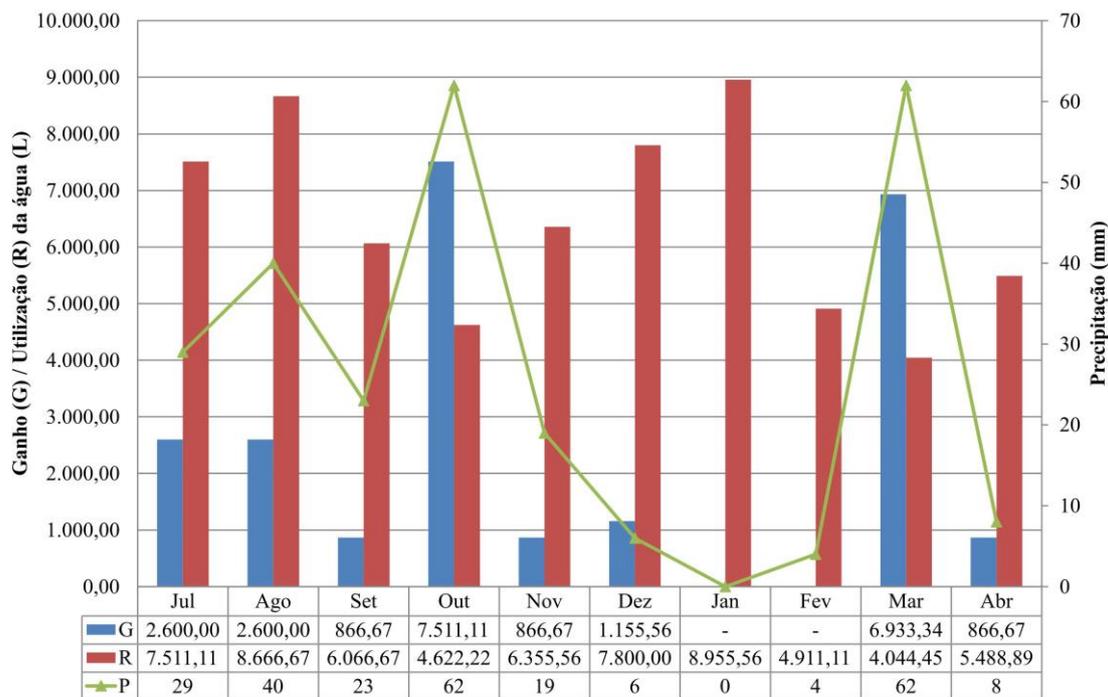
Ao observar os dados, a necessidade hídrica para fins produtivos para apenas 10 meses, ultrapassa consideravelmente a capacidade de acúmulo de água da cisterna calçadão, provavelmente essa alta demanda ocorre e decorrência da criação de animais de grande porte, descrita anteriormente.

A Figura 18, representa o comportamento de utilização e ganho da água em relação da cisterna 3. Os meses que houveram as maiores retiradas de água (R) pela família foram: janeiro/15 (8.955 L), agosto/14 (8.666 L), dezembro/14 (7.800 L) e julho/15 (7.511 L), ao passo que os meses de maiores precipitações (P) foram outubro/14 e março/15 com 62 mm, as menores precipitações em sequência ocorreram de dezembro/14 a fevereiro/15, onde somadas não ultrapassaram 10 mm. Em comparação com as cisternas 1 e 2 onde houve uma amplitude grande entre os meses secos e chuvosos, no caso da cisterna 3, observou-se uma certa homogeneidade nas retiradas de água, porém, ainda nota-se que em geral os meses que menos choveu, foram os meses em que mais se utilizou água do reservatório, resultando em um comportamento médio final igual a todos os anteriormente observados (cisterna 1 e 2), onde o R foi inversamente proporcional ao P. Os meses de outubro/14 e março/15 refletem bem esses dados onde foram observados os maiores índices pluviométricos e as menores retiradas.

O nível de água no início do monitoramento (01/07/14) encontrava-se em 169 cm (48.882 L), ao final dos dez meses de acompanhamento a água dentro da cisterna marcava 27 cm (7.800 L). O total de água acumulada no período (G) na cisterna, foi de 23.400 litros, ao passo que o quantitativo utilizado (R) foi de 64.422 litros, configurando-se no maior entre todas as cisternas acompanhadas. Em relação ao

acúmulo de água no reservatório em relação à precipitação, o comportamento foi o mesmo encontrado todas as cisternas acompanhadas.

**Figura 18** - Variação do nível da cisterna 3, em relação a utilização da água e índice pluviométrico.



A média mensal de utilização / retirada de água para os meses secos (MRS) sendo estes, dezembro, janeiro, fevereiro e abril, para a cisterna 3, foi de 6.788,89 litros/mês, ao passo que a média de utilização de água para os meses chuvosos (MRC), sendo estes, julho, agosto, setembro, outubro, novembro e março, foi de 6.211,11 litros/mês. O consumo de água da cisterna foi praticamente constante durante todo período acompanhado, não apresentando variação significativa entre meses secos e chuvosos.

Utilizando-se das fórmulas elaboradas para o cálculo da necessidade / demanda de água para a ação produtiva (Rpro) estima-se que para manutenção da produção de alimentos e ou dessedentação dos animais, da família da cisterna 3 é necessário 577 litros/mês, portanto, o percentual da água da cisterna calçadão utilizada para fins produtivos (Rpro%) é de apenas 9%, ou seja apenas 91% da água é utilizada para fins domésticos. Sendo essa a maior diferença percentual encontrada entre as cisternas acompanhadas e distanciando-se da finalidade produtiva, concebida para essa tecnologia.

A necessidade estimada de água para produzir alimentos e dessedentar os animais para a família detentora da cisterna 3, nos 10 meses seria de 5.777,78 litros, levando-se em consideração apenas para fins produtivos, essa cisterna poderia dar autonomia à família, uma vez que acumulou no período 23.400 litros. Contudo, quando as demandas são somadas (doméstica/produtiva), a utilização real de água durante o período ultrapassou a capacidade da cisterna em 12.400 litros, o que confere a este usuário em questão uma grande demanda de água para fins domésticos.

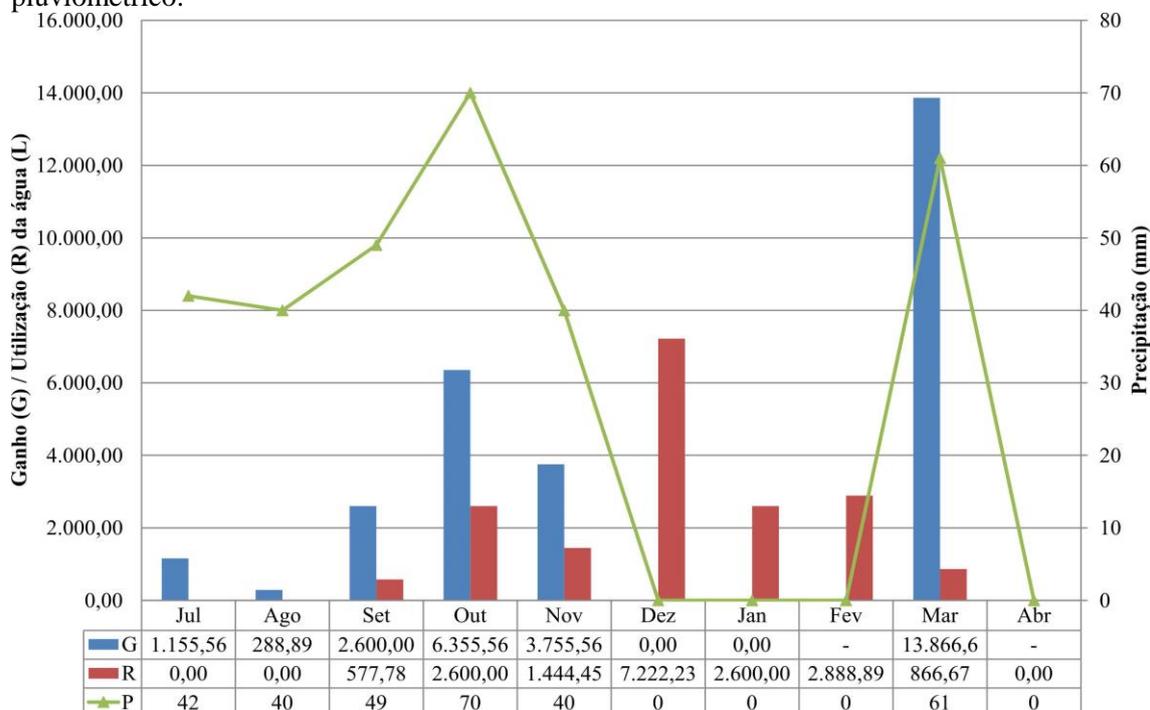
Ainda ao observar a finalidade de uso da cisterna, e analisando as respostas deste produtor ao questionário aplicado, nota-se que a principal aptidão produtiva é a horticultura, porém ressalta-se que quando questionado sobre a permanência da produção durante todo ano, o mesmo foi enfático ao falar que, produz em quantidade (inclusive para vender) apenas no inverno (meses chuvosos) e que durante os meses secos diminui consideravelmente a produção, para fins apenas de consumo próprio. Ao confrontar esta fala com os dados observados, conclui-se que a principal preocupação desta família é primeiramente com o consumo de água para sua casa, chegando ao ponto de mesmo com disponibilidade de água, praticamente parar de produzir alimentos. Isso demonstra que se o mesmo tivesse segurança que a quantidade de água disponível seria suficiente para produção, além de manter a necessidade hídrica doméstica, o mesmo produziria alimentos em quantidade suficiente para comercialização durante todo ano.

A Figura 19, representa o comportamento de utilização e ganho da água em relação da cisterna 4. Os meses que houveram as maiores retiradas de água (R) pela família foram: dezembro/15 (7.222 L), outubro/14 e janeiro/15 (8.666 L) e fevereiro/15 (2.888 L), ao passo que os meses de maiores precipitações (P) foram outubro/14 março/15 com 70 mm e 61 mm, respectivamente, entre os meses de dezembro/14 a fevereiro/15 não ocorreu nenhum evento pluviométrico. Ao analisar o comportamento da família de utilização/retirada de água da cisterna (R) em relação à precipitação, nota-se que em geral os meses que menos choveu, foram os meses em que mais se utilizou água do reservatório, resultando em um comportamento inversamente proporcional entre P e R.

O nível de água no início do monitoramento (01/07/14) encontrava-se em 130 cm (37.555 L), ao final dos dez meses de acompanhamento a água dentro da cisterna marcava 164 cm (47.377 L). O total de água acumulada no período (G) na cisterna, foi de 28.022 litros, contudo o quantitativo utilizado (R) foi de 18.200 litros, sendo esta a única cisterna acompanhada onde o balanço hídrico foi positivo, apresentando ao final

dos dez meses um volume de água maior que no início do monitoramento. Vale salientar que nos meses de julho/14, agosto/14 e abril/15 não houveram retiradas de água.

**Figura 19** - Variação do nível da cisterna 4, em relação a utilização da água e índice pluviométrico.



A média mensal de utilização / retirada de água para os meses secos (MRS) sendo estes, dezembro, janeiro, fevereiro e abril, para a cisterna 4, foi de 3.177 litros/mês, ao passo que a média de utilização de água para os meses chuvosos (MRC), sendo estes, julho, agosto, setembro, outubro, novembro e março, foi de 914 Litros/mês. Os consumos (meses secos e chuvosos) encontrados para a cisterna 4 foram os menores dentre os pesquisados.

Utilizando-se das fórmulas elaboradas para o cálculo da necessidade/demanda de água para a ação produtiva ( $R_{pro}$ ) estima-se que para manutenção desta, a família da cisterna 4 necessita de 2.262 litros/mês, portanto, o percentual da água da cisterna calçada utilizada para fins produtivos ( $R_{pro\%}$ ) é de 71%, esse percentual dialoga positivamente com as orientações MDS (2015), quanto a finalidade de uso da água para a tecnologia em estudo.

A necessidade de água para produzir alimentos e dessedentar os animais para o agricultor detentor da cisterna 4, nos 10 meses, seria, portanto, de 22.629 litros, ao

observar os valores encontrados apenas na cisterna, sem contar com as outras estruturas de retenção de água presentes na propriedade, foi acumulado (G) 28.022 litros no mesmo período. Isso demonstra que a demanda hídrica para produção estaria dentro da capacidade de suporte da cisterna, contudo apresenta-se aquém da capacidade de armazenagem de água que o agricultor tem quando somados todas as reservas da propriedade, esses argumentos comprovam-se mediante a constatação de que em 3 meses dentre os acompanhados, a família não precisou recorrer à cisterna para disponibilizar água aos animais ou para o pomar, recorrendo para isso a outros sistemas de armazenagem.

Ressalta-se que a família usuária da cisterna 4 é constituída por um casal de aposentados e uma filha adolescente, portanto ao observar os dados, nota-se que a demanda hídrica para fins de produtivos, demonstra que a produção de alimentos apesar de poder ser ampliada, apresentam-se adequada às necessidades dessa família.

Em uma síntese de toda discussão construída no Capítulo 5, através da Tabela 6, pode-se observar um resumo comparativo do balanço hídrico das 4 cisternas ao longo dos 10 meses de acompanhamento, bem como o comportamento das famílias na utilização da água.

**Tabela 6 - Resumo comparativo entre as cisternas acompanhadas**

Cisterna	Total água acumulada G (L)	Total água Retirada R (L)	Água de outras fontes	média/mês	MRS	MRC	Rpro	Rpro %	% uso doméstico	Estimativa da Necessidade produtiva/total / 10 meses
1	15.600	56.911	21.088	5.691	7.048	4.333	2.715	39%	61%	27.155
2	14.444	49.688	3.977	4.968	8.320	1.617	6.702	81%	19%	67.022
3	23.400	64.422		6.442	6.788	6.211	577	9%	91%	5.777
4	28.022	18.200	?	1.820	3.177	914	2.262	71%	29%	22.629
<b>Média</b>	<b>20.366</b>	<b>47.305</b>		<b>4.730</b>	<b>6.333</b>	<b>3.269</b>	<b>3.064</b>	<b>50%</b>	<b>50%</b>	<b>30.646</b>

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que diz respeito ao objetivo deste estudo, qual seja avaliar a Cisterna calçadão de 52 mil litros, enquanto tecnologia ambiental utilizada para produção de alimentos por agricultores familiares residentes no Semiárido pernambucano pode se concluir que ao observar os dados: a necessidade hídrica para fins produtivos para apenas 10 meses, varia muito, tanto em decorrência do perfil familiar (número de membros, idades), quanto de suas ações produtivas (horta, pomar, espécie animal criada); em 50% das famílias acompanhadas, essa demanda ultrapassa consideravelmente a capacidade de acúmulo de água da cisterna calçadão que é de 52 mil litros, provavelmente essa alta demanda ocorre e decorrência da criação de animais de grande porte e ou de espécies que necessitam de grandes volumes de água durante seu manejo, como no caso de porcos.

Conclui-se que para manutenção da produção de alimentos e/ou dessedentação dos animais, em famílias residentes no Agreste Pernambucano, utiliza-se em média 3.064 litros/mês. Isso porque observou-se outros usos, que inclusive são superiores a utilidade fim deste tipo de cisterna.

O comportamento de utilização / retirada de água da cisterna (R) em relação ao total acumulado na cisterna (G) foi diferente entre os agricultores que tem como base produtiva a horticultura, o pomar e animais de pequeno porte (caso 3 e 4) em relação ao primeiro e segundo caso do estudo, onde os agricultores tem produção de mudas para venda, animais de grande porte (vaca e jumento) e criação de porcos. Ao analisar a quantidade de água utilizada apenas para fins produtivos conclui-se que nos casos 3 e 4, a quantidade armazenada seria suficiente ao passo que nas cisternas 1 e 2 a água acumulada apenas nesta tecnologia não consegue garantir a demanda. Em situações como estas, o estudo demonstra que se faz necessário ofertar diferentes tipos de armazenamento de água, levando-se em conta as opções de produção das famílias. Entretanto, mesmo que se respeitem as opções produtivas dos agricultores, deve-se desestimular as escolhas pela criação de animais de grande porte, ou de espécies que demandem grandes necessidades hídricas na região do Semiárido, haja vista que dificilmente as possibilidades de armazenamento de água (mesmo que múltiplas) para agricultura familiar, conseguirão suprir tais demandas.

No que diz respeito ao coeficiente de escoamento superficial (C) da área de captação este é determinante para o total de água armazenada. Identificou-se que, dos

parâmetros estudados, eventos pluviométricos ocorridos em dias seguidos é o maior fator de influência para esse índice, mostrou-se ser mais significativo que o próprio volume pluviométrico por si só, apontando que a umidade inicial sobre calçadão é um dos fatores que podem explicar os dados encontrados na atual pesquisa. Ainda sobre o coeficiente de escoamento superficial, o valor médio encontrado foi 0,50, isso significa que o calçadão tem uma eficiência de apenas 50% em captar a chuva precipitada.

Em relação à qualidade da água, apesar da cisterna calçadão destinar-se a produção de alimentos e dessedentação dos animais, foi identificado ao longo desta pesquisa que vários beneficiários a consumiam. Observa-se também que visualmente, olfativamente e palatalmente a água do calçadão está dentro dos padrões de potabilidade, este fato agregado a situações de escassez prolongada de chuvas, levam os beneficiários a usar esta reserva para uso humano. Porém apesar de parecer potável, as águas represadas no interior das cisternas encontram-se em desconformidade com a legislação brasileira apresentando teores elevados tanto de coliformes totais quanto de *E.coli*, portanto, fora dos padrões de consumo, podendo causar sérios problemas à saúde pública. Com estas observações, sugere-se que tenha maior atenção quanto aos cuidados de proteção para a área de captação, evitando passagem de pessoas e animais. Cuidados necessários já que dificilmente se restringirá a finalidade prevista para a cisterna calçadão.

Conclui-se ainda que os agricultores revelaram ter conhecimento sobre a tecnologia cisterna calçadão, pois aplicam técnicas de utilização da água que estão em consonância com a possibilidade permanente de restrição hídrica. Entretanto, necessitam articular suas opções entre a oferta escassa e o tipo de agricultura (espécies cultivadas e forma de cultivo) e/ou criação de animais próprios para o Semiárido. Esses dois fatos geram conflitos para produzir alimentos e por muitas vezes, sua solução apresenta-se de natureza complexa, que exige do agricultor amplo conhecimento sobre o potencial da tecnologia (cisterna), a necessidade hídrica da família tanto para consumo doméstico quanto para produção de alimentos e o conhecimento do agricultor sobre o regime pluviométrico em sua região, e sugere a necessidade de apropriação por parte destes de medidas de gestão e práticas de uso apropriadas.

Ainda em relação à gestão da água da cisterna calçadão, no que diz respeito às recomendações de uso segundo o MDS, conclui-se que foi evidente a distorção de finalidade no que se refere a utilização da água. Todas as famílias acompanhadas entendem e sabem fazer a distinção da gestão do uso da cisterna de 16 mil litros e da

cisterna de 52 mil litros, entretanto quando a escassez se estabelece fazem uso indiscriminado das reservas de água.

Porém, no que se refere especificamente à finalidade desta tecnologia (produção de alimentos e dessedentação dos animais) proposta pelo manual técnico, a gestão não vai nesta direção, pois ela é utilizada para as mais diferentes carências (domésticas e produtivas), utilizando em média apenas 50% do acumulado na cisterna calçadão para fins produtivos e reservando o restante para utilização doméstica.

A gestão é um processo de natureza complexa, no qual as famílias fazem primeiro o uso da água de locais como os barreiros e pequenas barragens (águas expostas, sem cobertura e, portanto, sujeitas a altíssimos índices de evaporação) e só após exauridos esses recursos, utilizam a água da cisterna. Estas famílias utilizam todas as possíveis estruturas de armazenagem de água existentes o que demonstra uma compreensão de que é necessário gerir o potencial hídrico disponível de forma articulada. Nesse contexto, a cisterna calçadão não pode estar isolada, uma vez que é essa estratégia que bem ou mal tem conseguido mantê-los em suas residências.

Por fim, concluímos que as famílias revelaram ter conhecimento sobre a tecnologia utilizada, contudo necessitam de uma melhor compreensão da técnica. Ao mesmo tempo este estudo demonstra ser necessário desenvolver mecanismos capazes de promoverem uma gestão mais próxima à situação de conservação da água, já que a tomada de consciência na utilização deste recurso, na perspectiva do consumo racional e visando sua proteção é sem dúvida, um dos mais importantes aspectos a serem considerados. Esse estudo também apontou para a necessidade de realização de mais pesquisas na direção de melhorar a eficiência de captação do calçadão, para que a esta cisterna, consolide-se cada vez mais como uma tecnologia efetiva e de bons resultados para produção de alimentos e dessedentação animal. Este objetivo será atingido na medida em que sejam consideradas melhorias das práticas que vêm sendo utilizadas cuidando dos aspectos de qualidade e da quantidade da água de forma integrada, buscando garantir a sustentabilidade das populações que residem no Semiárido.

## REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3 ed. Ver. Ampl. São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão Popular, AS-PTA, 400p. 2012.

ALTIERI, M. A. & TOLEDO, V. M. The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. **The Journal of Peasant Studies**, v.38,n.3,p.587-612, 2011.

ALVES, F. H. B.; LIMA, J.; FIGUEIRAS, M. L.; LUCENA, L. M SANTOS, S. M.; GAVAZZA, S. *Qualidade de água em cisternas do Semiárido Pernambucano*. In: 8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 2012, Campina Grande - PB. Anais do 8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, p. 1-8, 2012.

AMARAL, L.A. *Qualidade higiênico-sanitária e teor de nitratos na água utilizada em propriedades leiteiras situadas na região nordeste do Estado de São Paulo*. 2001. 133 f. Tese (Livre Docência) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

AMORIM, M. C. C. de. *Considerações sobre controle e vigilância da qualidade de água de cisternas e seus tratamentos*. In: 4º Simpósio de Captação e Manejo de Água de Chuva, Juazeiro-BA. 2003.

APHA - American Public Health Assotiation. *Standard Methods for the Examination of Water and Waster water*. 21th ed., Washington DC, 2005.

ARIYANANDA, T. *Comparative review of drinking whater quality from diferent rainwater haversting systems in Sri Lanka*. In: Proceeding soft the 9th international Rainwater catchment systems conference, Petrolina/PE, Brasil. 1999.

BARBIERI, J. C. Políticas públicas indutoras de inovações tecnológicas ambientalmente saudáveis nas empresas. **Revista Brasileira de Administração Pública**, v. 31, n. 2, p. 135-152, 1997.

\_\_\_\_\_. Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos. São Paulo: Saraiva, 2004.

BEZERRA, M. C. L.; BURSZTYN, M. (coord.). Ciência & tecnologia para o desenvolvimento sustentável. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; Consórcio CDS/UnB/Abipti, 2000.

BLACKBURN, D.M., BUSTAMANTE, Y; LIMA, M. DE S., JALFIM, F.T., VIANA, A.V., JÚNIOR, M.F. *Avaliação da Contaminação Microbiológica de Água para Consumo Doméstico na Região de Atuação da Diaconia no Semi-Árido Nordestino*. In: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de chuva (5º, 2005, Teresina- PI, Brasil); Trabalhos. Teresina- PI, Brasil, ABCMAC, 2005, CD-ROM.

BLUEMLING, B.; YANG, H.; PAHL-WOSTL, C. Making water productivity operational - A concept of agricultural water productivity exemplified at a wheat-maize cropping pattern in the North China plain. **Agricultural Water Management**, [Amsterdam], n. 91, p. 11-23, 2007.

BRASIL. Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional. Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – Consea: 2012/2015. - Brasília, DF: CAISAN, 2011.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Nova delimitação do Semi-árido brasileiro. Brasília: Ministério da Integração Nacional. Acesso em: 28 ago. 2005.

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

BRASIL. Ministério da Saúde: Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS Sobre Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisa envolvendo seres humanos. Diário Oficial da União, 10 de outubro de 1996.

BRITO, L. T. de L.; SILVA, A. de S, *Coeficiente de escoamento superficial em diferentes áreas de captação de água de chuva*. In: 9º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, Feira de Santana –BA, 2014.

BRITO, L. T. de L; CAVALCANTI, N. de B.; PEREIRA, L. A.; GNADLINGER, J.; SILVA, A. de S. *Água de chuva armazenada em cisterna para produção de frutas e hortaliças*. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010.

BRITO, L. T. de L.; SILVA, A. de S.; D’AVILA, O. A. *Avaliação técnica do programa de cisternas no Semi-árido brasileiro*. In: VAITSMAN, J.; PAES-SOUSA, R. (Org.). **Avaliação de políticas e programas do MDS: resultados**. Brasília, DF: MDS: SAGI, 2007. v. 1. cap. 5, p. 199-234.

BRITO, L. T. de L.; Anjos J. B.; Porto, E. R; Silva, A. de S; Souza, M. A; Xenofonte, G. H. S. *Água de chuva para consumo animal: estudo de caso com caprinos*. In: 5º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. Teresina-PI, julho de 2005.

BRITO, L. T. de L; ANJOS J. B; PORTO, E. R; SILVA, A. de S.; SOUZA, M. A; XENOFONTE, G. H. S. *Qualidade físico-química e bacteriológica das águas de cisternas no município de Ouricuri-PE*. In: 5º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. Teresina-PI, julho de 2005.

BRUSEKE, F. J. O. Problema do desenvolvimento sustentável. In: Cavalcanti, C. (org.). In: **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. São Paulo: Cortez, 2003. p.29-40.

BUARQUE, C. **A revolução nas prioridades**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1994.

CAMARGO, A.; Capobianco, J. P. R; Oliveira, J.A.P. (Org) **Meio ambiente Brasil: avanços e obstáculos pós-Rio-92**. 2 ed. rev. São Paulo: Estação Liberdade: Instituto socioambiental; Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2004.

CAMPELLO, M. S. C. N; COSTA, M. R; CABRAL, J. J. S. P. *Manejo integrado de água no Semiárido brasileiro*. In: **O uso sustentável dos recursos hídricos em regiões semiáridas**. Org.: José Almir Cirilo, Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral *et al.*. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2007.

CAVALCANTE, A. Cactos do semiárido do Brasil: guia ilustrado/ Arnóbio Cavalcante, Marcelo Teles, Marlon Machado. – Campina Grande, INSA, 2013.

CAVALCANTI, N. de B; BRITO, L. T. de L; ARAÚJO, O. J. *Produção de fruteiras irrigadas com água de chuva na região semiárida do nordeste*. Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, Campina Grande - PB, 2012.

CAVALCANTI, C. Meio ambiente, Celso Furtado e o desenvolvimento como falácia. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v.5, n.2, p.73-84, ago./dez. 2002.

CAVALCANTI, C. Sustentabilidade da economia: paradigmas alternativos de realização econômica. In: \_\_\_\_\_ (org.). **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. São Paulo: Cortez. p.153-176, 2003.

CAVALCANTI, N. de B; RESENDE, G. M. de; BRITO, L. T. de L. *Vulnerabilidade dos pequenos agricultores da região semi-árida do nordeste nos períodos de seca*. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia rural, Juiz de Fora- MG, 2003.

CAPORAL, F.R. (Org.); RAMOS, L.F. (Org.); CAPORAL, Daiane Soares (Org.); COSTABEBER, José Antônio (Org.); PAULUS, Gervásio (Org.). **Extensão Rural e Agroecologia: temas sobre um novo Desenvolvimento Rural Sustentável**. 1.ed., v.1. 408 p. Brasília: MDA/SAF, 2009.

CARDOSO, M. P., SILVA, C. V., PÁDUA, V. L. *Captação de água de chuva em cisternas, verificação do potencial de alumínio e seu efeito sobre a saúde*. In: Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental, 23, 2005, Campo Grande - MS. Anais. Campo Grande - MS: ABES, 2005, 5 p.

CARTA DA TERRA – Organização das Nações Unidas, 2002.

CARVALHO, O. de **A economia política do nordeste (seca, irrigação e desenvolvimento)**. Rio de Janeiro, Brasília: Campus, ABID. 1988.

CASTRO, M. C. Desenvolvimento sustentável: a genealogia de um novo paradigma. **Economia e Empresa**, São Paulo, v.3, n.3, p.22-32, jul./set.1996.

CASTRO, I. E. de. Da Seca como Tragédia a Seca como Recurso. Velhos e Novos Recursos, Velhos e Novos Territórios: In: **Anuário do Instituto de Geociências**. (17): 1-13, 1994.

CASTRO, I. E. de. Seca versus seca. Novos interesses, novos territórios, novos discursos no nordeste. In: Castro, I. E. *et al.* li (org), **Brasil: Questões Atuais da Reorganização do Território**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, p.283-324, 1996.

CASTRO, Josué de. Geografia da fome. Apresentação de Milton Santos. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2001.

CASTRO, J. de. Estratégia do desenvolvimento. *Annals of The New York Academy of Sciences* (New York), 1970. In: Fome, Tema Proibido - Últimos Escritos de Josué de Castro. Rio de Janeiro: Vozes, 1984.

CIRILO, J. A. Políticas Públicas de Recursos Hídricos para o Semi-Árido Brasileiro. *Estudos Avançados* (USP. Impresso), v. 63, p. 61-82. 2008.

CIRILO, J. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; CAMPOS, J.N.B. (2010). A Questão da Água no Semiárido Brasileiro. In: Bicudo, C.E. de M; Tundisi, J.G.; Scheuenstuhl, M.

C. B. (Org.). **Águas Do Brasil Análises Estratégicas**. 1ed.São Paulo: Instituto de Botânica, v. 1, p. 81-91.

CHEN, Y.; LAI, S.; WEN, C. The influence of green innovation performance on corporate advantage in Taiwan. **Journal of Business Ethics**, v. 67, p. 331-339, 2006.

CHRISTOFIDIS, D. “O futuro da irrigação e a gestão das águas”. MISIH- DDH. Nov. Brasília, 2008.

CHRISTOFIDIS, D. Água, Ética, Segurança Alimentar e Sustentabilidade Ambiental, Bahia Análise & Dados Salvador, v. 13, n. Especial, 2003.

CONWAY, S.; STEWARD, F. Networks and interfaces in environmental innovation: a comparative study in the UK and Germany. **The Journal of High Technology Management Research**, v. 9, n. 2, p. 239-253, 1998.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de São Caetano e Cumaru, estado de Pernambuco / Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Manoel Júlio da Trindade G. Galvão, Simeones Neri Pereira, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

CUNHA-E-SÁ, M. A.; REIS, A. B. The optimal timing of adoption of a green technology. **Environmental & Resource Economics**, v. 36, p. 35-55, 2007.

CURTIS L, HAIRSTON J, DONALD J, ECKMAN M. Factores clave del agua en la producción de pollos. **Indústria Avícola**, MT. Morris, v. 48, n. 7, p. 26-31, 2001.

DIACONIA. Cisterna calçadão 52.000 litros: Série Compartilhando Experiências / texto: Mário Farias, Joseilton Evangelista, Adriana Connolly - coordenação do projeto: Joseilton Evangelista, Mário Farias e Leonardo Freitas. Recife: Diaconia, 2008.

DONAIRE, D. Gestão ambiental na empresa. São Paulo: Atlas, 1999.

DUQUE, J.G. Algumas questões da exploração de açudes públicos. In: \_\_\_\_\_. **Solo e água no polígono das secas**. 4. Ed. Fortaleza, CE, DNOCS, p. 129-56. (DNOCS. Série I-A. Publicação, 154). 1973.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. – São Paulo, SP: Paz e Terra, 2000.

FREYRE, G. **Casa-Grande & Senzala**. Editora Record, Rio de Janeiro, 34ª edição, 1998.

FURTADO, C. **Brasil, a construção interrompida**. São Paulo: Paz e Terra, 1992.

FURTADO, C. **O Mito do Desenvolvimento Econômico**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.

GADAMER, H. **Verdade e método I: Traços fundamentais de uma hermenêutica filosófica**. Flávio Paulo Meurer (trad.). 7 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2005.

GNADLINGER, J. *Técnica de Diferentes tipos de Cisternas, construídas em comunidades Rurais do Semiárido Brasileiro*. In: Anais do 1º simpósio sobre captação de água de chuva no Semiárido Brasileiro, 2000.

GNADLINGER, J. *Rainwater harvesting for household and agricultural use in rural areas*. In: World Water Forum, 2, 2000, Netherlands. <<http://www.irpaa.org/publicacoes/files/11thircsc.pdf>>. Acesso em: 21 de maio de 2011.

GOMES, R; MENDONÇA, E. A. A representação e a experiência da doença: princípios para a pesquisa qualitativa em saúde. In: MINAYO, M. C. S.; DESLANDES, S. F. (orgs.). **Caminhos do pensamento: epistemologia e método**. Rio de Janeiro: Fiocruz,, p.109-132, 2002.

GOULD, J. Is rainwater safe a drink? A review of recent findings. In: International Rainwater Catchment Systems Conference: Rainwater Catchment an Answer to the

Water Scarcity of the Next Millenium, 9, 1999, Petrolina-PE. Anais eletrônico. Petrolina-PE, 1999.

GUERRA, P. de B. *Agricultura de Vazantes – um modelo agronômico nordestino*. In: Seminário Nacional de Irrigação e Drenagem, 3, Fortaleza, CE, 1975. Anais. Fortaleza, MINTER-DNOCS/ABID, V.4. p. 325-30, 1976.

HALL, J.; VRENDENBURG, H. The challenges of innovating for sustainable development. **MIT Sloan Management Review**, v. 45, n. 1, p. 61-68, 2003.

HABERMAS, J. Teoría de la acción comunicativa, I Racionalidad de la acción racionalización social. Madrid, España: **Taurus Humanidades**, v. 1, 2003.

\_\_\_\_\_. *Consciência moral e agricomunicativo*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2003.

IAIA\PUBS\SP2\_pt.indd (07/09) – Edições especiais nº4, Agosto 2006.

IERMANÓ, M. J.; GARGOLOFF, N. A. & BONICATTO, M. M. La biodiversidad en los agroecosistemas. In: SARANDÓN, S. J. & FLORES, C. C. **Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables**. 1ª ed. – La Plata: Universidad Nacional de La Plata, p. 131- 158. ISBN 978-950-34-1107-0, 2014.

INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI-ARID TROPICS, Hyderabad, India. **Annual Report 1975-1976**. Hyderabad, s.d. 233 p. il, **1976**.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 1980. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>, 1980

\_\_\_\_\_. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2009– PNAD. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>, 2009.

\_\_\_\_\_. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br>, 2010.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. <http://www.inpe.br/> acesso em 10/11/2015.

\_\_\_\_\_. Impactos das mudanças climáticas no bioma Caatinga e na desertificação do Semi-Árido/ Ministério da Ciência e Tecnologia, 2007.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Vulnerabilidade das Famílias entre 2003 e 2009, 2012.

JABBOUR, C. J. C. *Resgatando o conceito de tecnologia ambiental*. In: XXXI Encontro da ANPAD (EnANPAD), 2007, Rio de Janeiro - RJ. Anais do XXXI EnANPAD, 2007.

JAFFE, A. B.; NEWELL, R. G.; STAVINS, R. N. A tale of two market failures: technology and environmental policy. **Ecological Economics**, v. 54, p. 164-174, 2005.

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 calçamento cimentado na captação de água de chuva no semi-árido brasileiro*. In.: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 4, Petrolina. Anais. Petrolina: EMBRAPA, 2003. 1 CD-ROM, , 2003

KIVIMAA, P.; MICKWITZ, P. The challenge of greening technologies: environmental Policy integration in finnish technology policies. **Research Policy**, v. 35, p. 729-744, 2006.

KUEHR, R. Environmental technologies: from a misleading interpretations tone operational categorization and definition. **Journal of Cleaner Production**, 2007.

LAYRARGUES, P. P. Sistemas de gerenciamento ambiental, tecnologia limpa e consumidor verde: a delicada relação empresa-meio ambiente no ecocapitalismo. **Revista de Administração de Empresas**, v. 40, n. 2, p. 80-88, 2000.

LEITÃO, T.E. MONTENEGRO, S. M. G. L.; ALMEIDA, T. A. Qualidade da água no solo em regiões semiáridas. In: **O uso sustentável dos recursos hídricos em regiões semiáridas**. Organizadores: José Almir Cirilo, Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral. *et al.* Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2007.

LÈFEVRE, F.; LÈFEVRE, A. M. C. **A proposta do DSC**. São Paulo: IPDSC, 2006a. 4p. Disponível em: <<http://www.ipdsc.com.br/>>. Acesso em: jul. de 2006.

LIMA, J. C. A. L. *Avaliação do desempenho de dispositivo de desvio das primeiras águas de chuva utilizado em cisternas no Semiárido pernambucano*. Dissertação, Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, UFPE/CAA. Caruaru, 2012.

MACÊDO JAB. **Águas & águas**. Belo Horizonte: CRQMG. 977p, 2004.

MARTINSONS, M. G.; SO, S.K.K.; TIN, C.; WONG, D. Hong Kong and China: emerging markets for environmental products and technologies. **Long Range Planning**, v. 30, n. 2, p. 277-290, 1997.

MAZON, R. Em direção a um novo paradigma de gestão ambiental: tecnologias limpas ou prevenção da poluição. **Revista de Administração de Empresas**, v. 32, n. 2, p. 78-98, 1992.

MAY, S. *Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações*. 2004, 135p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo-SP, 2004.

MINAYO, M.C.S. Interdisciplinaridade: uma questão que atravessa o saber, o poder e o

Mundo vivido. **Rev. Medicina**. Ribeirão Preto, São Paulo: v.24, n.2, p. 70-77, abr./jun. 1991.

MINAYO, M. C. S. (org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

MINAYO, M. C. S.; DESLANDES, S. F. (orgs.). **Caminhos do pensamento: epistemologia e método**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2002.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento, pesquisa qualitativa em saúde**. 9 ed. São Paulo: Hucitec, 2006.

MINISTÉRIO DA SAÚDE-MS. Portaria no. 518, de 25 de março de 2004. Diário Oficial, Brasília, 26 de março de 2004. Seção 1, p. 266, 2004.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011. Estabelece procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância de qualidade de água para consumo humana e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília - DF, 2011.

MOUCHREK E. Qualidade da água. **Revista AVIMIG**, Belo Horizonte, v. 4, n. 34, p. 14-15, 2003.

NATIONAL ACADEMY OS SCIENCES - NAC, Washington EUA. More Water arid lands: promising technologic and research opportunities. Washington, 153p. il, 1974.

NASCIMENTO, T.; BRITO, L. T. de L; CAVALCANTI, N. de B. MANEJO DE ÁGUA NA IRRIGAÇÃO DE SALVAÇÃO NAS UNIDADES DO P1+2. X Congresso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola eXLI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CLIA/CONBEA, Londrina - PR, Brasil, 2012.

NETO, C. O. de A. *Segurança sanitária das águas de cisternas rurais*. In: 4º Simpósio de Captação e Manejo de Água de Chuva, Juazeiro-BA. 2003.

NRC - National Research Council. Nutrients and toxic substances in water for livestock and poultry. Washington, DC. National Academy of Science. 1974

OLSON, R. L. The greening of high tech. **The Futurist**, v. 25, n. 3, p. 28-34, 1991.

ONGLEY, E. D. **Controle da poluição da água pelas atividades agrícolas**. Tradução H. R. Ghevy; H.R., F. A. V. Damaceno; L. T. de L. BRITO; Campina Grande: UFPB, 92 p. (FAO. Irrigação e Drenagem; 55), 2001.

ONU - Organizações das Nações Unidas. Relatório Final Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, Estocolmo/Suécia, 1972.

\_\_\_\_\_. CMMAD. Nosso Futuro Comum. New York, 1987.

\_\_\_\_\_. Relatório Final - Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano – Rio 92, Rio de Janeiro, Brasil, 1992.

\_\_\_\_\_. AGENDA 21 - Eco 92, Seção II- Conservação e gestão dos recursos para o desenvolvimento, Cap12, ponto 12.4, item (e), Rio de Janeiro, Brasil, 1992.

\_\_\_\_\_. Relatório Final - Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento sustentável – Rio + 20, 2002.

PÁDUA, V. L. de. (coord). Proteção Sanitária das Cisternas Utilizadas na Preservação de Águas Pluviais para Uso Domiciliar: Aspectos Técnicos e Educacionais. 5º Caderno de pesquisa em engenharia de saúde pública. Fundação Nacional de Saúde. Brasília: FUNASA, 2013.

RAMOS, P. Desenvolvimento, excedente, desperdício e desigualdade: a insustentabilidade de nosso modo de vida. In: Martins, R.C.; Valencio, N. F. L. S. (org.) **Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil: desafios teóricos e político-institucionais**. São Carlos: Rima, v.2, p. 35-52, 2003.

REBOUÇAS, A. da C. & MARINHO, M.E. Hidrologia das secas do Nordeste do Brasil. Recife, SUDENE-DRN, Divisão de Hidrologia. 126p. (BRASIL. SUDENE. Hidrogeologia, 40), 1972.

SACHS, I. À la Recherche de Nouvelles Stratégies de Développement Enjeux du Sommet Social. Paris: UNESCO, 1995.

SANTIAGO, F. S. *Avaliação da qualidade do solo em sistemas de cultivo irrigado agroecológico e convencional no semiárido do Rio Grande do Norte*. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Engenharia Agrícola, Recife, 2015.

SANTOS, M. **Território e Sociedade**. 2. ed. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, p. 52, 2000.

SANTOS, J. Cisterna Telhadão: Inovações para convivência com o Semiárido, Recife : Centro Sabiá, 46 p. :il, Série: Conhecimentos nº 02, 2013.

SAZAKLI, E.; ALEXOPOULOS, A.; LEOTSINIDIS, M. Rainwater harvesting quality assessment and utilization in Kefalonia Island, Greece. **Water Research**. v.41, n. 9, p. 2039-2047, 2007.

SCHNEIDER, S. Situando o desenvolvimento rural no Brasil: O contexto e as questões em debate. **Revista de Economia Política**. V.30, São Paulo, Julho/Setembro 2010

SHIKLOMANOV. World waterresourcesatthebeginningofthe21st century. IHP/UNESCO, Washington, 2003.

SILVA, A. de S.; PORTO, E. R. Utilização e conservação dos recursos hídricos em áreas rurais do tropico Semi-Árido do Brasil: tecnologias de baixo custo. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 128 p. il. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos; 14), 1982.

SMITH, M. T. Eco-innovation and Market transformation. **The Journal of Sustainable Product Design**, v. 1, p. 19-26, 2001.

SUDENE. PAPP. Coeficientes técnicos para a pecuária e a agricultura do Nordeste. Recife, 3 v. 1990.

TESTA, M. (Org.). **Pensar em saúde**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1992.

UNEP. Environmentally sound technologies in wastewater treatment for the implementation of the Unep Global Programme of Action (GPA) “Guidance on Municipal Wastewater”. Japan, 2002.

VON SPERLING, Marcos. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias – Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**, v.01. 3ª ed. Minas Gerais: ABES, 2005.

VACHON, S.; KLASSEN, R. D. Supply chain management and environmental technologies: the role of integration. **International Journal of Production Research**, 2007.

VANDERMERWE, S.; OLIFF, S. Customers drive corporations green. **Long Range Planning**, v. 23, n. 6, p. 10-16, 1990.

WATER HARVESTING SYMPOSIUM, 1974, Phoenix, Arizona. Proceedings. Berkeley: USDA-ARS, 329p. il. (ARS W-22), 1975.

## ANEXOS

## ANEXO I

## Caracterização da cisterna calçadão

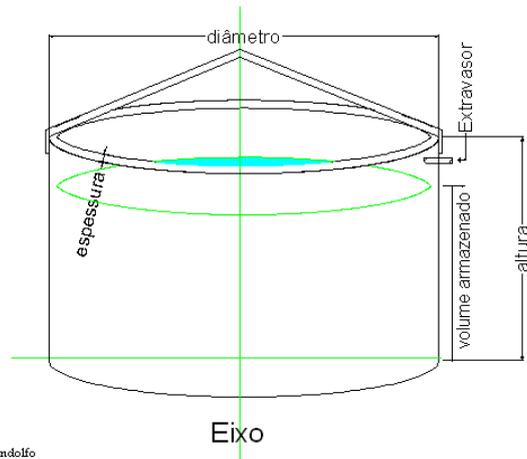
<b>Caracterização da cisterna calçadão e Estimativa Potencial</b>
<b>Empreendimento:</b> Cisternas Calçadão para captação de águas pluviais.
<b>Tipo de Construção:</b> Cisternas de argamassa de cimento, reforçada com arame.
<b>Capacidade:</b> 52.000 litros de água.
<b>Possibilidades de uso da tecnologia social:</b> A cisterna de 52 mil litros, ou cisterna calçadão configura como uma das tecnologias sociais cadastradas na RTS – Rede de Tecnologias Sociais ( <a href="http://www.rts.org.br">www.rts.org.br</a> )
<b>Estimativa de uso diário de água:</b> está em função do plantio ou do tipo de uso da água no sistema familiar de produção.
<b>Necessidade mensal de água:</b> idem
<b>Necessidade de água para produção durante 08 meses de estiagem:</b>
<b>Composição básica do kit para construção:</b> ver tabela

## Medidas

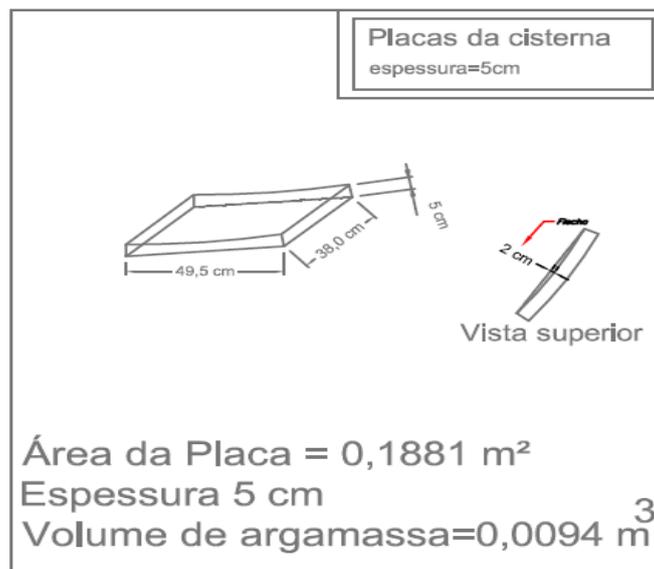
<b>Medidas para uma Cisterna calçadão de 52.000 litros</b>			
<b>Tipo</b>	<b>Medidas</b>		
Profundidade do Buraco	1,80 m		
Raio da cisterna	3,5 m		
Profundidade da cisterna	1,80 m		
<b>Tipo de Peça</b>	<b>Nº de Peças</b>	<b>Medidas</b>	<b>Traço da Massa</b>
Placas de Parede	111	50 cm x 60 cm	4,5/1
Placas do calçadão	200	1m x 1m	4/1/1
Placas de Cobertura	148	diversas	5/3/1
Vigas da cobertura (caibros)	37	0,95 cm	5/3/1

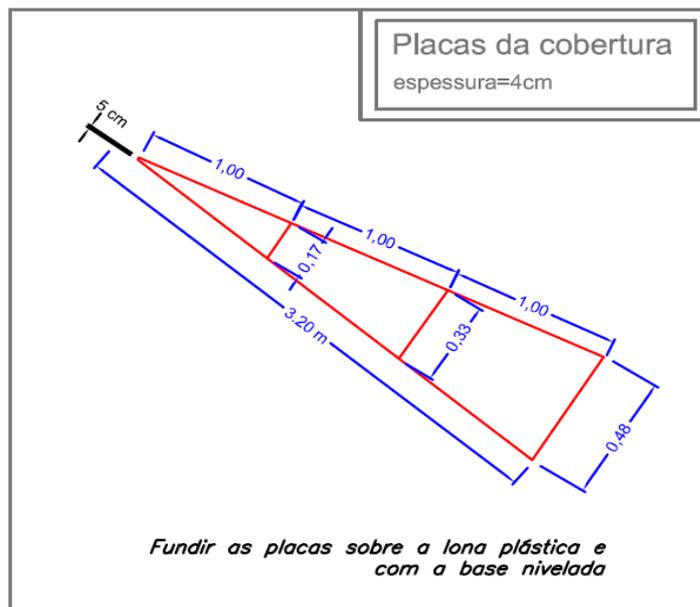
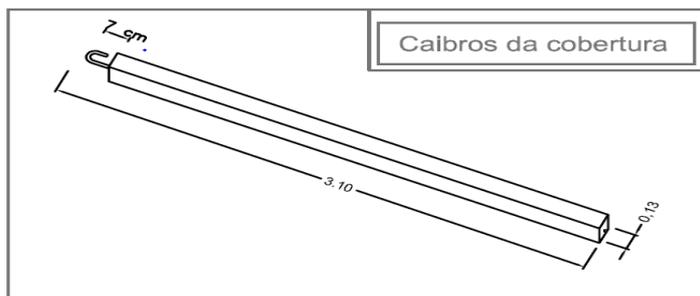
## Desenhos e Plantas

## Nomenclatura dos elementos



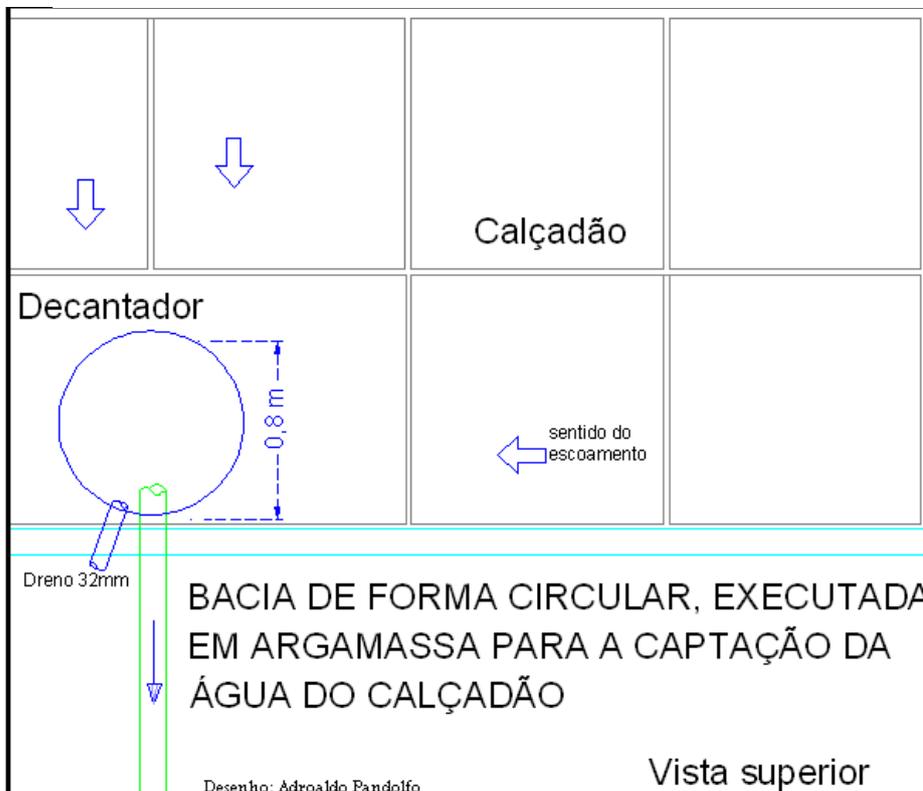
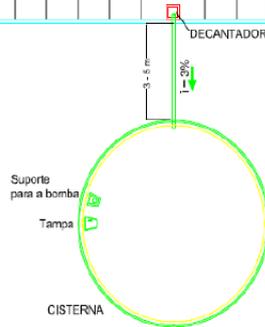
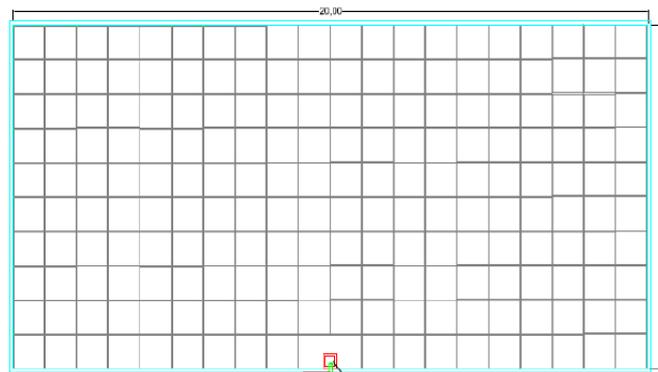
Desenho: Adroaldo Pandolfo





PLANTA BAIXA DO CALÇADÃO

ÁREA DE CAPTAÇÃO



## APÊNDICE A

### Roteiro de entrevista dos agricultores

1. Como você faz para produzir alimentos através da água da cisterna?
2. Essa técnica é a melhor, se sim ou não, por quê?
3. A quantidade de água disponível é suficiente para produzir alimentos para o consumo familiar, através da técnica utilizada?
4. A água armazenada na cisterna, é exclusiva da chuva, caso negativo, qual outra fonte utilizada para encher a cisterna e quantas vezes esse procedimento é feito no por ano?
5. A água da cisterna calçadão é exclusiva para produção de alimentos, se não, por quê?
6. O que você faz para manter a cisterna em boas condições?
7. Quais os principais problemas encontrados para manter a cisterna em bom funcionamento?
8. A quantidade de água utilizada da cisterna diariamente é a mesma durante todo ano?

## APÊNDICE B

Cisterna 1 - Dias de ocorrência de chuva/ Valores Precipitados / Ganhos no nível de Água.

N	JUL				AGO				SET				OUT				NOV				DEZ				JAN				FEV				MAR				ABR						
	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G
1	1	2	-	-	7	5	1	-	7	2	-	-	1	2	-	-	11	6	-	-	2	10	4	-	-	-	-	-	18	2	-	-	5	5	-	-	23	5	-	-			
2	7	4	2	-	8	8	1	-	8	15	-	-	2	10	-	-	15	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	2	-	-	8	2	-	-	-	-	-	-			
3	8	2	-	-	9	2	-	-	9	2	-	-	3	2	-	-	21	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	38	20	-	-	-	-	-			
4	18	2	-	-	10	8	4	-	12	5	-	-	6	35	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	2	-	-	-	-	-	-			
5	19	5	2	-	11	2	-	-	13	2	-	-	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	15	2	-	-	-	-	-			
6	22	2	-	-	17	2	-	-	19	4	-	-	11	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	2	-	-	-	-	-	-			
7	25	5	3	-	19	2	-	-	-	-	-	-	31	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	2	-	-	-	-	-	-			
8	27	2	-	-	28	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	2	-	-	-	-	-	-			
9	28	12	-	15	-	-	-	16	-	-	-	4	-	-	-	28	-	-	-	18	-	-	-	27	-	-	-	29	-	-	-	26	29	2	-	12	-	-	-	-			
T	9	36	7	15	8	31	6	16	6	30	0	4	7	60	15	28	3	10	0	18	1	10	4	27	0	0	0	29	2	4	0	26	9	70	22	12	1	5	0	22			

Total precipitado 256 mm ; Total de ganhos no nível da cisterna 54 cm (15.600litros) ; Total de água retirada da Cisterna 197 cm (56.911 litros) - Total de água colocada 73 cm (21.088 L)

Legenda: Dia = dias de ocorrência de chuva; N = número da observação no mês; P = precipitação (mm); G = ganho no nível de água (cm); R = Utilização de água /mês (cm).

Cisterna 2 - Dias de ocorrência de chuva/ Valores Precipitados / Ganhos no nível de Água.

N	JUL				AGO				SET				OUT				NOV				DEZ				JAN				FEV				MAR				ABR						
	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G
1	1	2	-	-	7	5	-	-	7	2	-	-	1	2	-	-	11	6	-	-	2	10	4	-	-	-	-	18	2	-	-	5	5	2	-	23	5	-	-				
2	7	4	2	-	8	8	-	-	8	15	1	-	2	10	2	-	15	2	-	-	-	-	-	-	-	-	19	2	-	-	8	2	1	-	-	-	-	-					
3	8	2	1	-	9	2	-	-	9	2	-	-	3	2	-	-	21	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	38	18	-	-	-	-	-					
4	18	2	-	-	10	8	-	-	12	5	-	-	6	35	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	2	1	-	-	-	-	-						
5	19	5	1	-	11	2	-	-	13	2	-	-	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	15	2	-	-	-	-	-						
6	22	2	-	-	17	2	-	-	19	4	-	-	11	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	2	-	-	-	-	-	-							
7	25	5	-	-	19	2	-	-	-	-	-	-	31	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	2	-	-	-	-	-	-							
8	27	2	-	-	28	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	2	-	-	-	-	-	-							
9	28	12	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	8	-	-	-	76	-	-	11	-	-	-	41	29	2	-	3	-	-	8					
T	9	36	4	0	8	31	0	5	6	30	1	0	7	60	17	20	3	10	0	8	1	10	4	76	0	0	0	11	2	4	0	41	9	70	24	3	1	5	0	8			

Total precipitado 256 mm ; Total de ganhos no nível da cisterna 50 cm (14.444litros) ; Total de água retirada da Cisterna 172 cm (49.688 litros) -Água colocada na cisterna 4.044 l

Legenda: Dia = dias de ocorrência de chuva; N = número da observação no mês; P = precipitação (mm); G = ganho no nível de água (cm); R = Utilização de água /mês (cm)

Cisterna 3 - Dias de ocorrência de chuva/ Valores Precipitados / Ganhos no nível de Água.

N	JUL				AGO				SET				OUT				NOV				DEZ				JAN				FEV				MAR				ABR						
	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G
1	3	5	1	-	7	5	-	-	8	6	-	-	2	10	3	-	1	2	-	-	2	6	4	-	-	-	-	-	18	4	-	-	5	5	2	-	24	8	3	-			
2	7	2	1	-	8	7	1	-	10	7	-	-	6	30	16	-	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	9	3	-	-	-	-	-			
3	8	2	-	-	10	7	3	-	12	8	3	-	7	7	4	-	19	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	5	1	-	-	-	-	-			
4	19	6	1	-	11	4	-	-	22	2	-	-	9	10	2	-	27	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	22	10	-	-	-	-	-			
5	25	2	-	-	18	5	-	-	-	-	-	-	17	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	5	3	-	-	-	-	-			
6	28	12	6	-	21	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	16	5	-	-	-	-	-			
7	-	-	-	26	28	4	2	30	-	-	-	21	-	-	-	16	-	-	-	22	-	-	-	27	-	-	-	31	-	-	-	17	-	-	-	14	-	-	-	19			

1

T 6 29 9 26 7 40 9 30 4 23 3 21 5 62 26 16 4 9 3 22 1 6 4 27 0 0 0 31 1 4 0 17 6 62 24 14 1 8 3 19

Total precipitado 253 mm; Total de ganhos no nível da cisterna 81 cm (23.400litros) ; Total de água retirada da Cisterna 223 cm (64.422 litros)

Legenda: Dia = dias de ocorrência de chuva; N = número da observação no mês; P = precipitação (mm); G = ganho no nível de água (cm); R = Utilização de água /mês (cm)

Cisterna 4- Dias de ocorrência de chuva/ Valores Precipitados / Ganhos no nível de Água.

N	JUL				AGO				SET				OUT				NOV				DEZ				JAN				FEV				MAR				ABR							
	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R	D	P	G	R
1	3	8	3	-	8	15	-	-	8	19	9	-	3	15	1	-	17	40	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	61	48	-	-	-	-	-
2	7	2	-	-	10	15	-	-	9	1	-	-	6	15	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	8	2	-	-	14	2	-	-	10	29	-	-	7	20	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
4	9	3	-	-	18	3	-	-	-	-	-	-	8	20	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
5	11	3	-	-	20	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
6	18	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
7	20	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
8	24	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
9	25	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
10	28	10	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	9	-	-	-	5	-	-	-	25	-	-	-	9	-	-	-	10	-	-	-	3	-	-	-	-				
T	10	42	4	0	5	40	1	0	3	49	9	2	4	70	22	9	1	40	13	5	0	0	0	25	0	0	0	9	0	0	0	10	1	61	48	3	0	0	0	0				

Total precipitado 302 mm ; Total de ganhos no nível da cisterna 97 cm (28.022 litros) ; Total de água retirada da Cisterna 63 cm (18.200 litros)

Legenda: Dia = dias de ocorrência de chuva; N = número da observação no mês; P = precipitação (mm); G = ganho no nível de água (cm); R = Utilização de água /mês (cm)

