



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL**

**MARIA DO SOCORRO BARBOSA DE MOURA**

**TECNOLOGIAS SOCIAIS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA E SUAS  
RELAÇÕES COM O DESENVOLVIMENTO RURAL DE BARRA DE SANTANA -  
PB**

**CAMPINA GRANDE – PB  
MARÇO/2016**

**MARIA DO SOCORRO BARBOSA DE MOURA**

**TECNOLOGIAS SOCIAIS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA E SUAS  
RELAÇÕES COM O DESENVOLVIMENTO RURAL DE BARRA DE SANTANA -  
PB**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Regional – PPGDR da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional.

Orientador: Dr. Hermes Alves de Almeida.

**CAMPINA GRANDE – PB**

**MARÇO/2015**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

M929t Moura, Maria do Socorro Barbosa de.  
Tecnologias sociais de captação de água da chuva e suas relações com o desenvolvimento rural de Barra de Santana-PB [manuscrito] / Maria do Socorro Barbosa de Moura. - 2016.  
95 p. : il. color.

Digitado.  
Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) - Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, 2016.  
"Orientação: Prof. Dr. Hermes Alves de Almeida, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa".

1. Tecnologias hídricas sociais. 2. Cisternas. 3. Desenvolvimento local. 4. Desenvolvimento rural. I. Título.  
21. ed. CDD 338.92

**MARIA DO SOCORRO BARBOSA DE MOURA**

**TECNOLOGIAS SOCIAIS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA E SUAS  
RELAÇÕES COM O DESENVOLVIMENTO RURAL DE BARRA DE  
SANTANA - PB**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional, da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), em cumprimento à exigência para obtenção do grau de mestre.

Linha de Pesquisa: Estado, Políticas Públicas e Movimentos Sociais.

Aprovada em 31 / 03 /2016

*Hermes Alves de Almeida*

Prof. Dr. Hermes Alves de Almeida /UEPB

Orientador

*José Luciano Albino Barbosa*

Prof. Dr. José Luciano Albino Barbosa/UEPB

Examinador

*Lincoln da Silva Diniz*

Prof. Dr. Lincoln da Silva Diniz/UFCCG

Examinador Externo

Campina Grande

2016



**Dedico ao Rei dos reis, ao Senhor dos senhores, aquele que com o seu amor me conduz e instiga a voar, subir, ir pra frente sem me cansar, sem me fatigar.**

### **AGRADECIMENTOS**

A Deus, autor da vida, aquele que me fortalece e conduz.

Ao professor e orientador Hermes Alves de Almeida pela paciência e colaboração no decorrer do curso e da pesquisa.

Aos professores do Mestrado em Desenvolvimento Regional – MDR pelas contribuições.

Aos colegas do Mestrado em Desenvolvimento Regional, especialmente, Almir e Francinilda pela preocupação e disposição em sempre ajudar.

As famílias agricultoras das áreas pesquisadas e ao representante da Associação Mororó pelo acolhimento e disposição nas entrevistas.

A CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo financiamento da pesquisa.

Aos meus pais (Edileusa e Antônio) e irmãos (Ademir e Didiane) pelo apoio e confiança.

A meu esposo (Marconi) pelo incentivo, paciência e atenção.

A todos, o meu muito obrigada.

# **TECNOLOGIAS SOCIAIS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA E SUAS RELAÇÕES COM O DESENVOLVIMENTO RURAL DE BARRA DE SANTANA - PB**

## **RESUMO**

A baixa quantidade e a irregularidade na distribuição de chuvas, associado à falta de alternativa hídrica para abastecer a zona rural de Barra de Santana, na microrregião do Cariri paraibano, vêm inviabilizando a convivência e/ou a permanência da população e o desenvolvimento da pequena atividade agropecuária. O uso de tecnologias hídricas sociais de captação de água da chuva tem possibilitado aumentar a disponibilidade hídrica com o mesmo volume de chuva. Neste contexto, houve a necessidade de se realizar um estudo que permitisse diagnosticar essas tecnologias sociais e associá-las ao desenvolvimento rural de Barra de Santana, PB, sendo essas determinações os objetivos principais. O trabalho foi desenvolvido no sítio Barriguda e no Distrito de Mororó, localizados no município de Barra de Santana, PB, aplicando-se questionários com várias perguntas relacionadas às dimensões social, ambiental, tecnológico e econômico para um universo de 30 pequenos agricultores beneficiados dos Programas Um Milhão de Cisternas (P1MC) e Uma Terra e Duas Águas (P1+2). Os dados mensais e anuais de precipitação pluvial foram cedidos pela Agência Executiva de Gestão das Águas, AESA, Campina Grande, PB. Mediante critérios estatísticos, os referidos dados foram agrupados, calculados as medidas de tendência central e de dispersão e estabelecido o regime pluvial local. Para estimar a captação de água da chuva anual, adotaram-se seis cenários com totais de chuvas, equivalentes a mediana, aos anos mais seco e o mais chuvoso e aos níveis de 25, 50 e 75 % de probabilidade. Os volumes potenciais de captação de água da chuva, para as áreas dos telhados residências e/ou dos solos cimento (para as cisternas do tipo calçadão e enxurrada), foram determinados em função do regime de chuva e para as respectivas superfícies de captação. Os principais resultados indicaram que o regime de distribuição da chuva é irregular e assimétrico e, portanto, a mediana é a medida de tendência central recomendada. Mesmo assim, há um elevado potencial para captar água da chuva, o que permite aumentar a oferta hídrica, com a mesma quantidade de chuvas. Os pequenos produtores declararam que as tecnologias hídricas sociais P1MC e as P1+2 são promissoras. As áreas de captação inferior a 40 m<sup>2</sup> têm potencial para captar um volume inferior a 16 mil litros, nos quatro cenários pluviais estudados, embora não seja recomendado fixar um único valor de volume para nenhum tipo de cisterna, sem dimensionar o regime pluvial local e volume de água necessário aos consumos humano e dessedentação animal e a pequena produção agropecuária. Uma maior oferta de água da chuva captada e armazenada nas cisternas calçadão e enxurrada, para uso na atividade produtiva resultou no acréscimo da renda familiar. As barragens subterrâneas despontam como alternativa para os plantios de frutíferas, de gramíneas e da palma forrageira. Os benefícios das tecnologias sociais do P1+2 ainda são recentes e, por isso, os resultados são ainda incipientes. Assim sendo, há necessidade de continuar este estudo a fim de quantificar o potencial de captação de água da chuva, em função dos volumes de água necessários, para atender as necessidades de consumo humano e animal (P1MC) e da atividade produtiva, que dependem, exclusivamente, do regime pluvial local e do tamanho da área de captação.

Palavras – chave: Tecnologias hídricas sociais, cisternas, desenvolvimento local.

## SOCIAL TECHNOLOGY OF RAINWATER CATCHMENT AND ITS RELATIONS WITH RURAL DEVELOPMENT OF THE BARRA DE SANTANA, PB

### ABSTRACT

The low amount and irregularity in the distribution of rainfall, coupled with the lack of water alternative to supply the countryside of Barra de Santana, in the micro-region of Cariri, come invalidating coexistence the population and the development of small business agriculture. The use of social technologies of rainwater catchments has allowed increasing water availability with the same amount of rain. In this context, it was necessary to conduct a study that would allow diagnosing these social technologies and link them to rural development Barra de Santana, PB, and these determinations the main objectives. The study was conducted at the site Barriguda and Mororó District, located in Barra de Santana, PB, applying questionnaires with several questions related to the social, environmental, technological and economic dimensions for a universe of 30 small farmers benefited from programs one Million Cisterns (P1MC) and one Land and Two Waters (P1+2). Dates monthly and annual rainfall were provided by the Executive Agency for Water Management, AESA, Campina Grande, PB. By statistical criteria, data were pooled and calculated the measures of central tendency and dispersion and established local rainfall patterns. To estimate the water uptake of annual rainfall, was adopted six scenarios with total rainfall, equivalent to median, the driest years and the wettest and the levels of 25, 50 and 75% probability. Potential volumes of rainwater catchments for the areas of roofs homes and/or cement soil (for tanks boardwalk type and flood) were determined depending on the rainfall regime and their catchments areas. Results indicated that the rainfall distribution is irregular and asymmetric and, therefore, the median is the measure of central tendency recommended. Still, there is a high potential to capture rainwater, which will increase the water supply, with the same amount of rainfall. Small producers have declared that social water technologies P1MC and P1+2 are promising. Catchments areas less than 40 m<sup>2</sup> has the potential to capture a volume of less than 16.000 liters, for the four storm scenarios, although it is not recommended to set a single volume value for the tank without establisher local rainfall patterns and water volume necessary for consumption and small agricultural production. A greater supply of water collected and stored rainwater in cisterns, for use in productive activity resulted in increased household income. Underground dams emerge as an alternative to fruit plantations, grasses and forage cactus. The benefits of these social technologies are still recent and, therefore, the results are still incipient. Therefore, there is need to continue this study in order to quantify the potential of rainwater harvesting, depending on the volumes of water required to meet the human and animal consumption needs (P1MC) and production activities, which depend, exclusively, local rainfall patterns and the size of the catchments area.

Key- words: Social water technologies, cistern, local development.



## LISTA DE FIGURAS

Figura0 1. Vista da construção de uma barragem subterrânea (A) e com cultivos (B).....	25
Figura 02. Modelo padrão das cisternas de placa.....	29
Figura 03. Fluxograma da hierarquia do P1MC.....	29
Figura 04. Modelo de cisternas calçadão.....	32
Figura 05. Modelo de cisternas de enxurrada.....	33
Figura 06. Modelos de barreiros trincheiras.....	33
Figura 07. Modelo de um tanque de pedra.....	34
Figura 08. Modelo de uma barraginha.....	35
Figura 09. Localização do município de Barra de Santana, PB. ....	36
Figura 10. Localização das áreas de estudo Sítio Barriguda e zona rural do Distrito de Mororó.....	38
Figura 11. Vista de uma reunião com beneficiários dos programas Um Milhão de Cisternas e Uma Terra e Duas Águas, em Barra de Santana, PB.....	41
Figura 12. População de Barra de Santana residente na zona rural e urbana.....	42
Figura 13. Vista de uma cisterna de placas em construção. Barra de Santana, PB....	44
Figura 14. Vista de uma cisterna de placas construída. Barra de Santana, PB.....	45
Figura 15. Primeiro calçadão de cimento para captar água da chuva em Barra de Santana, PB.....	46
Figura 16. Tipos de tecnologias hídras sociais diagnosticadas na zona rural de Barra de Santana, PB.....	47
Figura 17. Médias mensais das médias, medianas e desvio padrão da precipitação pluvial de Barra de Santana, PB. Medidas de 1960 a 2014.....	49
Figura 18. Frequências relativas de anos com chuvas, por intervalo de classe, em Barra de Santana, PB.....	50
Figura 19. Potencial de captação de água da chuva (PCAC), para diferentes cenários de regime pluvial, em Barra de Santana, PB.....	51
Figura 20. Exemplo de residência no município de Barra de Santana, PB, com 35 m <sup>2</sup> ....	52
Figura 21. Residência em Barra de Santana, PB, com 60 m <sup>2</sup> .....	52
Figura 22. Residência em Barra de Santana, PB, com área de 140 m <sup>2</sup> .....	52
Figura 23. Volumes potenciais de captação de água da chuva (VPC), para os seis cenários de regime pluvial, para Barra de Santana, PB.....	53
Figura 24. População com banheiro e água encanada no município de Barra de Santana.....	55
Figura 25. Número de pessoas por residência na zona rural de Barra de Santana, PB.....	56
Figura 26. Tratamento da água nas residências analisadas. Barra de Santana, PB.....	57
Figura 27. Volume potencial de captação de água das chuvas, para uma cisterna calçadão, com áreas de captação de 200m <sup>2</sup> e seis cenários anuais de regime pluvial, em Barra de Santana, PB.....	61
Figura 28. Cisterna de enxurrada, município de Barra de Santana, PB.....	62
Figura 29. Estimativas dos volumes potenciais de captação de água, para seis cenários de regime pluvial, e três áreas de captação para Barra de Santana, PB.....	63
Figura 30. Exemplo de regador e garfo, usados nos cultivos em Barra de Santana, PB...	63
Figura 31. Vistas das telas usadas para proteção das hortaliças. Barra de Santana, PB....	64
Figura 32. Atividades desenvolvidas com as águas das cisternas calçadão e de enxurrada. Barra de Santana, PB.....	64
Figura 33. Plantio de alface ( <i>Lactuca sativa</i> ) e coentro ( <i>Coriandrum sativum</i> ), em Barra de Santana, PB.....	65
Figura 34. Aceroleira ( <i>Malpighia emarginata</i> ).....	66
Figura 35. Criatório de aves (frangos) na zona rural de Barra de Santana, PB.....	66

Figura 36. Criatório de suínos na zona rural de Barra de Santana, PB.....	66
Figura 37. Sistema rústico de criação de caprinos na zona rural de Barra de Santana, PB.....	67
Figura 38. Simulação de um criatório com base na disponibilidade de 52 mil litros de água.....	69
Figura 39. Reservatório para contenção do excesso das águas do poço.....	70
Figura 40. Exemplo de uma barragem subterrânea, com plantio de palma doce e algumas frutíferas (ao fundo). Sítio Barriguda I, Barra de Santana, PB.....	71
Figura 41. Área de armazenamento da barragem subterrânea 2, Sítio Barriguda II, Barra de Santana, PB.....	72
Figura 42. Renda per capita de Barra de Santana (em R\$).....	73
Figura 43. Incremento na renda dos agricultores, Barra de Santana, PB.....	74
Figura 44. IDHM do município de Barra de Santana, PB.....	74
Figura 45. IDHM -2010, comparativo entre os municípios de Barra de Santana, Campina Grande e o Estado da Paraíba. ....	75
Figura 46. Esperança de vida da população de Barra de Santana e Campina Grande, PB (Comparativo).....	75
Figura 47. Taxa de mortalidade infantil de Barra de Santana, PB.....	76
Figura 48. Indicadores de habitação no município de Barra de Santana, PB.....	77
Figura 49. Estrutura etária da população do município de Barra de Santana, PB, referente aos censos de 1991, 2000 e 2010.....	78
Figura 50. Distorção idade-série de até dois anos no ensino básico do município de Barra de Santana, PB para estudantes entre 6 e 17 anos.....	79
Figura 51. População de 18 aos 24 anos que estavam cursando o ensino superior entre os censos de 1991, 2000 e 2010.....	80

## **LISTA DE TABELA**

Tabela 1. Caracterização das tecnologias sociais e convencionais.....	22
---	----

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

- AESA**– Agência Executiva de Gestão das Águas
- ANA**– Agência Nacional de águas
- ASA**– Articulação do Semiárido
- AT**– Avaliação tecnológica
- AP1MC**– Associação Programa Um Milhão de Cisternas
- GTDN**– Grupo de Trabalho para Desenvolvimento do Nordeste
- IBGE**– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IDH**– Índice de Desenvolvimento Humano
- IDHM**– Índice de Desenvolvimento Humano dos Municípios
- IPEA**– Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada
- MDS**– Ministério de Desenvolvimento Social
- MI** – Ministério da Integração
- MM**– Milímetros
- M<sup>2</sup>**- Metros Quadrados
- OMS**– Organização Mundial de Saúde
- ONU**– Organização das Nações Unidas
- PA**- Pará
- PB**- Paraíba
- PCAC**– Potencial de Captação de Água de Chuva
- PI**- Piauí
- PNAE**– Programa Nacional de Alimentação Escolar
- PNUD**– Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
- PSF** – Programa Saúde na Família
- P1MC**– Programa Um Milhão de Cisternas
- P1+2**– Programa Uma Terra e Duas Águas
- SUDENE**– Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
- SP**– São Paulo
- TC**– Tecnologia Convencional
- TS** – Tecnologia Social
- UGMS** – Unidades Gestoras Microrregionais

**VPC** – Volume Potencial de Captação de água de chuva

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	13
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	16
2.1 Desenvolvimento: uma discussão acerca de perspectivas regionais.....	16
2.2 Água e desenvolvimento sustentável.....	18
2.3 Tecnologias sociais, sistemas de captação e armazenamento de água da chuva.....	22
2.3.1 Barragens subterrâneas.....	24
2.3.2 A agricultura familiar.....	27
2.3.3 Programas Um Milhão de Cisternas (P1MC) e Uma Terra e Duas Águas (P1+2).....	28
2.3.4 Diferentes tipos de tecnologias hídras sociais.....	31
2.4 Município de Barra de Santana: características gerais.....	35
2.4.1 Aspectos históricos e geográficos.....	35
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	38
3.1 Localização das áreas de estudo.....	38
3.2 Procedimentos metodológicos.....	38
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	41
4.1 Tecnologias hídras sociais: concepção, tipo e diagnóstico.....	41
4.2 Principais características do regime pluvial de Barra de Santana.....	48
4.2.1 Áreas e volumes potenciais de captação de água da chuva.....	51
4.2.2 Número de usuário/residência, uso e tratamento da água das cisternas de placas.....	55
4.3 Potencial de captação de água de chuva e armazenamento em cisternas .....	59
4.3.1 Cisternas calçadão.....	59
4.3.2 Cisternas de enxurrada.....	61
4.3.3 Alternativas das cisternas calçadão e de enxurrada na agricultura familiar.....	62
4.3.4 Alternativas das barragens subterrâneas.....	68
4.4 Renda e destino dos produtos cultivados/criados.....	72
4.5 Aspectos socioeconômicos de Barra de Santana.....	74
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	81
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	83
<b>APÊNDICE.....</b>	90

## 1. INTRODUÇÃO

A disponibilidade e usos da água no Brasil, principalmente na região semiárida, continuam a ser uma das questões cruciais no que diz respeito ao seu desenvolvimento. Alguns esforços têm sido colocados com o objetivo de implantar infraestruturas capazes de disponibilizar água suficiente para garantir o abastecimento humano e animal.

O clima é considerado como sendo elemento condicionador da dinâmica do meio ambiente, pois exerce influência direta nos processos de ordem física e biológica, assim como na sociedade de modo geral. No semiárido paraibano, a escassez de água é sem dúvida o principal fator que impede o desenvolvimento socioeconômico.

O subsolo é na sua maioria constituído por rochas cristalinas que não propiciam a formação de aquíferos. Assim sendo, a água superficial é a principal garantia hídrica e a precipitação pluvial a única fonte de suprimento.

A complexidade dessa problemática, porém, não reside apenas na baixa quantidade de chuva e na irregularidade da sua distribuição mensal e anual, ou, até mesmo, no fenômeno da seca, mas, sobretudo, nos processos econômicos, sociais e culturais que por séculos são consolidados por projetos políticos que visam o desenvolvimento local e/ou regional.

A insuficiência da água nesse ambiente faz com que a população continue vulnerável, especialmente quando se trata do uso difuso da água no meio rural. A cada período de estiagem prolongada, milhares de pessoas que vivem no Semiárido não conseguem satisfazer suas necessidades básicas de acesso a alimentos e a água, tão vitais para sua sobrevivência.

A ocorrência de anos sucessivos de estiagens, na microrregião do Cariri Paraibano, vem se agravando, cada vez mais, os ecossistemas agropecuários familiares que, por serem frágeis são abruptamente desestruturados pelo esgotamento das condições biofísicas. Em virtude disso, a população rural tende a migrar para as cidades, gerando assim, problemas de ordem social, econômica e produtiva, fatores que desafiam governantes dos diferentes níveis de gestão.

No semiárido paraibano, a agropecuária é a principal fonte de renda para sustentar o empreendimento rural e a família. No entanto, as estiagens assolam a pequena e frágil produção agrícola de subsistência e a alimentação do rebanho, que é a principal fonte geradora de renda. Além disso, há falta de água, até mesmo, para o consumo humano e dessedentação animal.

Apesar disso, pode-se aumentar a oferta de água, mesmo com baixa quantidade de chuva, adotando-se áreas de captação de águas das chuvas maiores e armazenando-as em

tecnologias simples e de baixo custo que são as tecnologias sociais de convivência com o semiárido, que possibilitam fixar o agricultor familiar no campo de forma digna e sustentável.

A indisponibilidade hídrica afeta severamente as condições de sobrevivência, sobretudo, dos milhões de brasileiros que habitam as áreas rurais do semiárido. A insuficiência da água em regiões áridas e/ou semiáridas tem sido tema de debates e pesquisas que tem como objetivo principal desenvolver ações capazes de consentir o seu aproveitamento racional, permitindo a convivência da população com os períodos de seca ou reduzida precipitação.

O grande desafio tem sido produzir conhecimento e tecnologias para melhorar a situação atual e proteger esse recurso natural. Por isso, o uso de fontes alternativas dos recursos hídricos é de extraordinária importância, sobretudo, em regiões que se caracterizam por elevada insuficiência hídrica e adversidades climáticas.

O semiárido paraibano é uma região que concentra um baixo percentual de água disponível em qualidade e quantidade, com má distribuição e com grande potencial de perdas de água por evaporação. As tecnologias sociais podem ser sumarizadas como sendo um conjunto de técnicas e de procedimentos que quando integradas a um sistema de gestão eficaz, promovem o desenvolvimento local. A inserção de tecnologias de baixo custo torna-se acessível ao pequeno produtor e, portanto, permite o convívio das famílias com a seca.

Embora existam diversas alternativas de captação de águas superficiais, tais como os barreiros e as barragens, as elevadas perdas de água por evaporação e infiltração fazem com que eles sequem logo no início do período de estiagem, se não forem bem dimensionados em função das características do clima local.

O aproveitamento de água da chuva é uma prática antiga e tem sido aceito como uma alternativa ao abastecimento humano e adaptação às regiões onde os recursos hídricos são escassos. A técnica se baseia na captação da água e no seu armazenamento em cisternas.

Existem várias alternativas de aproveitamento da água, sejam quais forem todas elas precisam ser orientadas pelas boas práticas da gestão dos recursos hídricos para que atendam suas finalidades de maneira eficiente.

Armazenar água da chuva é uma possibilidade real, necessária e cada vez mais viável devido ao grande número de tecnologias sociais, pois possibilita o aumento à disponibilidade hídrica local, com o mesmo regime pluvial. Assim, haverá mais água que poderá ser usada não somente para o consumo humano, mas a dessedentação animal e a pequena produção familiar.



Desse modo, a ampliação e o fortalecimento de uma infraestrutura hídrica, com uma gestão adequada, constituem requisitos básicos essenciais para a mitigação da indisponibilidade hídrica, servindo como elemento básico para minimizar os efeitos das prolongadas estiagens.

Neste contexto, houve à necessidade de diagnosticar as tecnologias sociais de captação de água da chuva, armazenadas em diferentes tipos de cisternas e barragens subterrâneas, e as suas relações com o desenvolvimento rural de Barra de Santana, PB, sendo essas determinações os objetivos principais. Tendo ainda, os seguintes objetivos específicos:

a) Estimar os volumes potenciais de captação de água da chuva, utilizando-se áreas de captações dos telhados residenciais e das superfícies de solo cimento das cisternas calçada e enxurradas, na zona rural de Barra de Santana;

b) Estabelecer os perfis social, tecnológico/ambiental e econômico das tecnologias sociais usadas pelos pequenos produtores de Barra de Santana;

c) Analisar se as experiências das tecnologias sociais de captação de água da chuva, na zona rural de Barra de Santana, têm contribuído para mitigar a escassez de hídrica.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Desenvolvimento: uma discussão acerca de perspectivas regionais

O desenvolvimento tem sido almejado dia-a-dia pelos diversos países. Em meio a isso, são estabelecidas algumas metas e critérios para ponderar se determinados países são ou não considerados desenvolvidos. Os critérios de desenvolvimento sempre se baseiam nas taxas de analfabetismo, mortalidade, natalidade e índice de desenvolvimento humano (IDH), ou seja, através das taxas de crescimento, dos índices qualitativos e quantitativos dos diversos setores.

Levando-se em conta as diversas perspectivas de análise, o desenvolvimento tem sido analisado também através de perspectivas regionais. No caso do Brasil, por ser um país heterogêneo, existe a necessidade de políticas públicas distintas e que leve em consideração as especificidades regionais (FURTADO, 1981; ARAÚJO, 2000).

Araújo (2000, p.15) em relação ao desenvolvimento no Nordeste brasileiro descreve que:

A dinâmica econômica, as condições sociais da população nordestina são muito desiguais e muitas tendências gerais não se reproduzem de maneira idêntica em todos os estados ou nas áreas urbanas e rurais da região. A riqueza é muito concentrada no Nordeste, e os contrastes sociais são enormes. Além disso, nas últimas décadas, a dinâmica e as transformações na base produtiva instalada na região foram muito mais intensas e profundas que as alterações para melhor na qualidade de vida dos nordestinos. O crescimento econômico reduziu de maneira insuficiente os déficits sociais, e a crise dos anos recentes só fez agravar o quadro social regional.

A proposta seria a de verificar as potencialidades regionais, para daí, estabelecer as políticas que possam atender as necessidades locais e que, sobretudo, consiga desenvolver os diversos setores, social, econômico, ambiental. Caso contrário poderia ocorrer apenas um crescimento econômico.

Com o intuito de possibilitar, sobretudo, o desenvolvimento partindo do regional, foi desenvolvido a Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR)<sup>1</sup>. Essa política é voltada para diminuir as desigualdades regionais e intensificar as potencialidades de desenvolvimento das regiões do Brasil. O ponto central da estratégia é valorizar a diversidade regional do país (MI, 2005).

A PNDR é estabelecida esperando que a partir da criatividade e da capacidade de organização coletiva das populações possa existir a exploração de perspectivas de

---

<sup>1</sup> Criada pelo Governo Federal em 22 de fevereiro de 2007.

desenvolvimento capaz de fomentar a inclusão social e econômica. Segundo o Ministério da Integração Nacional (2005, p.12):

A PNDR precisa ser uma Política Nacional, envolvendo iniciativas do Congresso Nacional, dos diversos entes da federação, das universidades, de entidades do setor produtivo (empresários, trabalhadores, autônomos, cooperados etc.), de ONG'S, dentre outros. O Governo Federal tem, no entanto, papel estratégico em sua concepção e implementação. As iniciativas locais e sub-regionais precisam se articular e encontrar nexos na Política Nacional. Num país continental, heterogêneo e desigual como o Brasil, a ênfase em soluções localistas isoladas não é recomendável, pois pode ampliar os riscos de fragmentação. Daí a importância de políticas nacionais capazes de assegurar consistência às iniciativas locais e garantir a integração nacional.

Ainda sobre a questão das políticas públicas, exemplificando com a região Nordeste, Araújo (2000) expôs que na década de 1950, quando foi instituído o Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste (GTDN), a proposta rendeu para a região nas três décadas seguintes (60,70 e 80) um crescimento superior, quando comparado com o crescimento geral do Brasil.

No entanto, o que ocorreu foi um crescimento econômico e não um desenvolvimento no sentido amplo (econômico, social, etc.), pois, à medida que a economia triplicava setores como os da educação e saúde, duplicavam. Havia uma incompatibilidade, ou seja, um superávit econômico e um déficit social. Por isso, a necessidade de políticas que possam garantir a equidade defendida por DRAIBE e RIESCO (2011) e NETO (1997).

Alguns estudiosos, dentre eles Furtado (1981), dizia ocorrer no Brasil à formação de ilhas de prosperidade econômica, ou seja, áreas que concentram alto grau de desenvolvimento como o Centro-Sul em detrimento de outras. Sobre essa questão, ele descreve três possíveis soluções: a) existe necessidade de transferência de recursos, ou seja, maiores investimentos nos setores da saúde, educação, segurança; b) maior participação industrial, nesse quesito Furtado sugere que exista uma maior liberdade para os trabalhadores para que dessa forma desenvolvam novas técnicas, e sintam-se participantes ativos do processo de industrialização e desenvolvimento e c) modificação das estruturas, no sentido de adaptar as indústrias ao local e não o inverso como ocorre atualmente.

Nesta perspectiva, o intuito principal é colocar a população como ativa no processo de desenvolvimento e não como passiva. Para Boisier (1996), há três concepções para o desenvolvimento, estabelecidas mediante os seguintes cenários: contextual, estrutural e político.

O contextual envolve uma abertura externa no sentido de dinamizar o mercado e abertura interna com o intuito de colocar a população envolvida no processo. O estrutural, através de estruturas flexíveis, ágeis e maleáveis as situações. E o político, com o envolvimento de todas as estruturas, os atores sociais e todo contexto envolto.

Observando essas questões, nota-se que, possivelmente, o fator primordial para desenvolver um país, seja antes de qualquer outra situação, deixar de ser submisso às estruturas internacionais e posteriormente estabelecer medidas de desenvolvimento para cada região observando as necessidades e potenciais inerentes. Tudo isso observando as heterogeneidades existentes para dessa forma direcionar políticas específicas e eficazes para o ambiente (SANTOS, 2012).

Ainda de acordo com Santos (2012) existe a necessidade de que o Estado coloque-se no processo de decisões e não se oponha diante das estruturas internacionais vigentes. Nessa perspectiva, a autonomia do Estado poderia ser consolidada, o que possibilitaria a oferta de mais e melhores serviços para a população. Compete ao Estado aperfeiçoar, dinamizar e coordenar o processo produtivo.

O desenvolvimento, de maneira especial, o "local" semiárido, pode ser conquistado, dentre outras, mediante políticas públicas inseridas com o intuito de mitigar os efeitos das estiagens, através de um modelo capaz de suprir o abastecimento de água, de sistemas de captação e distribuição de águas coerentes com a realidade local, principalmente, para a realidade do semiárido brasileiro.

Isso por que, em se tratando de desenvolvimento não pode ser esquecido, sobretudo, pelo Estado, um dos motores essenciais para todo processo de desenvolvimento em qualquer ambiente, o recurso natural água e um desenvolvimento que possua perspectivas sustentáveis, para que as gerações futuras não padeçam por desastros passados.

## **2.2 Água e desenvolvimento sustentável**

A água é um recurso natural essencial, seja como componente bioquímico na formação dos seres vivos até como elemento representativo nos setores de produção de alguns bens de consumo. Além disso, os recursos hídricos são importantes no desenvolvimento de diversas atividades econômicas, pois, além de ser importante para manter e funcionar o corpo humano, a água é importante na prática da irrigação e na geração de energia pelas hidrelétricas.

A falta desse recurso pode causar grandes transtornos, principalmente, sociais e econômicos. Por isso, a importância de saber lidar com o fenômeno natural da seca que ocorre em várias partes do mundo e que assola a região semiárida Nordestina.

Os problemas relacionados à indisponibilidade hídrica vão desde a quantidade, qualidade, distribuição espacial e temporal até os problemas relativos aos modelos institucionais vigentes, ou seja, aqueles que dizem respeito à gestão do recurso. Assim, os desafios relacionados a essa indisponibilidade têm gerado situações de dificuldades para as populações que sofrem devido a sua escassez (CAMPOS, 2002).

No prefácio do livro “Seca e Poder: entrevista com Celso Furtado” (1998, p 12), Manoel Correia de Andrade aborda parafraseando o próprio Celso, que “o problema da seca que enfrentamos periodicamente - geralmente em cada dez anos - é muito mais um problema social do que natural”.

Este relato parte do pressuposto de que existe, portanto, a necessidade de desenvolvimento de políticas preventivas, já que o fenômeno da seca ocorre com elevada frequência e é de ocorrência previsível. De tal modo, esse problema parece ser mais de ordem social e político do que ambiental.

O tema relacionado à questão hídrica e, especialmente, a escassez de água é tão importante que as primeiras políticas de planejamento no Brasil, antes planejadas no sentido macro, passaram a ser pensadas de forma regional em virtude das estiagens. No Nordeste, essas políticas foram inseridas através da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), sob o comando do Celso Furtado, na década de 1950, tendo em vista a escassez do recurso (IANNI, 1979). Um dos primeiros subsídios do governo para a questão que envolveu a falta de água foi no período da grande seca de 1877, cuja repercussão deu-se pelo fato da morte de muitos cearenses, pela falta de água ou por questões relacionadas à quantidade e/ou a qualidade da água.

Posteriormente, em 1891, a intervenção governamental tornou-se marcante, pelo fato da inclusão na Constituição de um artigo que obrigava a alocação de verbas para o auxílio de áreas atingidas pelos desastres naturais, inclusive às secas. Já, em 1958, outra grave seca atingiu alguns estados do Nordeste, fato responsável por alocar investimentos federais na região, através do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (IANNI, 1979).

Como se sabe, à água, além de insuficiente, tem se tornado, muitas vezes, imprópria para o consumo. Sobretudo porque esse recurso é um dos principais motores para o desenvolvimento, principalmente, o econômico, industrial e agrícola (BARROS; AMIN, 2008) Embora, haja a necessidade de gestão e uso adequado da água.

Com base na Constituição Federal (REBOUÇAS, 2001, p. 342) apresenta o arcabouço legal com os princípios básicos para a gestão dos recursos hídricos:

Adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento; usos múltiplos da água, quebrando a indesejável hegemonia do setor hidrelétrico sobre os demais; reconhecimento da água com um bem finito e vulnerável; reconhecimento do valor econômico da água; gestão descentralizada e participativa.

Nessa perspectiva, observa-se que o problema ou o fator mais importante a ser pensado está na questão do uso eficiente desse recurso seja pelo meio urbano ou rural. Por isso, existe a necessidade de métodos e de gestão integrada que possibilitem a distribuição e uso eficiente da água. Conforme trata Montenegro e Montenegro (2012, p. 3):

É consenso que a gestão de recursos hídricos é essencial a todos os setores da sociedade, devendo estar articulada com as políticas para os setores da educação, do meio ambiente, da indústria e do setor agrícola, dentre outros. Os fundamentos da gestão de recursos hídricos que estabelecem a água como bem público, de valor econômico e de uso múltiplo, tendem a acentuar conflitos entre usuários. O setor agrícola é aquele que demanda maiores volumes de água pressionada, inclusive, pelas metas de aumento da oferta de alimentos frente ao incremento populacional. No semiárido a irrigação se torna essencial, embora iniciativas de captação de águas de chuva para os cultivos se tenham expandido significativamente, podendo-se citar o Programa P1+2 do Governo Federal brasileiro.

Em se tratando de Nordeste, essa falta de água é certamente o que mais aflige a população, principalmente, a que reside no Polígono das Secas. Costuma-se atribuir que a escassez hídrica deve-se, exclusivamente, à falta de chuvas na região. No entanto, a Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará (2010) citou que a média anual de chuvas é de 700 bilhões de m<sup>3</sup>, embora apenas 24 bilhões de m<sup>3</sup> fiquem disponíveis, por que algo em torno de 97% da água da chuva escoia superficialmente ou simplesmente evaporam. Em relação à evaporação, Cirilo (2003), destaca que na região semiárida as “lâminas” de evaporação são superiores as da precipitação. Silveira e Cordeiro (2010, p.12) descreveram que:

Está comprovado que o nosso semiárido é o mais chuvoso do mundo, apresentando uma média de precipitações de 700 mm/ano. Todavia, apesar de estar claro que o volume de chuvas não é escasso, muitas pessoas, mais especificamente, muitas famílias agricultoras pobres, não tem acesso digno à água. Essa situação compromete a segurança hídrica, a produção de alimentos e a saúde das famílias, sobretudo de mulheres e crianças que, nos períodos de estiagens, são as principais responsáveis pela obtenção desse recurso em cacimbas e poços distantes.

Isso mostra que possivelmente o problema não está totalmente na irregularidade ou falta de chuvas. O que ocorre são as elevadas perdas por evaporação das águas armazenadas em reservatório superficiais, cujas perdas são maiores que a sua capacidade de armazenamento.

No Brasil, a Agência Nacional de Águas (ANA) é um órgão federal, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente que é responsável pela inserção da Política Nacional dos Recursos Hídricos no país, criada através da Lei n. 9.984, de 17 de julho de 2000. Montenegro e Montenegro (2012, p. 5) descrevem a Política Nacional dos Recursos Hídricos como sendo uma política que:

Prevê a gestão integrada e tem como instrumentos para viabilizar sua implantação: os planos de recursos hídricos, o enquadramento dos corpos d'água em classes segundo os usos preponderantes, a outorga de direito de uso, a cobrança pelo uso da água, a compensação a municípios e o sistema de informações sobre recursos hídricos.

A gestão integrada dos recursos hídricos é uma importante proposta para o modelo de desenvolvimento sustentável. De acordo com o Relatório da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente (ONU, 1987), “o desenvolvimento sustentável é entendido como aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras”. Assim, para que haja desenvolvimento sustentável é preciso que as necessidades básicas da população sejam atendidas, como também, é necessário que oportunidades sejam proporcionadas para efetivar-se uma vida melhor.

Neste contexto, destaca-se a importância da economia, do aproveitamento e, sobretudo, do uso de técnicas de captação e armazenamento da água da chuva. Sobre isso e, correlacionando a questão do convívio com a seca (NEVES et al., 2010) descreve que: “No âmbito dos debates sobre sustentabilidade que vem se intensificando, desde a década de 1990, movimentos sociais discutem sobre a viabilidade do semiárido brasileiro e convergem na mobilização da defesa da ideia de que é possível conviver e produzir com dignidade”.

Dessa forma, percebe-se a importância do fator água, seja para uma população, uma região ou para todos os elementos econômicos, ambientais e/ou sociais nela presentes. Por isso, discute-se a ideia de um desenvolvimento expresso em maior igualdade, dialogando com as necessidades sociais, e preocupando-se com as questões que envolvem o equilíbrio ambiental.

Nesse sentido, pensar em desenvolvimento, nas mais diversas magnitudes, principalmente, na perspectiva de melhores condições de vida para a população, implica refletir no bem estar social e na importância de armazenar água para fins potáveis e não potáveis.

Satisfazer as necessidades e as aspirações humanas são os principais objetivos do desenvolvimento. Daí a importância das tecnologias hídricas sociais que funcionam como

elementos condicionadores para o convívio das populações, especialmente, as do semiárido, onde as estiagens e a escassez de água são mais freqüentes.

### 2.3 Tecnologias sociais, sistemas de captação e armazenamento de água da chuva.

Para entender o que é uma tecnologia social (TS) se faz necessário verificar as distinções entre uma tecnologia social e tecnologia convencional (TC). Para isso, através das indicações de Dagnino (2014) são mostradas as peculiaridades de cada uma na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização das tecnologias sociais e convencionais.

<b>Tecnologia Social (TS)</b>	<b>Tecnologia Convencional (TC)</b>
Adaptada a pequeno tamanho	Segmentada: não permite controle do produtor direto
Liberadora do potencial físico e financeiro; e da criatividade do criador direto	Maximiza a produtividade em relação à mão de obra ocupada
Não discriminatória (patrão x empregado)	Alienante: não utiliza a potencialidade do produtor direto
Capaz de viabilizar economicamente os empreendimentos com autogestão e as pequenas empresas	Possui padrões orientados pelo mercado externo de alta renda
Orientado para o mercado interno de massa	Hierarquizada: demanda a figura do chefe

Fonte: elaborado pela autora, extraído de Dagnino (2014).

As tecnologias sociais podem, em geral, ser sumarizadas como produtos, técnicas ou metodologias, desenvolvidas e integrada com a comunidade e que resultam em soluções concretas de mudança social.

As dificuldades relacionadas à escassez de água no semiárido brasileiro têm motivado muitas discussões. Algumas medidas paliativas há anos vêm sendo tomadas na tentativa de minimizar os efeitos das estiagens na região, tais como: construções de médios reservatórios, de barragens e/ou açudes de pequeno porte.

O debate, atual, permeia novas formas de armazenar a água da chuva, não somente usando o barramento do escoamento superficial, mas, captando nas áreas de escoamento dos próprios telhados e do solo, recoberto com cimento ou não, e armazenando em cisternas, as denominadas tecnologias hídricas sociais.

A região semiárida nordestina, geralmente, instigada pela mídia, é sempre citada como se não chovesse, como se as estiagens durassem anos e como se a vegetação fosse sempre seca, fato que culminou com o estabelecimento de políticas denominadas de “combate à seca”.



Na realidade não há como combater a seca e sim a de conviver com ela. Dessa forma, necessita-se conduzir a população desta região a conviver nesse ambiente, estabelecendo-se políticas de convivência com o semiárido (SILVA, 2003).

Em regiões com climas frios, por exemplo, são desenvolvidas culturas que sejam adaptáveis a essas condições, o mesmo ocorre nas regiões desérticas. O semiárido nordestino parece não ter encontrado mecanismos que possibilitem adequar à realidade ambiental. Por isso, à introdução do conceito “convivência com o semiárido” (MORAIS et al., 2009).

A maior parte do subsolo dessa região é formada por embasamento cristalino, o que não propicia à formação de aquíferos. Por isso, a água superficial é a principal garantia hídrica e a precipitação pluvial a única fonte de suprimento.

A precipitação pluvial além de ser o elemento do clima com maior importância é o que apresenta maior variabilidade espacial e temporal no semiárido paraibano. Almeida e Gomes (2011) citam que o modelo mensal e intra-anual de distribuição de chuvas, nesse recorte geográfico, é extremamente irregular tanto no tempo quanto no espaço. Na maioria dos anos, a chuva ocorre durante dois a três meses, em outros persistem por até nove ou chove torrencialmente num local e quase nada aos seus arredores.

Por isso, a alternativa está em adequar-se a essa situação ambiental aumentando as reservas de água para fins de consumo humano e animal e da pequena produção familiar. Dessa forma, aumentar a disponibilidade hídrica passa ser a condição necessária para fixar o homem no campo, pois com água as necessidades diárias e cotidianas da família serão supridas e uma fração dela será para o sustento da atividade agrícola ou pecuária. Isso demonstra, portanto, a importância das tecnologias hídricas sociais.

Campos (2002, p.21), expressa a seguir a aplicabilidade da tecnologia:

A tecnologia, aplicação do conhecimento para o conforto e bem estar da humanidade, tem entre seus objetivos a busca de soluções para problemas da sociedade. As ciências e a tecnologia muito já fizeram para o bem do desenvolvimento dos povos. Há, contudo, muitos problemas que surgem com o desenvolvimento. Antecipar e criar ferramentas para resolver esses problemas é um dos desafios aos técnicos e cientistas.

De acordo com Palácios (2003), a tecnologia se diferencia da técnica, no sentido de que a primeira acontece através do auxílio do conhecimento científico, enquanto que a segunda ocorre sem o auxílio desse tipo de conhecimento. No final dos anos 60, importantes iniciativas foram tomadas para avaliar as tecnologias, período no qual foi estabelecido, a avaliação tecnológica (AT).

Diante dessa avaliação, entende-se que a tecnologia não é somente um produto do conhecimento, mas um conjunto de aspectos que envolvem desde o social até o político. Além disso, a tecnologia é composta pelo conhecimento codificado (conhecimentos científico e tecnológico relacionados à ciência) e conhecimento tácito (referentes às habilidades técnicas). Por isso, é necessário entender que a tecnologia não é um artefato, mas, um conjunto deles (PALÁCIOS, 2003).

Uma possível saída para a insuficiência da água seria a instalação de tecnologias sociais. De acordo com Anjos (2010), a tecnologia social é uma forma de atribuir à sociedade a responsabilidade de participar como gestora de seus recursos, sem esperar decisões ou mudanças estabelecidas pelos governos.

Há diferentes formas de armazenar a água da chuva, na zona rural do semiárido nordestino, destacando-se: as cisternas, os açudes, os tanques de pedras e os barreiros. No entanto, esses reservatórios, possuem altas taxas de evaporação. Com relação a esse tema, Neves et al. (2010, p.8) expõe que:

No lugar das grandes obras hidráulicas, que são responsáveis pelo abastecimento desigual das populações rurais, a ASA-Brasil propõe a implementação de pequenas infra-estruturas que descentralizem os meios para a captação e o armazenamento da água das chuvas, tais como as barragens subterrâneas, as cisternas, os tanques de pedra, etc.

Esses reservatórios podem armazenar água de forma mais eficaz, principalmente, no que se referem às menores perdas por evaporação. No caso da barragem subterrânea, tecnologia que será discutida a seguir, consiste em barrar um pequeno riacho e armazenar a água no subsolo. Esse reservatório suprirá as plantas nos longos períodos de estiagem (LIMA et al., 2013).

### **2.3.1 Barragens subterrâneas**

O maior problema para fixar o homem na terra é sem, dúvida, a falta de opção pela água. A fixação do homem no campo evita o aumento de desempregados e a marginalidade nas médias e grandes cidades. No entanto, é praticamente impossível levar todos os pequenos agricultores para áreas em torno dos grandes açudes.

A barragem subterrânea (Figura 1 A e B) é um tipo de intervenção de baixo custo, simplicidade construtiva e operacional e que pode ser implantada em larga escala. Além disso, tem a vantagem de perder muito menos água que os reservatórios superficiais.

Figura 1. Vista da construção de uma barragem subterrânea (A) e com cultivos (B).



Fonte: ASA, 2015.

Esses reservatórios costumam gerar nas comunidades locais, novas formas e aperfeiçoamento econômico para a realidade vivida, uma vez que a água armazenada pode ser utilizada para plantar culturas de subsistência, como milho e feijão.

Há registros de que o uso da barragem subterrânea remonta à época do Império Romano, na Sardenha, e a civilizações antigas no Norte da África (CIRILO, 2003). Para Brito e Anjos (1997), recomenda-se fazer o levantamento topográfico, definir melhor a área de captação, do possível plantio e parede. Inicia-se pela seleção da área, analisam-se os aspectos geológicos e o ideal é uma profundidade média entre 3 e 4m, até alcançar a rocha impermeável. De forma simples, Santos et al. (2009, p.15) caracteriza as barragens subterrâneas mostrando que:

De maneira simplificada, pode-se dizer que a barragem subterrânea é uma tecnologia que tem como finalidade aumentar a disponibilidade de umidade no solo, aproveitando de forma mais eficiente a água das chuvas. Isso ocorre devido a um barramento no solo, que deve ser feito a partir da superfície até sua camada impermeável. Assim, a água da chuva, e mesmo aquela que escorre superficialmente, fica retida, criando um reservatório de água no perfil do solo.

A barragem subterrânea é uma tecnologia de captação de água da chuva, que permite maior infiltração no solo, reduzindo, ao mesmo tempo, o escoamento superficial e, conseqüentemente, a erosão.

Existem três metodologias distintas para a edificação desses reservatórios. Basicamente, as diferenças existentes dizem respeito ao processo de construção. Os modelos são: 1- modelo Articulação Semiárido; 2 - modelo Embrapa e o 3 - modelo Serra Negra do Norte.

No modelo número 1, a construção ocorre da seguinte forma: “após a escavação da vala, colocação da lona plástica e do aterramento, é construída uma parede acima do solo para armazenamento superficial, enquadra-se dentro do método submersível” (LIMA et al., 2013, p. 207).

No modelo 2, a principal diferenciação ocorre devido a cordões de contorno na bacia hidráulica. Já no modelo 3 a principal característica é a construção de barragens de forma sequenciadas.

Ainda sobre esses reservatórios Cirilo (2003, p.6) descreve:

Esse tipo de obra se caracteriza por um barramento artificial do fluxo de água subterrânea, construído comumente encaixado no leito de riachos, com o fim de manter elevado o nível freático, aumentar o armazenamento de água e estabelecer condições favoráveis de captação a montante. Tais características evitam que a água no aquífero aluvial continue a escoar até que se esgote com o fim do período de chuvas.

A construção desse tipo de obra permite aumentar o nível das águas subterrâneas, tornando-a mais próximo da superfície. Com isso é possível praticar no local da obra (a montante do barramento) diferentes tipos de cultivos agrícolas (COSTA et al., 2015).

O maior resultado da barragem subterrânea é a possibilidade de rendimento econômico em nível familiar, por possibilitar o plantio de diferentes tipos de cultivos por existir disponibilidade de água no solo para a produção. Assim, a sua multifuncionalidade está associada à agregação de atividades produtivas, sociais e econômicas, com a irrigação subsuperficial de hortas ou vazantes e cultivos de subsistência e com a geração de emprego e renda (SABOURIN, 2008).

Conforme também sugere (GNADLINGER; SILVA; BRITO, 2005, p.73):

As barragens subterrâneas aproveitam as águas das enxurradas e de pequenos riachos disponíveis na região, armazenando-a no solo. A umidade do solo adquirida no período chuvoso permanece por um tempo maior no solo, onde podem ser plantadas frutíferas, hortaliças e culturas anuais. Em condições apropriadas, na área da barragem subterrânea pode ser aberto um poço raso, cuja água pode ser utilizada para fins diversos.

É importante destacar que, ao longo da barragem subterrânea, na área de montante, exista um poço amazonas, que permita a retirada da água subterrânea ali acumulada. Esse bombeamento permanente servirá para evitar a salinização do reservatório através da renovação de suas águas, sobretudo na época chuvosa (BRITO et al., 1999)

A Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997 que institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos, no art. 1º, VI, prescreve que “a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades”. Nesta perspectiva, entende-se que as tecnologias hídricas sociais apresentam-se dentro deste aspecto.

Conforme sugere Frey (2001) e Boisier (1996) a proposta consistir em colocar a população frente a possibilidades de desenvolvimento que promovam a inserção e a participação popular na busca por meios que garantam a permanência em seus lugares.

Neste contexto, o desenvolvimento ocorreria como um processo endógeno, ou seja, ações de desenvolvimento que vão desde as ações humanas, suas vivências e as capacidades de desenvolvimento (FURTADO, 1984). Partindo desta perspectiva, discute-se a seguir sobre a questão da agricultura familiar.

### **2.3.2 A agricultura familiar**

A agricultura familiar caracteriza-se pelo cultivo de terra que engloba pequenos proprietários rurais, sendo a mão-de-obra do grupo familiar à exclusiva ou predominante. Ou seja, predomina a interação entre gestão e trabalho, utilizando o cultivo da terra e de seus recursos naturais, para garantir o processo produtivo (SANTOS et al, 2014).

As discussões sobre esse tipo de agricultura ocorreram, sobretudo, na década de 1990, conforme (PICOLOTTO, 2011, p. 21):

A partir do final da década de 1980 e principalmente durante a de 1990 alterou-se significativamente o direcionamento das investigações e os enfoques teóricos, momento em que passou a predominar o uso da noção de agricultura familiar. Os trabalhos passavam a não mais buscar somente a condições precárias e de inferioridade desse segmento da agricultura (indícios do seu fim eminente), mas a procurar mostrar a sua importância socioeconômica, a diversidade, a capacidade produtiva e, acima de tudo, que a forma de exploração familiar foi a grande responsável pelo significativo desenvolvimento da produção de alimentos no Brasil e em grande parte do mundo desenvolvido.

A ampliação dessas discussões em relação à agricultura familiar, no decorrer da década de 1990, é atribuída a uma série de fatores, entre eles: os problemas relacionados à grande concentração fundiária, à diversidade de situações apresentadas pelas regiões brasileiras, ao modelo de arranjo sociopolítico e econômico, reforçados por segmentos governamentais comprometidos com os interesses dos grandes proprietários, com os

interesses internacionais e com o fortalecimento do movimento dos trabalhadores que lutam pelo direito de reaver a terra (SILVA; MENDES, 2009).

No Semiárido nordestino o incentivo à agricultura familiar ocorreu através da criação da Articulação do Semiárido (ASA) em 1999 com a proposta de um modelo de “convivência com o semiárido”, onde por meio do Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) disponibiliza a construção de reservatórios de águas da chuva no entorno das residências (cisternas) para o consumo humano (cozinhar e beber) e através do Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2), que contempla a implantação de cisternas voltadas à produção de alimentos através da agricultura familiar e criação de animais. Esses programas são discutidos a seguir.

### **2.3.3 Programas Um Milhão de Cisternas (P1MC) e Uma Terra e Duas Águas (P1+2)**

Com o intuito de garantir água disponível em quantidade e qualidade para a população carente do semiárido brasileiro, o Programa Um Milhão de Cisternas surgiu a partir da negociação com o governo federal no ano de 1999 por meio da Agência Nacional de Águas (ANA).

O início do programa ocorreu em 2001, desde então executado pela Articulação Semiárido – ASA-BRASIL. Segundo (GNADLINGER; SILVA; BRITO, 2005, p. 75): “Tal como o P1MC, o P1+2 é uma proposta da sociedade civil organizada dirigida ao Estado, com seus diferentes setores envolvidos, para financiamento público e execução em parceria”.

O programa propõe a construção de uma tecnologia demasiadamente barata, que possui capacidade de armazenamento de 16 mil litros de água. A cisterna de placa representada na Figura 2 é construída no em torno da casa para poder captar as águas dos telhados.

Figura 2. Modelo padrão de uma cisterna de placa.



Fonte: ASA, 2015.

As famílias beneficiadas comprometem-se a participar de encontros onde recebem capacitações sobre o uso e a gestão do reservatório e das águas, além de temas relacionados a questões sociais (NEVES, 2010).

Organizado pela Articulação Semiárido (ASA), o Programa Um Milhão de Cisternas não é apenas um processo de construção de cisternas, mas um programa para formação e mobilização das famílias. O P1MC é operado através de organizações da sociedade civil e ocorre numa hierarquia estabelecida conforme mostra a Figura 3.

Figura 3. Fluxograma da hierarquia do P1MC.



Fonte: NEVES et al., 2010, adaptado pela autora.

No fluxograma adaptado, mostra que a Associação Programa Um Milhão de Cisternas (AP1MC), através da Articulação Semiárido (ASA), é a responsável para coordenar as

Unidades Gestoras Microrregionais (UGMs), que por sua vez organizam as Comissões Municipais, constituídas pelas associações.

Segundo a (ASA, 2015), para ser um beneficiário, as famílias precisam obedecer alguns critérios, tais como: renda per capita de até meio salário mínimo; famílias chefiadas por mulheres; famílias que possuam portadores de deficiência, idosos e crianças.

Sobre as cisternas de placa (LUNA et al., 2009 citado por NEVES et al., 2010, p. 10) relatam a respeito de um estudo realizado no estado de Pernambuco, para “avaliar o impacto do Programa Um Milhão de Cisternas na Saúde” e constataram que: “a incidência de episódios diarreicos nas famílias que usavam água de cisternas foi de 7,7%, enquanto que entre os residentes em domicílios sem cisterna foi de 24,5 %, ou seja, 79 % maior”.

Em relação ao Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2), que é um projeto de convivência com o Semiárido, por pretender assegurar à população rural o acesso a terra e à água, tanto para consumos humano e animal, além da produção de alimentos, ensinando-se a cuidar da terra de maneira sustentável (GNADLINGER; SILVA; BRITO, 2005).

Esses mesmos autores descreveram que o P1+2 é um programa de formação e mobilização social para convivência com o Semiárido brasileiro, semelhante ao Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC). Como objetivo estratégico, o P1+2 visa garantir acesso e manejo sustentável da terra e da água, promovendo a segurança alimentar (produção animal e vegetal) por meio da construção de processos participativos da população rural.

Sobre a abrangência e o objetivo do P1+2 Souza (p.13, 2014) descreve:

Implantado em nove estados abrangido pelo semiárido brasileiro, o P1+2 orienta-se à criação das condições para que as famílias agricultoras intensifiquem sua produção de alimentos para consumo familiar e/ou para venda. O nome conferido ao programa busca ilustrar o seu alcance, que leva duas águas para uma mesma terra.

Esse programa desde a sua inauguração, em 2007 até março de 2014, construiu 25.917 cisternas calçadão, 8.736 cisternas de enxurradas, 6.500 barreiros trincheiras, 1053 barragens subterrâneas (SOUZA, 2014).

Esses programas de convivência com o semiárido têm por objetivo possibilitar ao homem do campo o acesso a terra, a água e a valorização das experiências das comunidades na construção de saberes e conhecimentos. O P1+2 tem por objetivo criar condições para que as famílias agricultoras ativem sua produção de alimentos para o consumo familiar e/ou para a venda. Por isso, o nome atribuído ao Programa faz alusão ao seu alcance, que leva duas águas



para uma mesma terra. A primeira água, destinada ao consumo humano, que foi viabilizada pelas cisternas construídas pelo P1MC. Já, a segunda água é a voltada à produção.

Para Anjos (2010), o processo de gerenciamento dos recursos hídricos deixa de ser difuso e passa ser local, fortalecendo as dinâmicas comunitárias, construindo o quadro de interação entre os diversos atores sociais, políticas públicas e Governo. Nesse contexto, a participação das diversas organizações visa do ponto de vista funcional, um trabalho que converge para o desenvolvimento das comunidades rurais.

Brito, Moura e Gama (2007) descreveram que as tecnologias de captação da água da chuva e as várias experiências de tecnologias bem sucedidas de acesso e manejo da terra e água para criação de animais e produção de alimentos, as quais podem ser multiplicadas para diferentes situações agroecológicas.

### **2.3.4 Diferentes tipos de tecnologias hídricas sociais**

Os diferentes tipos de tecnologias hídricas sociais inseridas por meio do P1MC e do P1+2 têm incrementado o desenvolvimento da população rurícola no semiárido nordestino, através de uma gestão integrada e onde há a participação da comunidade em todo processo de construção.

Essas tecnologias têm demonstrado que é possível gerir os recursos hídricos, criando acessibilidade hídrica, além de resultados concretos, como por exemplo, o armazenamento de água de qualidade nas cisternas de placa e desenvolvimento de atividades agrícolas e pecuárias com o uso das águas das cisternas de enxurrada, calçadão e outros reservatórios.

Em tese, as cisternas de placas armazenam água para o consumo humano e as de enxurrada e calçadão para produção. Nesse enfoque (BRITO et al., p. 2012), relata:

As cisternas de consumo e de produção de alimentos são alternativas tecnológicas disponibilizadas para amenizar o quadro de instabilidade de pequenos agricultores familiares que sobrevivem da agricultura. O objetivo é armazenar a água proveniente da chuva e garantir água de boa qualidade durante todo ano para consumo humano, bem como para produzir alimentos.

O P1MC trabalha aliado ao P1+2 ocorrendo da seguinte forma: primeiro são construídas as cisternas de placa, com a finalidade de suprir as necessidades domésticas das famílias, e posteriormente, algumas famílias beneficiadas com a cisterna de placa podem ser contempladas com a construção de outro reservatório, podendo ser uma cisterna de enxurrada,

calçadão, barragem subterrânea, barreiro trincheira, tanque de pedra ou uma barraginha. Para isso, a família precisa ter terra que possa ser cultivada (BRITO; SILVA, 2006).

Dessa forma, o primeiro reservatório é construído com a finalidade de garantir água para o consumo humano, enquanto a água do segundo deve ser usada na atividade agrícola e dessedentação animal. Assim, possibilita às famílias melhorias na renda e na qualidade nutricional (GNADLINGER; SILVA; BRITO, 2005).

No caso da cisterna calçadão, como mostra a Figura 4, construída por um calçadão solo-cimento, com 200 m<sup>2</sup> de área de captação, tem capacidade para armazenar 52 mil litros de água.

Figura 4. Modelo de cisternas calçadão.



Fonte: ASA, 2015.

Para Lima, Farias e Pereira (2015), as águas acumuladas nas cisternas calçadão são destinadas a pequenas irrigações nos próprios quintais e para o consumo animal.

A cisterna de enxurrada (Figura 5) tem a finalidade e a capacidade de armazenar semelhante a da cisterna calçadão, o que diferencia é a forma de construção, haja vista que não há pavimentação na área de captação da água da chuva, ou seja, utiliza o próprio terreno na sua forma natural.

Figura 5. Modelo de cisternas de enxurrada.



Fonte: ASA, 2015.

Com relação ao funcionamento desses tipos de reservatórios, (SOUZA, 2014, p.13.) relata que: “A água da chuva antes de entrar na cisterna, escoo pela área de captação e passa por duas ou três pequenas caixas que funcionam como decantadores”. Esse processo possibilita que entre a menor quantidade possível de sedimentos na cisterna.

O barreiro trincheira (Figura 6) diferencia-se do barreiro comum pelo fato de possuir uma profundidade maior e uma área menor, situação que possibilita menor perda por evaporação.

Figura 6. Modelos de barreiros trincheiras.



Fonte: ASA, 2015.

Os barreiros trincheiras além de ser construídos em terrenos planos e profundos podem ser revestidos com lona e coberto com telhas, para diminuir a perda da água pela evaporação. O local ideal para a construção desse tipo de reservatório é onde possuir um declive suave,

quase imperceptível. É importante também, evitar que tenha material solto como, terras remexidas, aradas ou areias na área de captação. Os barreiros do tipo trincheira compõem importantes tecnologias de captação e armazenamento de água para uso doméstico, agrícola e animal na zona rural, especialmente do Semiárido (GNADLINGER, 2006).

Devido às irregularidades das chuvas nessa região, existe essa necessidade de armazenar água para os períodos mais escassos. Por isso, assim como outros reservatórios, os tanques de pedra (Figura 7) são inseridos como uma alternativa sustentável e eficiente para o armazenamento de água em pequenas ou grandes quantidades (MEDEIROS et al., 2013).

Figura 7. Modelo de um tanque de pedra.



Fonte: ASA, 2015.

Os tanques de pedra têm a vantagem de não perder água por infiltração por se tratar de um reservatório inserido numa superfície rochosa. Em alguns deles são construídos paredes de alvenaria para aumentar a capacidade de armazenamento (SILVA; BRITO, 2006). Assim como outros reservatórios, os tanques de pedra não devem ser considerados como a única forma de armazenamento de água.

Outra tecnologia social que contempla o P1+2 é o reservatório denominado de “barraginha”, conforme o modelo da Figura 8.



Figura 8. Modelo de uma tecnologia social denominada de barraginha.



Fonte: ASA, 2015.

Para (SOUZA, 2014, p.14), as barraginhas funcionam como: “Um açude pequeno construído em terrenos desgastados pela erosão, tendo a forma de um semicírculo com aproximadamente 16 metros de diâmetro”. Esse tipo de reservatório perde águas tanto por evaporação quanto por infiltração. Por isso a sugestão é que sejam construídas sequencialmente para que quando a primeira transborde deságue na seguinte e assim por diante.

Todas essas tecnologias são disponibilizadas no P1MC e P1+2 como alternativa hídrica que possibilite garantir às famílias uma melhoria na qualidade de vida, na produção da agricultura familiar, além de possibilitar a produção para o consumo próprio e o excedente gerar renda para o agricultor por meio da venda como ocorre em Barra de Santana – PB, município caracterizado a seguir.

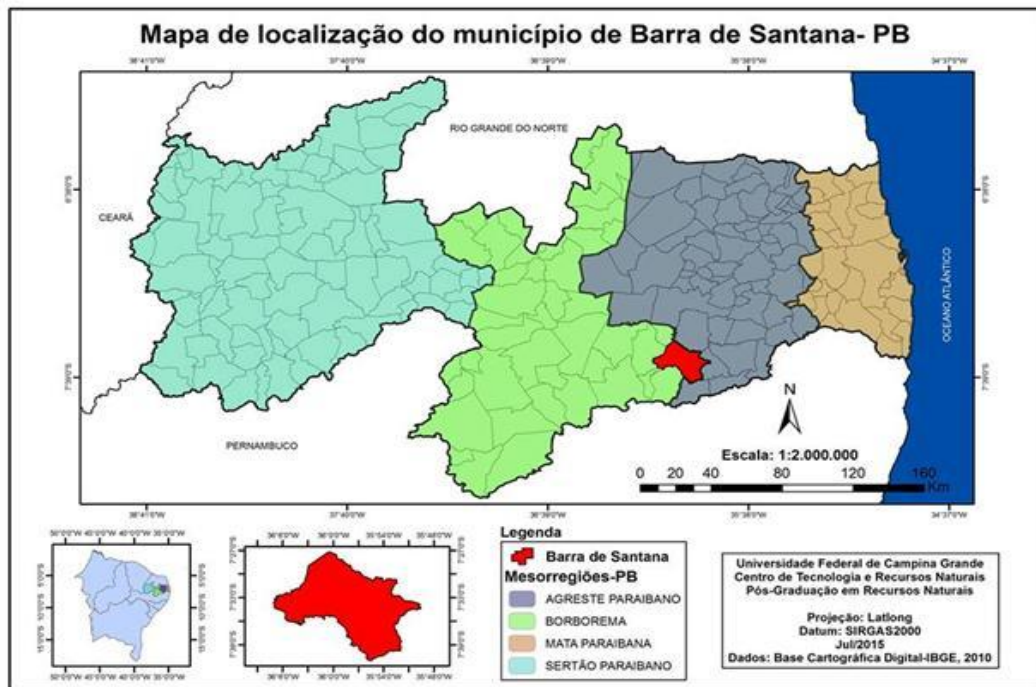
## **2.4 Município de Barra de Santana: características gerais**

### **2.4.1 Aspectos históricos e geográficos**

Os primeiros habitantes de Barra de Santana, PB (Figura 9) foram os índios Tapuias pertencentes à nação Tupi, cujos vestígios são encontrados no sítio arqueológico da Pedra do Altar. Posteriormente, com a colonização do interior da Paraíba, senhores escravocratas davam origem a núcleos populacionais.

O município originou-se nas margens do Riacho de Bodocongó onde se formou um lugarejo denominado, inicialmente, de Barra de Bodocongó. Em 1994, após sua emancipação passou a ser chamada Barra de Santana em homenagem à padroeira local (IBGE, 2015).

Figura 9. Localização do município de Barra de Santana, PB.



Fonte: IBGE, 2010, elaborado por Claudean Martins da Gama

Barra de Santana, localiza-se na mesorregião da Borborema e na microrregião do Cariri Oriental, latitude  $07^{\circ}31'12''$  S, longitude  $35^{\circ}59'53''$  W e altitude de 337 m. Limita-se ao Norte, com os municípios de Caturité e Queimadas, ao Leste, com Gado Bravo, ao Sul com Santa Cecília, Alcantil e Riacho de Santo Antônio e a Oeste, com Boqueirão. A área total do município é de aproximadamente  $376,9 \text{ km}^2$  e a densidade demográfica de  $21,77 \text{ hab. km}^2$  (IBGE, 2015).

A população do município é de 8.206 pessoas, sendo a predominância da população rural, com 7.475 (91%), e apenas 731 (9%) na zona urbana. O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é de 0,567. Em relação aos domicílios rurais permanentes com tipo de saneamento adequado, semi-adequado ou inadequado corresponde a 2.176 no total. Enquanto que os domicílios com essas mesmas características na zona urbana somam 245 (IBGE, 2010). A economia do município é movida, principalmente, pela atividade agropecuária e pela prestação de serviços.

O município possui a sede próxima a BR 104, que liga Campina Grande a Caruaru, além disso, no município há vários sítios, um distrito conhecido como Mororó e alguns povoados tais como: Santana, Vereda Grande e Caboclos.

A fisiografia municipal apresenta relevo com altitudes que variam entre 300 e 700 metros. Com o clima semiárido, o município é atingido pela irregularidade das chuvas tanto

no tempo quanto no espaço, altos níveis de insolação e, conseqüentemente, altas as taxas de evaporação.

Além disso, os solos são predominantemente, rasos e pedregosos, onde se encontra vegetação do tipo xerófila, que se apresenta no bioma Caatinga (EMBRAPA, 2015). As principais características desse bioma são: presença de arbustos com galhos retorcidos e com raízes profundas que costumam perder as folhas na época de seca; presença de cactos.

O município encontra-se inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba. Além disso, o Riacho de Bodocongó também permeia o território do município. O principal reservatório de armazenamento de água das chuvas é um açude, conhecido como açude de Torres.

O município é assistido por dois programas de captação de água das chuvas: o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) e o Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2). Esses programas têm como alvo construir cisternas de placa, barreiros trincheiras, barragens subterrâneas, tanques de pedra e cisternas calçadão e de enxurradas no município e são deliberados pela Associação Mororó.

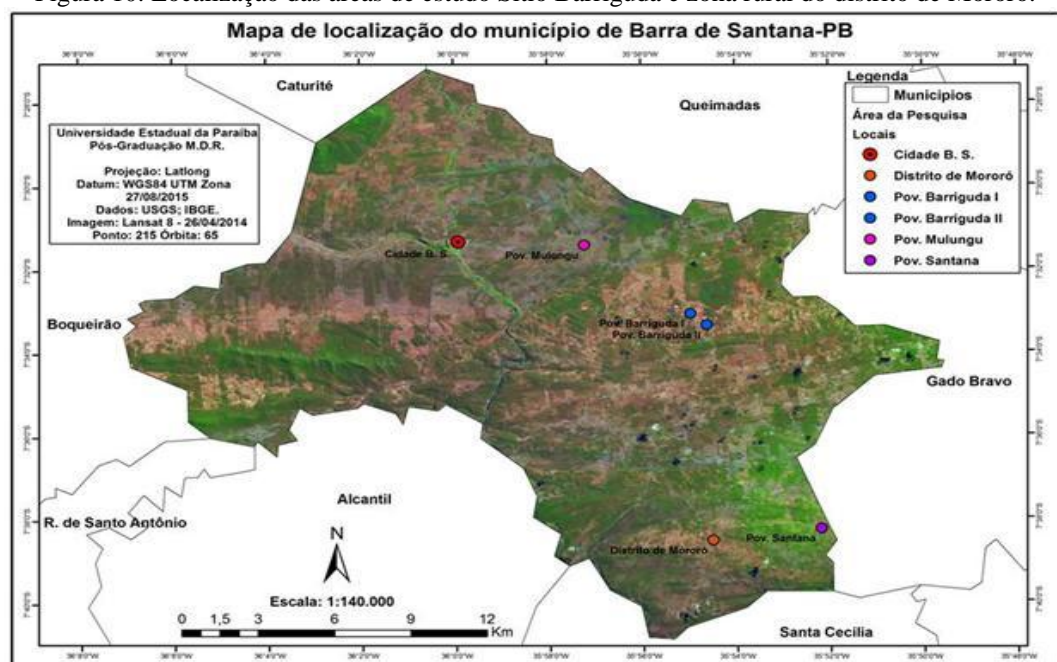
Os programas são instituídos por meio do convênio entre o Ministério do Desenvolvimento Social – MDS e da Articulação do Semiárido – ASA. Com o intuito de minimizar os efeitos das estiagens e possibilitar ao homem do semiárido um acesso e manejo sustentável da terra e da água.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização das áreas de estudo

O trabalho foi desenvolvido no Sítio Barriguda e na zona rural do distrito de Mororó (Figura 10), ambos inseridos no município de Barra de Santana, PB, com destaque para a localização do recorte geográfico do referido município, na porção Leste (Sítio Barriguda) e na Sul (distrito de Mororó).

Figura 10. Localização das áreas de estudo Sítio Barriguda e zona rural do distrito de Mororó.



Fonte: IBGE, 2010, elaborado por Claudean Martins da Gama

#### 3.2 Procedimentos metodológicos

Em síntese, os procedimentos da pesquisa foram descritivos e de campo, com enfoque na descrição dos perfis ambiental e socioeconômico da população e na busca das relações e/ou contribuições da oferta hídrica no desenvolvimento rural local. A pesquisa bibliográfica respaldou e integralizou o conhecimento científico sobre a temática.

As análises quantitativas foram feitas com base nos critérios da estatística e as qualitativas, procuraram compreender e qualificar as opiniões e expectativas dos indivíduos da população do município de Barra de Santana, PB. O universo de estudo compreende as estruturas de tecnologias hídricas sociais existentes na referido município.



Para diagnosticar o quantitativo e o qualitativo das tecnologias sociais de captação de água da chuva foram feitas entrevistas, aplicando-se questionários semi-estruturados, com os membros representantes da Associação Mororó, que é a responsável pelos Programas Um Milhão de Cisternas e Programa Uma Terra e Duas Águas no município citado.

Na pesquisa quantitativa foi quantificada e tipificada as tecnologias sociais, agregando-se as informações e fotos da construção, materiais utilizados, mão de obra, número de beneficiados e o destino de alguns produtos para o mercado local. Em virtude do tamanho da área do município de Barra de Santana, escolheram-se os recortes geográficos do sítio Barriguda e do distrito de Mororó pela existência de um maior número de reservatórios e de agricultores beneficiados.

Em seguida foram aplicados os questionários a 30 famílias, com perguntas dirigidas e com finalidade de atender aos objetivos propostos. As entrevistas ocorreram no período entre os meses de março e maio de 2015.

Os procedimentos de coletas de dados foram os de contato direto com a população e a Associação Mororó, conforme critérios metodológicos descritos por (DESLANDES, 1994), que consistiu em fazer o contato de forma direta com os atores sociais e in loco (no ambiente estudado).

Os questionários continham 16 perguntas que envolviam as dimensões e/ou os aspectos sociais (faixa etária, número de residentes no domicílio...), educacional (escolaridade dos domiciliados), econômico (renda familiar, assistência por programas sociais...) e tecnológico ambiental (tipos de tecnologia hídrica, de tratamento da água, tamanho e tipos de área de captação da água da chuva, qualidade e manejo da água dos reservatórios, dentre outras). O detalhamento e os extratos das perguntas constam no apêndice.

Os dados de precipitação pluvial (mensais e anuais) foram cedidos pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AES/A) correspondentes ao período: 01.01.1960 a 31.12.2014. Com base nestes dados foi aplicada análise estatística descritiva

Os dados de chuvas foram analisados mediante a critérios estatísticos climatológicos, utilizando-se distribuições de frequências e obedecendo á sequência cronológica. Em seguida, determinaram-se as medidas de tendência central (média e mediana) e de dispersão (amplitude e desvio padrão).

Em virtude da assimetria na distribuição mensal da chuva, a estação chuvosa foi estabelecida como sendo a sequência dos maiores valores medianos e não da média. Maiores detalhes de procedimentos metodológicos constam no artigo de (ALMEIDA e GOMES, 2011).

Para análises estatísticas dos dados anuais de precipitação pluvial, os dados originais foram ajustados a uma distribuição de probabilidade empírica que resultaram na paridade entre o valor observado e o respectivo nível de probabilidade. Em seguida, adotou-se seis cenários com totais anuais de chuvas, equivalentes aos níveis de 25, 50 e 75% de probabilidade e os correspondentes ao ano mais seco, o mais chuvoso e a mediana da série.

Os volumes potenciais anuais de captação de água da chuva (VPC), para as áreas de captação das residências e as de solo-cimento (cisterna calçadão) e de solo na sua cobertura natural (cisterna de enxurrada), foram determinados utilizando-se os seis cenários anuais de precipitação e os diferentes tamanhos da área de captação, conforme critério e equação proposta por (ALMEIDA; FARIAS, 2015), mediante a expressão:

$$VPC (L) = \text{totais de chuvas para cada cenário (mm)} \times \text{área de captação (AC, m}^2) \times Ce$$

O ajuste de unidade de medidas do VPC, em litros, foi feito mediante o critério da equivalência de que 1 mm de chuva equivale a um volume de 1 litro para cada m<sup>2</sup> de área, ou seja: 1 mm=1 L/m<sup>2</sup>.

Para os valores adimensionais dos coeficientes de escoamento (Ce) foram utilizados os valores em função do tipo de área de captação (AC). Para AC com telhas de barro, o valor foi de 0,75 e para AC em solo-cimento (cisterna calçadão) de 0,88, ambos recomendados por (SILVA et al. 1984). Houve alguns ajustes para esse último Ce, em função do tipo de material usado (argamassa e areia), cujo detalhamento consta na metodologia recomendada por (ALMEIDA; LIMA, 2007).

O consumo de água foi estimado com base no uso da água para diversas finalidades, embora o de uso doméstico tenha sido adotado o valor per capita diário de 14 litros por pessoa conforme recomendação da Embrapa (SILVA; LIMA; GOMES, 1984).

As análises das estruturas foram feitas com base no uso e na gestão da água pela população para garantir acesso e manejo sustentável da terra e da água, promovendo a segurança alimentar (produção animal e vegetal).

As análises estatísticas, os cálculos e as confecções de tabelas, gráficos e quadros foram feitas utilizando-se uma planilha do Excel.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Tecnologias hídricas sociais: concepção, tipo e diagnóstico.

Os Programas Uma Terra e Duas Águas (P1+2) são semelhantes ao Um Milhão de Cisternas (P1MC) e destinam-se à formação e mobilização social para convivência com o Semiárido brasileiro, assegurando à população rural o acesso a Terra e à água, tanto para consumo humano e dessedentação animal quanto para produção de alimentos. Assim sendo, esse programa se baseia no cuidar da terra de maneira sustentável.

O numeral “1” significa a luta pela terra, por que não há como acessar a terra sem ser de forma sustentável e o “2”, indica que o programa contempla dois tipos de água: potável para (consumo humano) e água para dessedentação animal e produção vegetal.

O termo “tecnologia social” é aplicado de forma ampla para as diferentes camadas da sociedade e o adjetivo “social” não significa que se aplica somente para carentes. A tecnologia social parte do princípio da participação e da autogestão de seus usuários. Por isso, a sua concepção insere-se num debate mais amplo que é o da tecnologia alternativa e, portanto, não é neutra e sim no contexto político.

Para efetivar as construções das cisternas há uma mobilização da comunidade e discussão sobre o tema como exemplifica a Figura 11.

Figura 11. Vista de uma reunião com beneficiários dos programas Um Milhão de Cisternas e Uma Terra e Duas Águas, em Barra de Santana, PB.



Fonte: Arquivo da Associação Mororó

A construção de cisternas movimenta a comunidade e a beneficia não somente pelo acesso à água, mas como uma forma de organização social. Por isso, nas reuniões como mostra a Figura 11, inicia-se com:

- a) Apresentação do programa e a composição da comissão local;
- b) Cadastramento e seleção das famílias;
- c) Capacitação para pedreiros, envolvendo agricultores que desejem aprender a construir cisternas em suas e outras comunidades;
- d) Capacitação das famílias na Gestão de Recursos Hídricos;
- e) Construção da cisterna com a contribuição da família, que oferece como contrapartida a alimentação e abrigo para os pedreiros, escavação do buraco da cisterna e a mão de obra de servente.

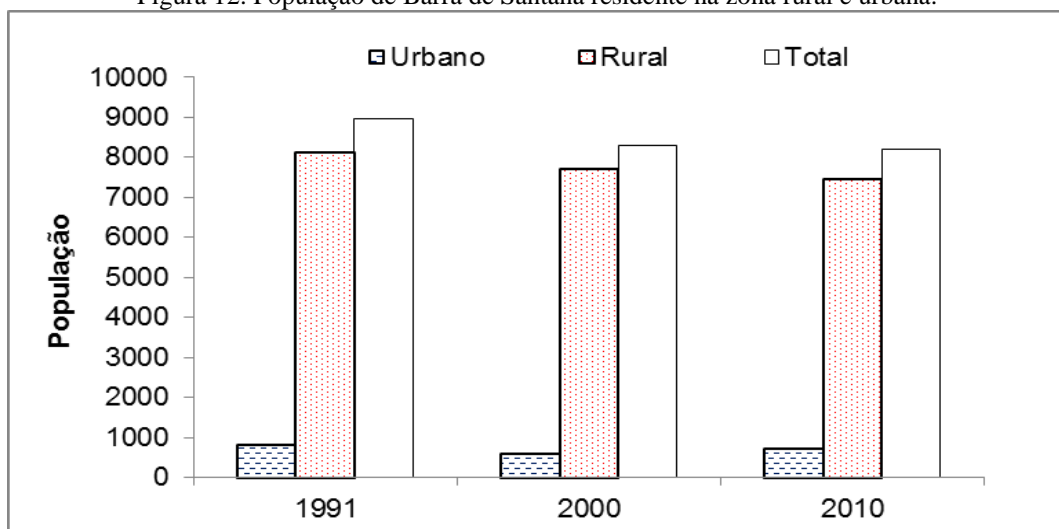
A construção das cisternas surge como etapa final de um extenso processo de discussão, porque a concepção baseia-se na educação ambiental e na contribuição dessa tecnologia para a transformação social, melhorando a qualidade de vida e a convivência no meio rural.

As cisternas usadas para armazenar água para fins de consumo e de produção de alimentos são alternativas tecnológicas disponibilizadas para os pequenos agricultores familiares a fim de mitigar a escassez de água e, portanto, a convivência no seu hábitat.

A esperança é que haja a preservação ambiental, acesso, gestão e valorização da água. Com esse conhecimento, amplia-se a compreensão e a prática da convivência sustentável das famílias no semiárido.

Por isso, inicia-se mostrando o principal consumidor, o usuário, cujo extrato populacional rural e urbano de Barra de Santana é apresentado na Figura 12.

Figura 12. População de Barra de Santana residente na zona rural e urbana.



Fonte: Elaborado pela autora, dados extraídos do PNUD e IPEA, 2013.

Observa-se (Figura 12) que a população que reside na zona rural é maior que a urbana. Além dessa característica, constata-se que a população tem decrescido de forma gradativa com o tempo, ou seja, de 1991 a 2010. Esses resultados são em parte contraditórios, ao constatar um maior contingente de pessoas morando na zona rural e menor no urbano, quando no geral brasileiro é o contrário. Porém, se verificada a realidade da microrregião da qual a área estudada faz parte (Cariri Oriental), se notará que o mesmo ocorre para outros 7 dos 12 municípios que compõem a microrregião. Sendo apenas Gurjão, Riacho de Santo Antônio, São João do Cariri e Boqueirão com populações urbanas maiores que as rurais conforme aponta o (IBGE, 2014).

Nota-se, no decorrer dos anos, um decréscimo habitacional tanto para os que residem na zona urbana quanto na zona rural de Barra de Santana. Entre os anos de 1991 e 2000, por exemplo, houve uma redução de 219 habitantes da zona urbana e de 414, na rural, o que representa uma diminuição de 543 habitantes do total do município.

Essa diminuição quantitativamente maior no meio rural mostra uma tendência semelhante aos demais municípios brasileiros, mas, como não houvera aumento no número de habitantes da referida cidade, pelo contrário diminuiu, a migração do rural foi para outro recorte geográfico. Acredita-se que o êxodo justifica-se, em grande parte, pela escassez e/ou a dificuldade de acesso à água, seja potável ou não potável.

Essa mobilidade dos habitantes rurais para as cidades ocorre em períodos de crise, hídrica. Estas populações deslocadas buscam sair de condições, muitas vezes, de extrema miséria. Isto implica que os períodos de estiagem ou secas são também períodos de forte crise social, não só pelo comprometimento das safras, mas, também por fatores demográficos o que concorda com informações de Ribemboim e Moreira (2008) através de dados correspondentes ao vizinho estado de Pernambuco.

Diante dessa perspectiva, na tentativa de reduzir esses efeitos são necessárias políticas públicas com o objetivo de minimizar o êxodo rural, devendo existir subsídios para os pequenos produtores, para evitar a emigração da população rural para as cidades em busca de melhor sobrevivência.

Por isso, nessas realidades a inserção de tecnologias hídricas sociais, tornam-se importantes aliadas, não só pela possibilidade viável de armazenamento de água, mas, também pela garantia de uma população rural com condições de sobrevivência dignas.

No semiárido nordestino já existe experiências da utilização de tecnologias que possibilitam a captação e o armazenamento de água da chuva para fins de consumos humano e animal e para uso nas atividades agropecuária familiar.

No entanto, existem dificuldades de acesso regular para obter umas das tecnologias hídras sociais e, portanto, ainda é uma irrealidade para dezenas dessas famílias, especialmente, para aquelas com poder aquisitivo baixo. A captação de águas de chuva tem elevada importância para a população do semiárido, devendo estar voltada, prioritariamente, para o uso doméstico, a partir da captação em telhados.

Essas técnicas de captação, armazenamento e manejo da água da chuva ganharam impulso a partir da década de 90, com o estabelecimento de programas governamentais e não governamentais na construção de cisternas rurais, principalmente, as cisternas de placa, em todo o semiárido brasileiro.

Diante dessa realidade, a técnica de captação de água da chuva no meio rural tem ganhado força, de forma expressiva, como alternativa viável e econômica para o abastecimento de água. O que permite universalizar o acesso à água potável, além de envolver uma ampla mobilização e participação social.

Como no município de Barra de Santana há uma predominância das cisternas de placas, que é uma tecnologia do rol do P1+2, apresenta-se na Figuras 13, uma cisterna na fase inicial de construção e uma na fase final (Figura 14).

Figura 13. Vista de uma cisterna de placas em construção. Barra de Santana, PB.



Fonte: Arquivo da Associação Mororó

Figura 14. Vista de uma cisterna de placas construída. Barra de Santana, PB.



A cisterna de placas fica enterrada no solo até mais ou menos dois terços da sua altura e consiste de placas de concreto (mistura cimento: areia de 1: 4), com tamanho de 50 por 60 cm e 3 cm de espessura, curvada de acordo com o raio projetado da parede.

As tecnologias hídricas sociais colocadas por meio do P1MC e do P1+2 são simples, de baixo custo e de domínio dos agricultores. No caso das cisternas, as mais usadas e/ou difundidas, atualmente, para armazenar a água de chuva com fins de dessedentação animal ou cultivos, são as do tipo calçadão e de enxurrada, cujas áreas de captação são, respectivamente, uma calçada de cimento e a própria superfície do solo com a sua cobertura natural. Ressalta-se, que essas cisternas devem ser construídas, naturalmente, no sentido da declividade do escoamento da água. Já o modelo de cunho doméstico tem como área de captação, os próprios telhados das residências.

Para exemplificar, a Figura 15 mostra o primeiro calçadão, com área de captação 200 m<sup>2</sup>, construído em solo cimento, na zona rural de Barra de Santana, PB.



Figura 15. Primeiro calçadão de cimento para captar água da chuva em Barra de Santana, PB.



A tecnologia do calçadão (Figura 15) é um modelo que permite não somente a captação da água da chuva, mas, o de utilizar o calçadão para secagem de grãos, tais como: feijão e milho, raspa de mandioca, dentre outros. A cisterna de placa com um volume de 52 m<sup>3</sup> destina-se, prioritariamente, para o uso da água nas atividades da pequena produção familiar e dessedentação animal.

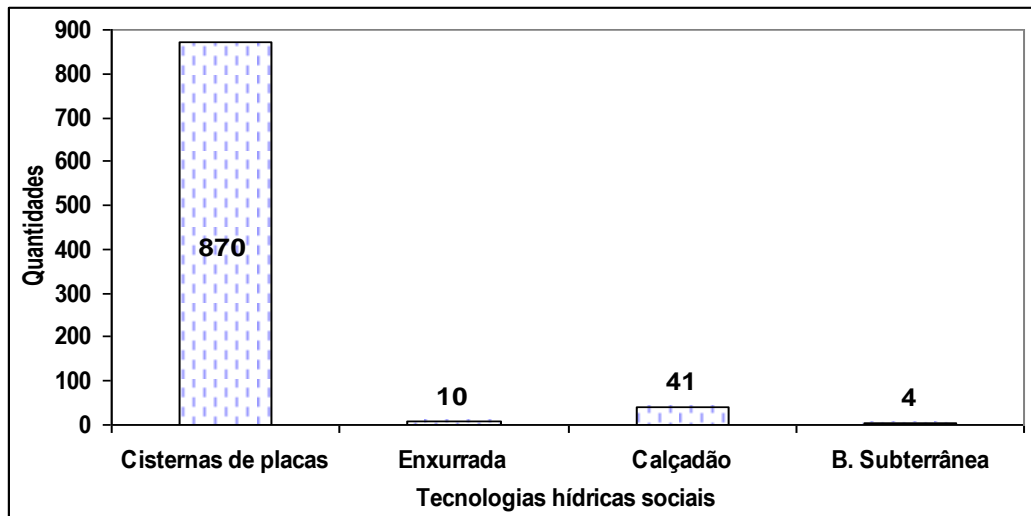
Não existe exigência para um volume fixo das cisternas, embora, os programas governamentais adotaram os volumes de 16 mil litros para as cisternas de placas, quando a captação da água da chuva for para de uso doméstico, e de 52 mil litros e área de captação de 200 m<sup>2</sup>, quando captada nos calçadões e/ou nos solos desnudos, conhecidas como cisternas calçadão e de enxurrada, respectivamente.

Destaca-se, ainda, que em virtude da finalidade e da aceitação do modelo de cisterna de placas, essa tecnologia social passou a ser uma política pública, por mitigar o efeito da seca no semiárido nordestino. Trata-se de uma tecnologia simples, desenvolvida com a participação da comunidade e, portanto, o aspecto social vem a confirmar o que Rodrigues e Barbieri (2008) descreveram quando indicam que a cisterna é o recurso coletivo.

A Figura 16 sumariza os quantitativos das tecnologias hídricas sociais, por tipologia, existentes no município de Barra de Santana.



Figura 16. Tipos de tecnologias hídricas sociais diagnosticadas na zona rural de Barra de Santana, PB.



Fonte: Associação Mororó, adaptado pela autora.

Observa-se (Figura 16) que o maior quantitativo das tecnologias sociais é das cisternas de placas. Esses tipos de reservatórios já vêm sendo usados mesmo antes do lançamento do PIMC. A cisterna, em geral, é uma tecnologia para armazenar água da chuva usada pelos portugueses desde o século XV e/ou pelos governos coloniais e imperiais do Brasil. No entanto, o volume das cisternas, que inclui o regime pluvial local e a quantidade de água necessária à família, nunca foi dimensionado adequadamente para suprir a necessidade das famílias seja na zona urbana ou na e rural, o que concorda atualmente com Almeida e Farias (2015).

O maior número de tecnologias hídricas sociais, construídas através dos Programas Um milhão de Cisternas e Uma Terra e Duas Águas (P1+2), no município de Barra de Santana, PB, concentra-se no Sítio Barriguda, com duas das três barragens subterrâneas, e no distrito de Mororó, onde existe um maior número de cisternas de placas, para as diversas modalidades de áreas de captações (telhados residenciais, calçada e enxurrada).

Ressalta-se, entretanto, que a maioria das cisternas de placas (Figura 16) o volume máximo de armazenamento é de 16 mil litros, valor esse recomendado pelo PIMC, e tem a finalidade principal de suprir água para o consumo humano e, por isso, justifica-se esse quantitativo.

O modelo de cisternas de placas pré-moldadas tem sido consagrado como o mais eficiente, sendo adotado majoritariamente no Programa Um Milhão de Cisternas (PIMC). Os motivos determinantes desse “sucesso” são: baixo custo, facilidade de construção, segurança e durabilidade, fatores que estão em pleno acordo com (SILVA, 2006).

Não há dúvida que a captação da água da chuva e armazenamento em cisterna é uma tecnologia simples e uma alternativa importante para aumentar a disponibilidade de água, com o mesmo regime pluvial local, como descreve Almeida e Farias (2015). Por isso, que essa tecnologia é secular e de uso em várias regiões áridas e semiáridas do mundo, especialmente, na zona rural, na qual essa tecnologia é a principal fonte de suprimento de água.

Os sistemas de captação de água de chuva têm se mostrado como uma das alternativas mais eficientes e de baixo custo, além de diversas vantagens ambientais e/ou sociais, a saber: não há praticamente perdas de água por evaporação, disponibiliza água no período de estiagens, localiza-se próximo à residência e, portanto, evita o deslocamento para a busca da água. No entanto, é preciso aplicar os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

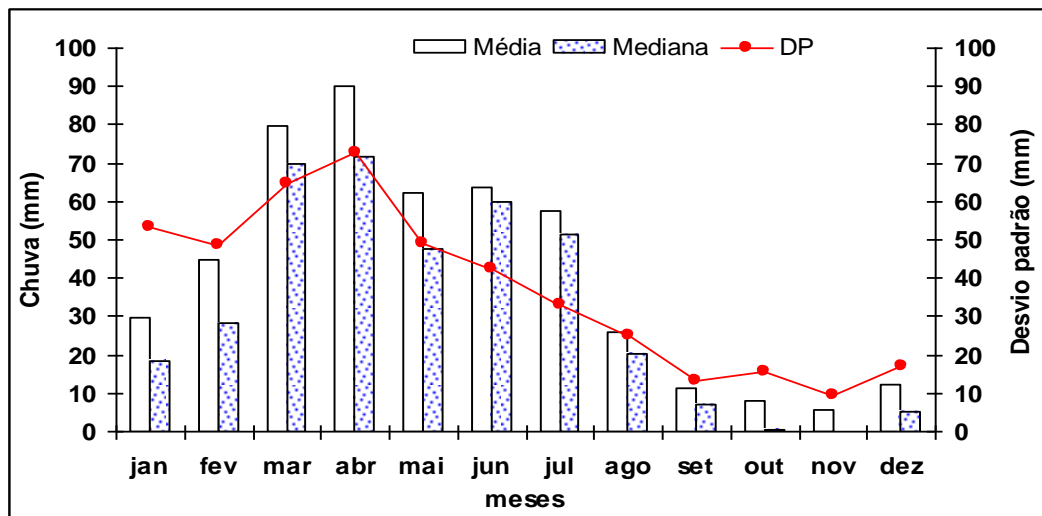
Diante disso, nota-se a importância da tecnologia da captação pluvial, especialmente, no semiárido nordestino, onde as condições do subsolo cristalino não favorecem a formação de aquífero e, portanto, a alternativa é aproveitar a água da chuva. Por isso, há necessidade de se estabelecer as principais características do regime pluvial local e, conseqüentemente, a sua potencialidade como será apresentada a seguir.

#### **4.2 Principais características do regime pluvial de Barra de Santana**

O planejamento é uma ação que deve estar presente nas decisões do ser humano. Desta forma e antes de optar pela tecnologia de captação da água da chuva é preciso estabelecer o regime pluvial local e em seguida, quantificar o volume de água necessário para atender as finalidades de consumo e da produção familiar.

Por isso, a seguir, na Figura 17, serão apresentadas as médias mensais das médias, medianas e desvios padrão da precipitação pluvial de Barra de Santana.

Figura 17. Médias mensais das médias, medianas e desvio padrão da precipitação pluvial de Barra de Santana, PB. Medidas de 1960 a 2014.



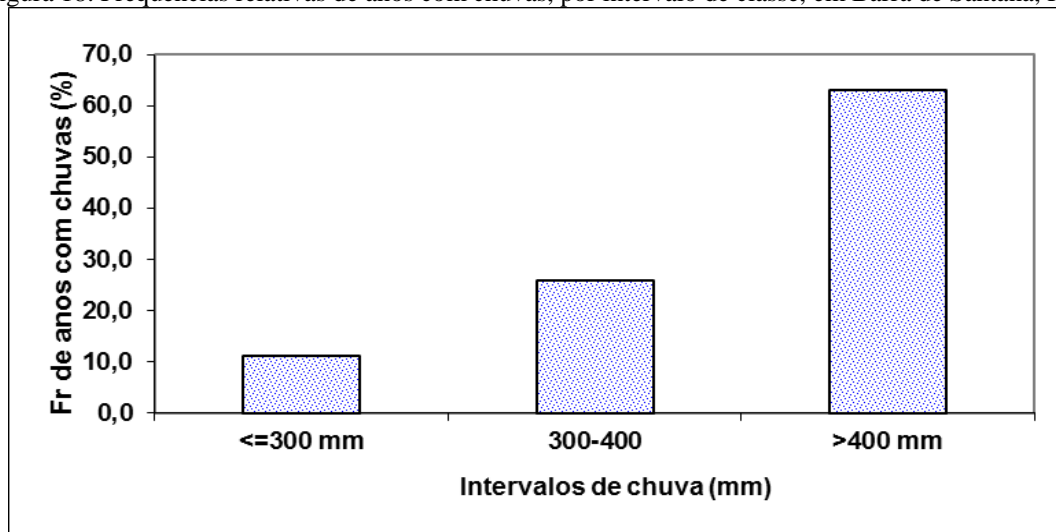
Observa-se (Figura 17) que na distribuição temporal das medidas de tendência central, as médias diferem das medianas, ou seja, há uma assimetria. Assim sendo, recomenda-se o uso da mediana, em vez da média, o que concorda com as indicações feitas para outros locais por (OLIVEIRA; NÓBREGA; ALMEIDA; 2012. ALMEIDA; 2013, ALMEIDA; CABRAL, 2013).

Com relação à estação chuvosa e tomando-se como referência a sequência de meses com os maiores valores medianos, observa-se, que se inicia em fevereiro-março e dura até junho-julho, ou seja, de outono a inverno. Nesse período, chove o equivalente a 71,0 % do acumulado no ano. Nota-se, também, que os meses de agosto a dezembro são os menos chuvosos (secos). Observa-se, entretanto, que os desvios padrão das médias são maiores que as próprias médias, na maioria dos meses do ano. Isso demonstra, portanto, que a distribuição de chuvas é extremamente irregular.

Outra característica do regime pluvial é que mesmo na estação chuvosa ano a ano difere em quantidade e em duração, quando se compara entre si. Além disso, há chances de não chover em qualquer um dos meses desse período.

Para caracterizar melhor o regime pluvial anual local, optou-se por incluir análises de frequências relativas, para três intervalos de classe ( $\leq 300$  mm, entre 300 e 400 mm e  $> 400$  mm), como mostra a Figura 18.

Figura 18. Frequências relativas de anos com chuvas, por intervalo de classe, em Barra de Santana, PB.

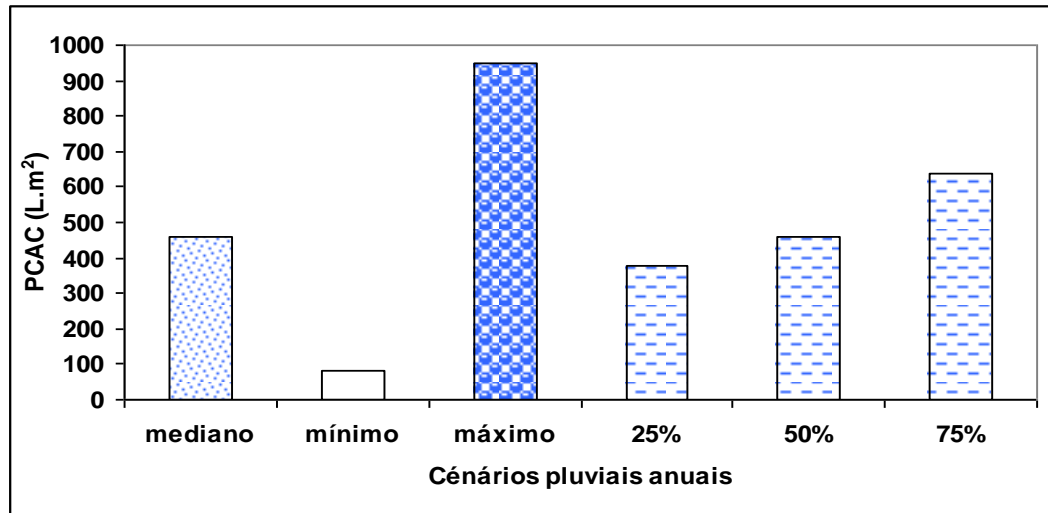


Contabilizando-se as frequências relativas, verifica-se (Figura 18) que a predominância, (63,0 %) dos anos em que os totais de chuvas foram superiores a 400 mm. Já, as frequências de anos com precipitação pluvial entre 300-400 mm e menores que 300 mm foram, respectivamente, 25,9 e 11,1 %.

É importante destacar que é necessário estabelecer o regime pluvial local, como condição sine qua non, para estimar o potencial de captação de água da chuva (PCAC), para diferentes cenários do regime pluvial, para Barra de Santana, PB, como apresentado na Figura 19. Observa-se que os valores foram apresentados com base na relação de equivalência, na qual 1 de mm de chuva equivale a um volume de um litro por cada metro quadrado de área.

Observa-se (Figura 19) que, o potencial mediano de captação de água da chuva é de 461 litros para cada  $m^2$  de área de interceptação. O menor volume, que corresponde ao ano menos chuvoso, dos últimos 54 anos, é de 84 litros, mas, as chances de ocorrer esse valor é menos 2%. Ao nível de 75,0% de probabilidade, considerado o mais confiável estatisticamente, ocorre com uma frequência de três anos, numa série de quatro anos, e o volume esperado é de cerca de 640 litros.

Figura 19. Potencial de captação de água da chuva (PCAC), para diferentes cenários de regime pluvial, em Barra de Santana, PB.



Com base nos valores dos cenários de chuvas da Figura 19, adicionaram-se os tamanhos das áreas de captações, em  $m^2$ , dos telhados residenciais, dos calçadões e dos solos desnudos que resultaram nos volumes potenciais de captação da água da chuva, em litros ou em  $m^3$ , para a zona rural de Barra de Santana, como serão apresentados a seguir.

#### 4.2.1 Áreas e volumes potenciais de captação de água da chuva

O regime pluvial é, extremamente, variável tanto no espaço quanto no tempo. Por isso, o volume potencial de captação de água da chuva, depende do regime pluvial local. Além disso, para se dimensionar o volume do reservatório, para armazenar a água (cisterna), precisa-se determinar o tamanho da área de captação e o volume de água a ser consumido (para fins doméstico e/ou da produção). Assim sendo, não há como fixar um volume único de cisterna, sem esse conhecimento, ou seja, sem saber o quanto vai captar para atender as necessidades de consumos humano e dessedentação animal e para pequena produção familiar.

Para exemplificar, as Figuras 20, 21 e 22 mostram alguns dos tipos de residências existentes na zona rural de Barra de Santana, com áreas de captação (telhados) com 35, 60 e 140  $m^2$ . Mesmo tendo áreas de captações diferentes, os volumes das cisternas são os mesmos. Isso demonstra, portanto, que o “padrão” de cisternas (fixo) sub ou super estima o potencial de captação da água da chuva, por não estabelecer o regime pluvial local e, conseqüentemente, o volume de água captado pela área de captação.

Figura 20. Exemplo de residência no município de Barra de Santana, PB, com 35 m<sup>2</sup>.



Figura 21. Residência em Barra de Santana, PB, com 60 m<sup>2</sup>.



Figura 22. Residência em Barra de Santana, PB, com área de 140 m<sup>2</sup>.

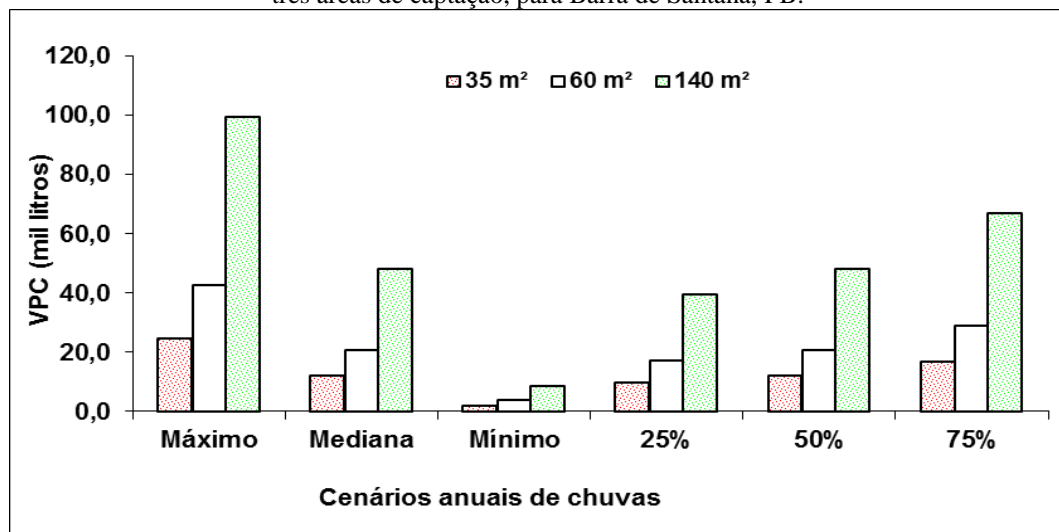


Para existir água suficiente para as necessidades familiares ou não, são necessárias combinações de alguns fatores, por exemplo, o volume potencial de captação, o número de usuários e volume de águas necessárias para os fins domésticos ou para atividades ligadas a cultivos e/ou criações.

No caso da água para suprir as necessidades hídricas residenciais, o valor mínimo de água necessário envolve questões complexas, por isso, o consumo per capita de água varia de acordo com o local. Enquanto, por exemplo, a Organização das Nações Unidas (ONU) sugere 110 litros de água por pessoa independente do local a Embrapa recomenda 14 litros diários/pessoa para ambientes com condições reduzidas de disponibilidade hídrica.

Levando-se em consideração as áreas de captação (telhados) das residências das Figuras 20, 21 e 22, a Figura 23 mostra os respectivos volumes potenciais de captação de água da chuva (VPC), para seis cenários de regime pluvial anual (mediana, mínimo, máximo, níveis de probabilidade empírica de 25, 50 e 75 %).

Figura 23. Volumes potenciais de captação de água da chuva (VPC), para os seis cenários de regime pluvial e três áreas de captação, para Barra de Santana, PB.



Observa-se (Figura 23) que os volumes potenciais de captação diferem em função do regime pluvial e da área de captação. Para se exemplificar as condições dos cenários máximo, mínimo e mediano, correlacionados as áreas de captação (35, 60 e 140 m<sup>2</sup>) serão discutidos a seguir.

Para o caso das residências com 35 m<sup>2</sup> e cenário mínimo de chuva (83,9 mm/ ano) a água captada seria insuficiente para abastecer uma família, ou até mesmo um indivíduo. Pois, dividindo-se o total anual de água armazenada pela quantidade de dias do ano (365), o

resultado é de um quantitativo de 6 litros por dia. Esse valor é abaixo do recomendado pela Embrapa, que são 14 litros diários por pessoa (SILVA; LIMA; GOMES, 1984).

No caso do cenário com precipitações medianas o armazenamento poderá ser de 12.109 litros, o suficiente para abastecer uma família com duas pessoas. Já para essa mesma área, mas, com anos de precipitação máxima tem-se um total anual de 24.943 litros, suficiente para famílias com 4 pessoas, cada um podendo utilizar exatos 17 litros de água/dia. Como esses reservatórios fazem parte de um padrão de construção (16 mil litros) em anos de precipitação máxima ocorrerá um desperdício de 8.943 litros. Valor considerável para um ambiente que carece desse recurso.

Nas residências com áreas de 60 m<sup>2</sup> e anos de precipitações mínimas a quantidade de água armazenada não suprirá as necessidades domésticas de, sequer, uma pessoa. Em condições de precipitações medianas a mesma área pode acumular água que garante o suprimento das necessidades básicas de uma família de 4 membros. Com precipitação máxima, o valor duplica, podendo abastecer 8 pessoas.

Em residências com áreas de captação de 140 m<sup>2</sup> e anos de precipitações mínimas, as águas armazenadas podem suprir a necessidade de uma pessoa, a mesma podendo utilizar 24,1 litros de água, valor acima do recomendado pela Embrapa. Anos de precipitações medianas o armazenamento pode ser de 48.436,5 litros, quantidade suficiente para manter uma família com nove membros.

Já em anos de precipitação máxima, uma residência nesse padrão pode acumular água que poderia suprir as necessidades básicas domésticas de exatas 19 pessoas. No entanto, as cisternas colocadas por meio do PIMC, têm capacidade de apenas, 16 mil litros de água, nesse sentido, a perda seria de 83.771 litros/ano. Nota-se que a capacidade desses reservatórios independe do potencial de captação, do número de usuários, da finalidade e da área de captação. Por isso, não se indica fixar um volume para o armazenamento.

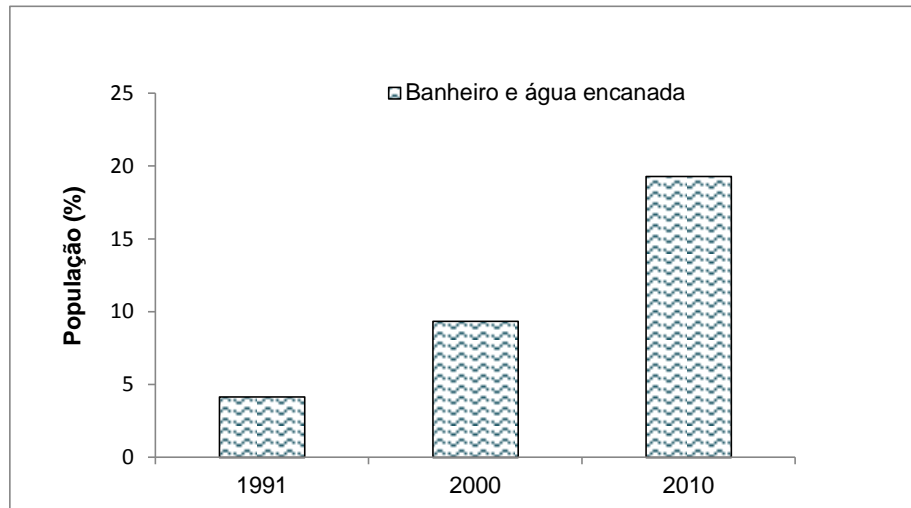
Essa incompatibilidade entre as áreas analisadas e a capacidade dos reservatórios resulta em perdas consideráveis e incapacidade de suprimento das necessidades domésticas básicas. Isso demonstra que cisternas de placas de cunho doméstico, devem ser construídas levando-se em consideração a área de captação, o regime pluvial local e as necessidades familiares.



#### 4.2.2 Número de usuário/residência, uso e tratamento da água das cisternas de placas

Na Figura 24, são apresentados dados referentes às condições de habitação representada através do quantitativo populacional com disponibilidade de banheiros e água encanada no município em questão.

Figura 24. População com banheiro e água encanada no município de Barra de Santana.



Fonte: Elaborado pela autora, dados extraídos do Pnud e Ipea (2013).

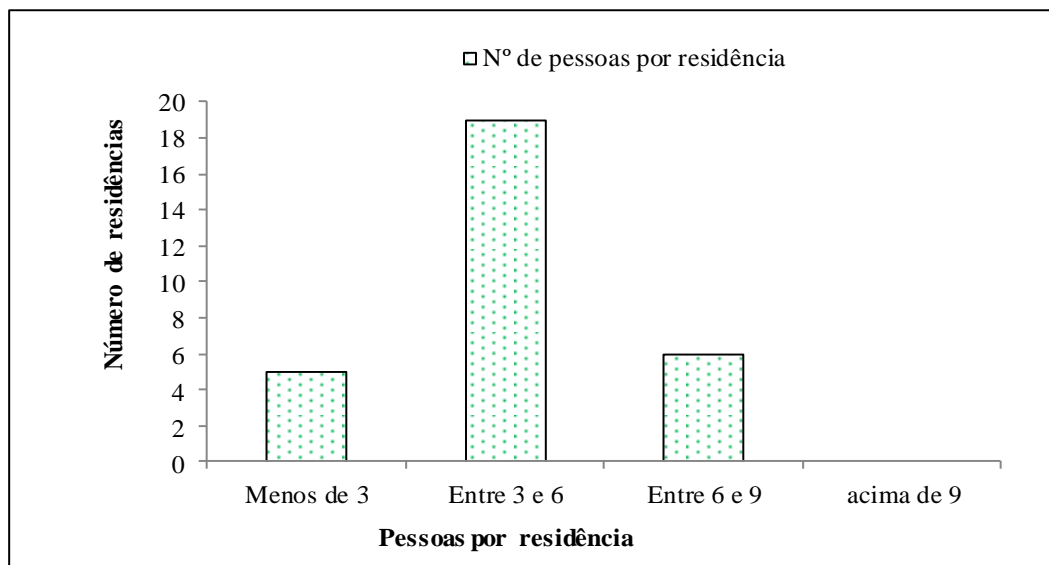
Na Figura 24, nota-se que quesitos como água encanada e disponibilidade de banheiros em residências, apesar da ampliação entre os anos de 2000 e 2010, ainda não abrange sequer 20% da população do município, índice que gera preocupação, sobretudo, ao que se refere à saúde familiar dos habitantes da zona rural do município. Mesmo sendo o saneamento para áreas rurais um dos três componentes do Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab). Esse Plano prevê programas de saneamento básico integrado (saneamento urbano) e de saneamento estruturante, com uma visão territorial e populacional, visando à sustentabilidade conforme aponta a (FUNASA, 2011).

Essa indisponibilidade de água encanada pode contribuir com a mortalidade infantil, quando as águas que são utilizadas não possuem tratamento correto. Pois, no mundo, a crise da água é a segunda causa principal de morte na infância, ficando atrás apenas das infecções respiratórias. Por isso, a qualidade da água é um parâmetro tão importante quanto à quantidade o que concorda com (PNUD, 2013).

No caso dessa realidade, as cisternas de cunho doméstico tornam-se indispensáveis. Isso porque a água da chuva normalmente não é contaminada. E apesar de poder existir a contaminação a partir do contato com as áreas de captação como, por exemplo, os telhados das residências, a adoção de algumas práticas simples, produzem resultados satisfatórios, reduzindo os riscos de contaminação da água usada por essas famílias. Além disso, com relação à qualidade de vida das famílias, principalmente, mulheres e crianças que se deslocavam até reservatórios distantes em busca da água é, dentre outros, um dos aspectos consideráveis em relação às cisternas de placa como explícita (COSTA; AQUINO, 2013).

Dessa forma, para que haja suprimento das necessidades familiares, é importante dimensionar o número de habitantes que utilizarão essas águas para que o objetivo da construção do reservatório seja posto em prática. No local estudado, as residências analisadas possuem o número de pessoas que é demonstrado na Figura 25.

Figura 25. Número de pessoas por residência na zona rural de Barra de Santana, PB.



Em síntese, na Figura 25, observa-se que o número de famílias entrevistadas, em grande parte, possuem entre 3 e 6 pessoas. Fazendo um aponte entre esses resultados, os tamanhos das residências e o regime pluvial local, têm-se a necessidade de casas com área de captação de, no mínimo, 75 m<sup>2</sup> e reservatórios com volume de cerca de 26 mil litros, valores que poderão suprir o consumo familiar diário.

Apesar disso, uma das entrevistadas, uma moradora da zona rural do Distrito de Mororó, relatou que as cisternas de placas trouxeram significativas melhorias e facilidades. Ela contou: “A cisterna é muito boa, porque eu já não preciso ir tão longe buscar água e

também eu acho que ela é melhor pra saúde, porque a água é mais limpinha do que as do barreiro que a gente bebia”.

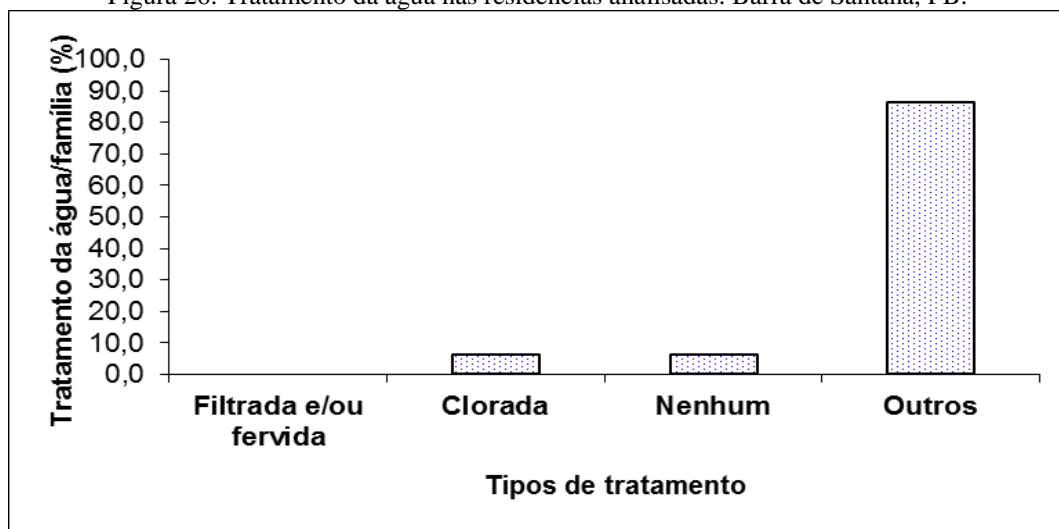
Quando questionado sobre o tamanho do reservatório se era satisfatório ou não, outra entrevistada (Moradora da zona rural de Mororó) respondeu: “Essa cisterna foi uma benção, pode ser pequena como for, mais pelo menos tem uma aguinha limpa pra a gente beber que dá pra quase o ano todo. A gente não tem nada do que reclamar, nem eu nem ninguém que ganhou”.

A presença das cisternas nos arredores das casas gera avanços significativos no que diz respeito à melhoria de vida das famílias, pois, com a qualidade comprovada das águas, a saúde familiar tem expressivos avanços. Quando na impossibilidade do uso de bombas, a retirada da água pode ser realizada manualmente.

Salienta-se a importância dos cuidados nesse procedimento: higienizar as mãos, utilizar sempre o mesmo recipiente, tratando-o como se fosse utensílio de cozinha, não o colocando no chão, e conservar a tampa da cisterna sempre fechada e bem vedada, tudo isso para impedir a entrada de insetos, animais, sujeiras e luz.

Em relação à forma como a água é retirada do reservatório, constatou-se que todos os entrevistados utilizam as bombas de sucção, até mesmo pela facilidade que ela oferece. Além disso, verificou-se que a finalidade da água do reservatório é para o uso exclusivamente doméstico, principalmente, cozinhar, lavar louças, e beber. As frequências dos tipos de tratamento da água usada nesses reservatórios são apresentadas na Figura 26.

Figura 26. Tratamento da água nas residências analisadas. Barra de Santana, PB.



Com relação ao tratamento da água (Figura 26), nas famílias visitadas, constatou-se que nas primeiras chuvas elas costumam eliminar as primeiras águas a fim de lavar os

telhados. Com esse procedimento evita-se a entrada de possíveis dejetos dentro do reservatório evitando-se a contaminação por meio de fezes ou dejetos de árvores que venham recair sobre essas áreas. Durante a captação, medidas como o desvio da primeira chuva e a instalação de filtros antes da cisterna, pode reduzir tanto a contaminação microbiológica quanto a físico-química da água.

Esses aparatos, ao serem incorporados ao sistema de captação de água de chuva, retiram grande parte das sujeiras presentes na atmosfera e, principalmente, na superfície de captação, melhorando muito a qualidade da água de chuva a ser consumida. Mesmo através de medidas simples pode-se haver melhoria na qualidade da água segundo concorda (SILVA, 2006). A água descartada lava a superfície de captação, levando com ela os resíduos depositados durante o longo período de estiagem.

Todos esses cuidados devem existir para se evitar a ocorrência de doenças, principalmente, infecciosas e parasitárias ocasionadas pela falta de condições adequadas de destino dos dejetos, fatores que podem levar o homem a inatividade ou redução do potencial para o trabalho como aponta o Manual do Esgotamento Sanitário (2004).

É necessário ter cuidado também com a bomba manual presente no interior da cisterna. Caso haja contato com sujeira, pessoas, animais ou insetos, a indicação é fazer a limpeza da bomba com vinagre e água (200 ml de vinagre para 1L de água). Aliado a tudo isso, existem métodos simples de tratamento da água, os mais baratos e conhecidos são: a fervura, filtragem e cloração.

A quantidade e a qualidade da água são fatores importantes para o estabelecimento dos benefícios à saúde relacionados à redução da incidência e prevalência de diversas doenças, destacando-se a doença diarreia. Há vários registros que demonstram isso, a exemplo do vizinho estado de Pernambuco, onde episódios diarreicos foram diminuídos de forma significativa após a inserção das cisternas conforme explicita (NEVES et al., 2010).

É importante salientar que, antes da implantação das cisternas as doenças causadas pela água eram frequentes, já com a instalação da mesma houve a diminuição de doenças relacionadas à água, como cólera, diarreia, o que prejudicava bastante a população, principalmente, crianças e idosos concordando com os resultados obtidos no distrito de Tapuruaba, município de Sobral no Ceará, segundo (SOBRINHO et al., 2015)

A criação de piaba é alternativa mais usada pelos agricultores no tratamento/qualidade da água, por que a piaba é capaz de comer cerca de 900 larvas de *Aedes aegypti*, mosquito

transmissor da Dengue (em 60 minutos), Zika e Chikunguia<sup>2</sup>, além de ser indicado pelas Agentes Comunitários de Saúde (ACS).

### **4.3 Potencial de captação de água de chuva e armazenamento em cisternas**

#### **4.3.1 Cisternas calçadão**

As cisternas calçadão que são de caráter produtivo, possuem capacidade de 52 mil litros. A sua área de captação, geralmente, é de 200 m<sup>2</sup> e é construído sobre o solo com uma declividade que possa facilitar o escoamento. A área de captação, chamada calçadão, tem sua área delimitada por um meio fio, e fica num plano mais elevado que o reservatório, dotado de uma pequena declividade visando conduzir a água para uma caixa de decantação e daí para o reservatório.

Uma cisterna do tipo calçadão serve, sobretudo, para:

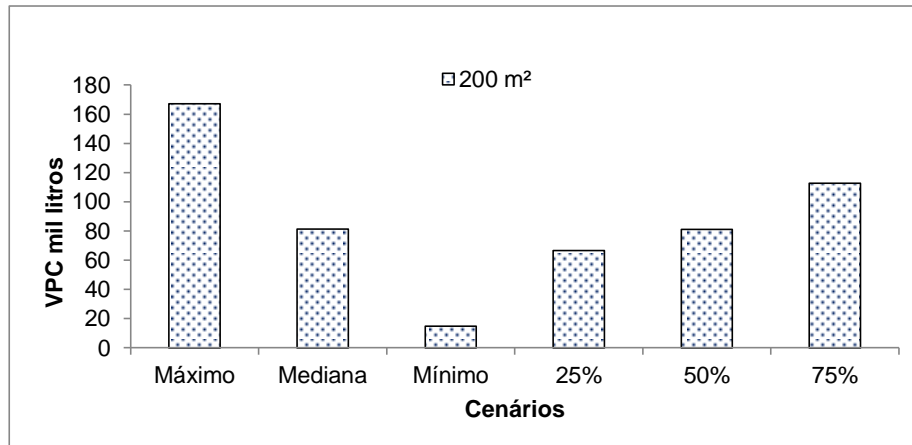
- Potencializar o quintal produtivo no cultivo de alimentos diversificados para consumo da família através do plantio de hortas e plantas medicinais;
- Criar animais como galinhas, ovelhas e/ou cabras; Aguar as flores do jardim;
- Utilizar a água para sistemas simplificados de irrigação;
- Assegurar água para os pequenos animais no período de estiagem;
- 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. Fatores que concordam com a (ASA – BRASIL, 2015).

Na Figura 27 é demonstrado o Volume Potencial de Captação de Água de Chuvas para uma cisterna do tipo calçadão com 200 m<sup>2</sup> de área de captação e os seis cenários do regime pluvial para o município em questão.

---

<sup>2</sup> As três doenças são adquiridas através da picada do mosquito *Aedes aegypti*, mais conhecido como mosquito da dengue. A única forma de evitar as três doenças é com o combate do mosquito, através da eliminação dos criadouros do mosquito nas casas, no trabalho e nas áreas públicas.

Figura 27. Volume potencial de captação de água das chuvas, para uma cisterna calçada, com áreas de captação de 200 m<sup>2</sup> e seis cenários anuais de regime pluvial, em Barra de Santana, PB.



Nota-se que na área estudada, esse tipo de reservatório com 200 m<sup>2</sup> de área de captação, com o regime pluvial local, permite, respectivamente, os seguintes volumes em litros: 167.235,2; 81.188,8 e 14.766,4, para os cenários de chuvas anuais, equivalentes às lâminas máxima, mediana e mínima de chuva.

Dessa forma, compreende-se que, ao menos para este município, o reservatório é incompatível com realidade das precipitações. Ou seja, em anos de precipitações máxima e mediana, ocorrerão perdas consideráveis do recurso, sendo 115.235,2 litros (máximas) e 29.188,8 litros (mediana). Existindo, portanto, a necessidade de adequar-se a área de captação e a capacidade à disponibilidade de chuvas do município.

Como alternativa, sugere-se, para cenários com essas características, aumentar a capacidade do reservatório ou simplesmente construir reservatórios próximos uns dos outros para que seja feito um sistema de interligação entre estes. Assim, numa situação como essa, quando o primeiro reservatório atingir sua capacidade máxima, as águas excedentes poderão seguir para um segundo reservatório, evitando-se a perda do recurso e economizando-se na construção de mais uma calçada. Já que uma calçada com essa área neste município e em anos de precipitação máxima capta água suficiente para ser armazenada em três cisternas desse tipo e em anos de precipitações medianas pode preencher uma e acumular mais 25 mil litros em outra.

Portanto, verifica-se que o problema não está totalmente na indisponibilidade de chuvas, mas, na falta de estudos que correlacionem a disponibilidade de chuvas às áreas de captação condizentes com as necessidades, ou seja, uma gestão adequada, eficaz.

### 4.3.2 Cisternas de enxurrada

Iniciativas de captação de água da chuva aliada a outras tecnologias sociais têm demonstrado que é possível conviver, de forma digna, com a realidade do semiárido. A ideia é potencializar as atividades que já existem nas áreas rurais, amenizando os efeitos das estiagens. Por isso a importância das cisternas de enxurradas.

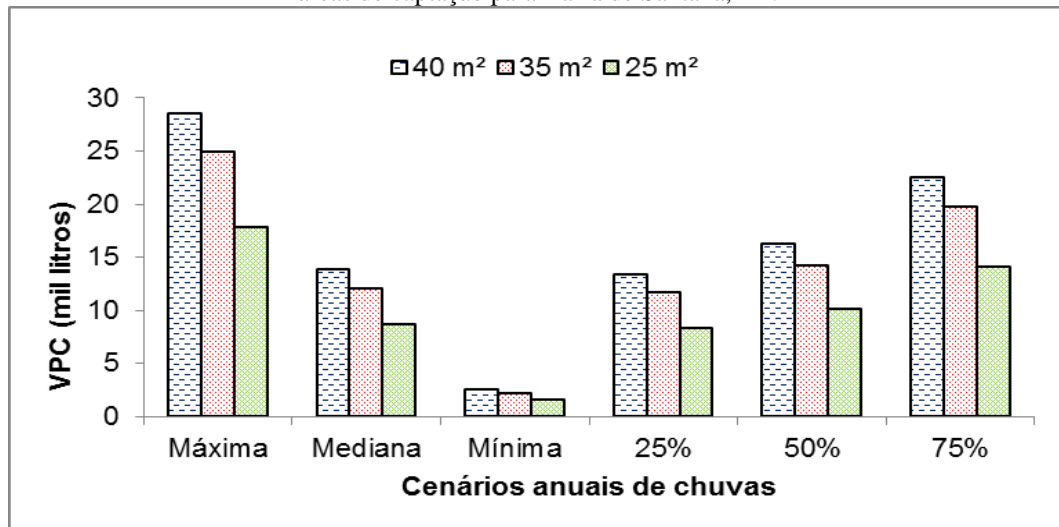
Diferente das cisternas calçadão, as cisternas de enxurrada não possuem áreas de captação padronizadas, mas, o mesmo volume de armazenamento, ou seja, 52 mil litros. As áreas de captação das cisternas de enxurrada dependem da declividade do terreno, além disso, são inserido tanques que tem a função de filtrar os sedimentos evitando-se a entrada no reservatório conforme descreve o Manual dos Cisterneiros (2014). A Figura 28 exemplifica uma cisterna de enxurrada no município de Barra de Santana, PB.

Figura 28. Cisterna de enxurrada, município de Barra de Santana, PB.



Da mesma forma como ocorre com os outros reservatórios, com as cisternas de enxurrada o quesito fundamental é a incompatibilidade da área de captação com a capacidade do reservatório, e nesse tipo de reservatório é ainda mais visível. Para verificar, foram usadas áreas com 40, 35 e 25 m<sup>2</sup>, áreas citadas pelos agricultores entrevistados. Os dados do Volume Potencial de Captação para os seis cenários são demonstrados na Figura 29.

Figura 29. Estimativas dos volumes potenciais de captação de água, para seis cenários de regime pluvial, e três áreas de captação para Barra de Santana, PB.



Analisando a Figura 29, compreende-se que as áreas de captação de água das chuvas não condizem com a capacidade do reservatório (52 mil litros), tendo em vista que, até mesmo, em anos de precipitação máxima e a maior área de captação (40 m<sup>2</sup>), a recarga do reservatório é de cerca de, apenas, 30 mil litros.

Já, para as condições de regime pluvial referente à mediana, mínima e/ou ao nível de 25 %, para os três tamanhos de áreas de captação, os volumes potenciais são inferiores a 16 mil litros, ou seja, não são capazes de verter sequer as cisternas de placas (cunho doméstico) que tem um volume padronizado de 16 mil litros.

Assim, pode-se afirmar que as áreas de captação onde foram instaladas essas cisternas de enxurrada são incompatíveis com o volume do reservatório. Isso retoma a necessidade de avaliação das áreas de captação e do regime de chuvas, para se evitar gastos desnecessários com reservatórios que possivelmente não atingirão sua capacidade máxima.

#### 4.3.3 Alternativas das cisternas calçadão e de enxurrada na agricultura familiar

Os reservatórios de caráter produtivo são colocados com o intuito de possibilitar aos agricultores a facilidade ao acesso da água, e assim, intensificarem a produção e/ou criação tanto pra venda quanto para o consumo, como aponta (SOUZA, 2014). Por isso, além do reservatório os beneficiários recebem auxílios como: sementes, telas, pás, garfos, regadores, tambores, para facilitar e incentivar a produção, como pode observado nas Figuras 30 e 31.



Figura 30. Exemplo de regador e garfo, usados nos cultivos em Barra de Santana, PB.



Figura 31. Vistas das telas usadas para proteção das hortaliças. Barra de Santana, PB.



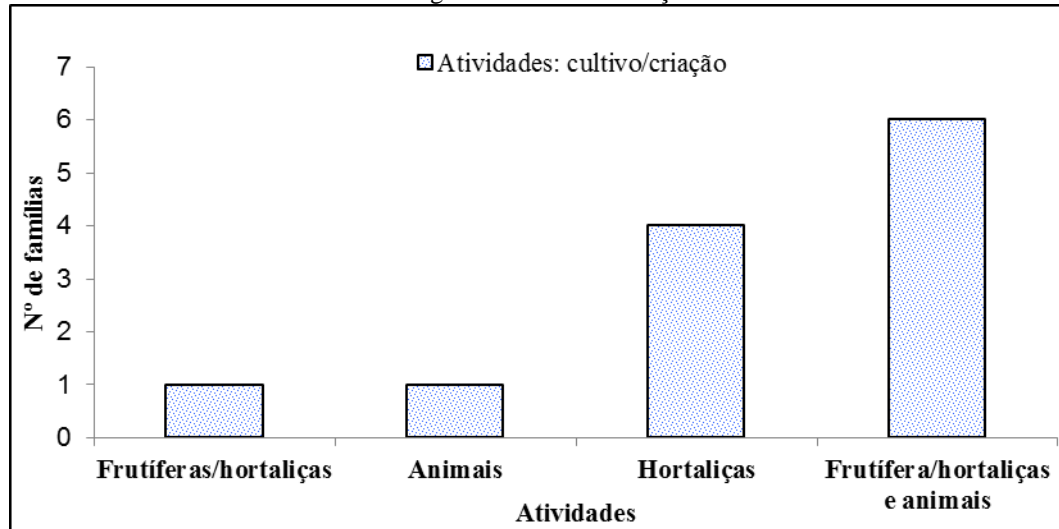
Fonte: Arquivo Associação Mororó

Esses auxílios (Figuras 30 e 31) são inseridos para possibilitar o desempenho adequado dos agricultores no cultivo ou na criação, pois também são cedidas telas que são utilizadas para cercar os animais. Embora em outras realidades a agricultura através do avanço do capitalismo esteja perdendo espaço, no município de Barra de Santana essa atividade, unida a pecuária, forma a base econômica do município.

Dessa forma, com a ajuda dos auxílios os agricultores das áreas estudadas colocam em prática o cultivo de alguns gêneros alimentícios e a criação de algumas espécies animais, especialmente, os de pequeno porte.

A Figura 32 demonstra as principais atividades desenvolvidas com as águas das cisternas de caráter produtivo.

Figura 32. Atividades desenvolvidas com as águas das cisternas calçadão e de enxurrada. Barra de Santana, PB.



Na Figura 32, nota-se que entre os entrevistados, a maioria opta pela associação de atividades, ou seja, preferem cultivar frutíferas, hortaliças e criar alguns animais. Em seguida estão os que optam pelo cultivo apenas de hortaliças, enquanto que um entrevistado escolheu cultivar frutíferas e hortaliças e outro criar apenas animais.

O cultivo de hortaliças demonstra ser o preferido entre os agricultores, pois, em meio aos entrevistados apenas um não relata cultivá-las. As espécies preferenciais são a alface (*Lactuca sativa*), o coentro (*Coriandrum sativum*) e a cebolinha (*Allium cepa*) conforme mostra a Figura 33.

Figura 33. Plantio de alface (*Lactuca sativa*) e coentro (*Coriandrum sativum*), em Barra de Santana, PB



Fonte: Arquivo Associação Mororó

Em relação as frutíferas (Figura 34), destacam-se o mamoeiro (*C. papaya*), aceroleira (*Malpighia emarginata*) e o limoeiro (*Citrus x limonia*). Há, também, algumas ervas medicinais (louro e a cidreira) e pequenas áreas com milho (*Zea mays*) e feijão(*Phaseolus vulgaris*).

Figura 34. Aceroleira (*Malpighia emarginata*)



A água armazenada nas cisternas tem gerado oportunidade e instigado às famílias a produzir alguns dos seus próprios alimentos, o que resulta na melhoria na alimentação e dieta das famílias o que concorda com (BRITO et al., 2010). Além disso, não há desperdícios nem degradação ao meio ambiente, porque os próprios agricultores dominam a técnica, a qualidade dos alimentos e da água.

Além desses cultivos de subsistência, os pequenos produtores criam animais de pequeno porte, por consumir menos água, como por exemplo aves (Figura 35), suínos (Figura 36) e caprinos (Figura 37).



Figura 35. Criatório de aves (frangos) no sitio Mororó, Barra de Santana, PB.



Figura 36. Criatório de suínos na zona rural de Barra de Santana, PB.



Figura 37. Sistema rústico de criação de caprinos na zona rural de Barra de Santana, PB.

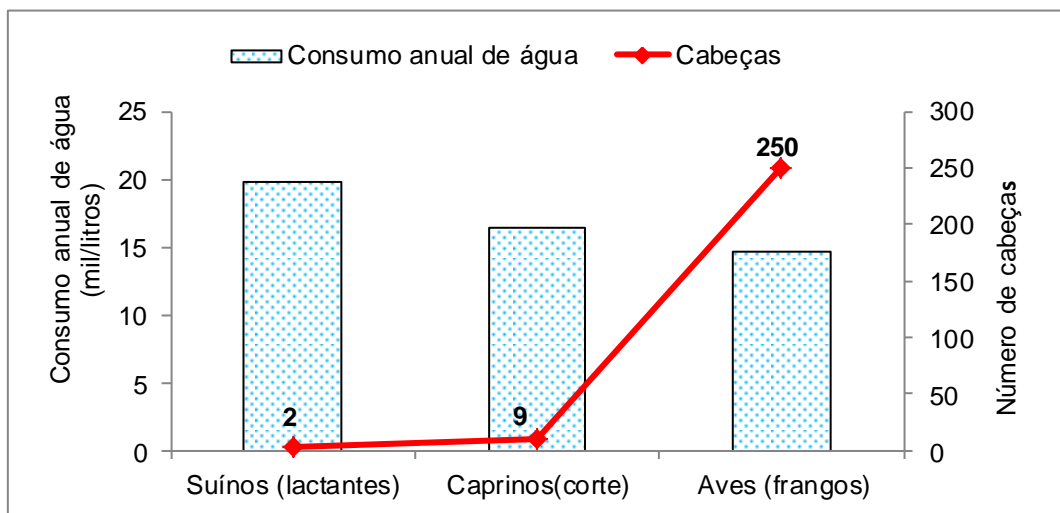


Em relação às cisternas de caráter produtivo, uma das entrevistadas (moradora da zona rural de Mororó, Barra de Santana, PB), destacou a importância de se ter essa água para usar na pequena produção e/ou criações de animais, conforme se observa na colocação a seguir: “Essas cisternas são muito boas, principalmente, porque a gente tem uma aguinha doce pra dar pros bichinhos, antes se dava água salgada às galinhas e elas morriam por que não se davam com a água”.

Levando-se em consideração que as cisternas de caráter produtivo tem a capacidade de 52 mil litros de água, o produtor/agricultor, tem a opção de fazer o planejamento da criação em sua propriedade com base na disponibilidade de água, isso sem perder ou diminuir a produção.

Por isso, simulando-se para um reservatório com capacidade/disponibilidade de 52 mil litros de água, um criador poderia diversificar os quantitativos conforme mostra a Figura 38.

Figura 38. Simulação de um criatório com base na disponibilidade de 52 mil litros de água.



Nota-se (Figura 38) um quantitativo de 250 cabeças de aves (frangos), 9 cabeças de caprinos de corte e 2 suínos em lactação. Observa-se que com a alternativa supracitada apesar do número de cabeças de aves ser o maior, o consumo de água é inferior se comparado aos caprinos, e principalmente, aos suínos. Essa estimativa foi feita levando-se em consideração o consumo anual de água por cabeça, onde aplica-se para a aves/frangos, suínos/lactantes e caprinos/corte, respectivamente, os seguintes valores em litros: 58,40, 9.855 e 1.825. Essa relação está de acordo com os estudos de (OLIVEIRA et al., 2012; SANTOS et al., 2012).

Para o caso da área estudada, embora o consumo de água seja maior para os suínos, torna-se importante a criação dessa espécie. Isso porque as famílias costumam reaproveitar alimentos que são inseridos como ração para esses suínos. Por isso, ainda que o consumo de

água seja elevado, é importante a sua criação mesmo que em uma quantidade reduzida conforme a sugerida na Figura 38.

Além disso, alguns desses agricultores possuem bovinos leiteiras, onde através do leite obtido são feitos queijos, e nesse processo quando há a separação da coalhada é retirado o líquido (soro) que serve para a alimentação desses suínos. Outra questão é a possibilidade de filhotes que podem ser gerados durante o ano. Alguns suínos lactantes costumam ter entre duas ou três gestações no decorrer de um ano. As ninhadas são vendidas, geralmente, após um mês de vida e a arrecadação é destinada ao incremento na renda familiar.

Uma característica peculiar em relação à utilização das águas armazenadas nessas cisternas é o fato de servir para, além de regar as hortaliças e usar água para a dessedentação animal, servem também para aguar pequenos plantios da palma, variedade doce ou miúda (*Nopalea cochinilifera Salm Dyck*).

Com relação a clones de palma forrageira resistente à praga da Cochonilha do Carmim (*Dactyloius opuntiae*), as plantas podem ser classificadas como: imunes, altamente resistentes, com resistência moderada, susceptíveis ou altamente susceptíveis. O clone Miúda pode ser considerado imune, pois, não permitiu o desenvolvimento do inseto. Essa variação é a que tem sido introduzida em Barra de Santana, como alternativa para alimentar o rebanho e tem sido implantada em barragens subterrâneas, conforme será visto no item seguinte.

Diante disso, compreende-se que é possível conviver com a insuficiência hídrica. Mesmo a semiaridez sendo característica da região, existem alternativas para minimizar as consequências da pouca disponibilidade de água sem, contudo, deixar de produzir como se observou.

#### **4.3.4 Alternativas das barragens subterrâneas**

As barragens subterrâneas estudadas em Barra de Santana estão localizadas no sítio Barriguda, sendo uma no sítio Barriguda I e outra no sítio Barriguda II, as duas foram construídas no ano de 2012. Constatou-se que esses reservatórios possuem área de armazenamento de aproximadamente, 800 m<sup>2</sup>. Sobre a área de captação, os agricultores não conseguiram estimar, tendo em vista que os reservatórios foram construídos em ambientes que captam águas de riachos, o que dificulta o cálculo.

Nas áreas analisadas, ainda não se tem dados referentes ao possível aumento da renda familiar e, conseqüentemente, do desenvolvimento social familiar, provenientes das culturas desenvolvidas nessas estruturas de captação de água da chuva, pois, após a instalação desses

reservatórios, os períodos chuvosos não foram suficientes para suprir a necessidade da barragem.

Embora as duas barragens apresentem semelhanças na construção, à variação ocorre devido o aumento ou diminuição das áreas de armazenamento e captação. Os procedimentos de construção foram os mesmos, contemplam uma lona plástica para o barramento, uma sangria de alvenaria e revestida de cimento, além da edificação de um poço medindo 6 metros de profundidade. A Figura 39 mostra um reservatório construído próximo a barragem subterrânea.

Figura 39. Reservatório para contenção do excesso das águas do poço.



Esse reservatório (Figura 39) é uma caixa de água construída com a finalidade de conter o excesso quando o poço (inserido dentro da barragem) transbordar.

Apesar de até maio de 2015, as áreas das barragens não terem sido amplamente utilizadas devido à falta ou irregularidade das chuvas, após as suas construções, ainda assim, na barragem 1 (Figura 40), o agricultor plantou algumas raquetas<sup>3</sup> da palma doce, porque essas espécies resistem mais à seca, que as frutíferas ou hortaliças.

---

<sup>3</sup> Refere-se às folhas da palma.

Figura 40. Exemplo de uma barragem subterrânea com plantio de palma doce e algumas frutíferas (ao fundo).  
Sítio Barriguda I, Barra de Santana, PB.



O intuito deste plantio é principalmente para a alimentação bovina, haja vista a dizimação da palma forrageira, dizimada pela Cochonilha do Carmim<sup>4</sup> (*Dactylopius opuntiae*), que é a principal forragem para alimentação do rebanho bovino.

Esses reservatórios que são de caráter produtivo instigam os beneficiários a plantar gêneros até mesmo em situações de irregularidades nas chuvas. Na barragem da Figura 40, por exemplo, estão inseridas algumas frutíferas, mas, segundo o agricultor, já existiam antes da construção do reservatório.

Além disso, tentou-se implantar uma pequena plantação de milho e feijão, que não alcançou êxito devido às estiagens. Mesmo assim, no ensejo o agricultor relatou as suas expectativas sobre o reservatório: “Há, quando chover vamos plantar de tudo, milho, feijão, pés de frutas, coentro, alface, de tudo pra agente vender e comer também, e também plantar capim pra ajudar na comida dos animais”. (Agricultor dono da barragem subterrânea I, Sítio Barriguda I, Barra de Santana, PB).

A perspectiva dos entrevistados é utilizar a barragem subterrânea para produção de forragens para a alimentação do rebanho, além das expectativas para o cultivo de subsistência tanto para o consumo familiar quanto para a venda. Além disso, as barragens subterrâneas que

<sup>4</sup> Não se sabe ao certo a forma de introdução da cochonilha no País. Os primeiros relatos de danos à palma forrageira ocorreram no Município de Sertânia, PE, em 1998. Existem fortes indícios de que houve uma introdução errônea da espécie *Dactylopius coccus* com o objetivo de produção do corante “carmim cochonilha” em escala experimental. A praga apresenta-se como pequenos tufo branco imóveis, parasitando raquetes de palmas do gênero *Opuntia*. Os tufo são constituídos por uma secreção cerosa que contém finos filamentos produzidos pelo inseto, protegendo-o de predadores. Todas as espécies do gênero *Dactylopius* produzem o pigmento vermelho “carmim cochonilha”, usado como corante na indústria alimentícia, farmacêutica e de cosméticos.



armazenam a água de chuva por meio da infiltração no solo diminuem, significativamente, o escoamento superficial e os riscos de erosão conforme indica (SANTOS et al., 2009).

Os agricultores estimam que possam incrementar a renda familiar através da venda dos produtos cultivados, avaliam ainda que a criação do gado poderá ocorrer de forma mais viável devido à água que o poço oferecerá e das forragens que serão plantadas para a alimentação dos rebanhos.

Além disso, segundo eles, as águas poderão ser utilizadas também, para alguns afazeres domésticos, minimizando as dificuldades próprias de um ambiente rural e semiárido como este. Na Figura 41 é demonstrado a área de armazenamento da barragem subterrânea 2, com poço Amazonas no centro.

Figura 41. Área de armazenamento da barragem subterrânea 2, Sítio Barriguda II, Barra de Santana, PB.



O agricultor favorecido pelo reservatório da Figura acima, quando indagado sobre os possíveis benefícios dessas tecnologias hídricas sociais expôs que: “Qualquer benefício ofertado é sempre muito bem vindo. Essas cisternas calçadão, as de enxurrada e essas barragens subterrâneas são muito boas, principalmente porque as águas não evaporam tão fácil como as dos barreiros que agente tem e dos açudes que agente ver por ai”. (Agricultor dono da barragem subterrânea 2, Sítio Barriguda II, Barra de Santana, PB).

A expectativa é de que assim como tem ocorrido com as cisternas de enxurrada e calçadão, os agricultores possam incrementar as suas rendas por meio dos produtos cultivados e/ou das criações de animais. Isso por que as barragens subterrâneas são reservatórios multifuncionais que podem ser utilizados para abastecer o rebanho, irrigar hortas, podendo gerar segurança alimentar, emprego e renda como acorda (SABOURIN, 2008). Esses

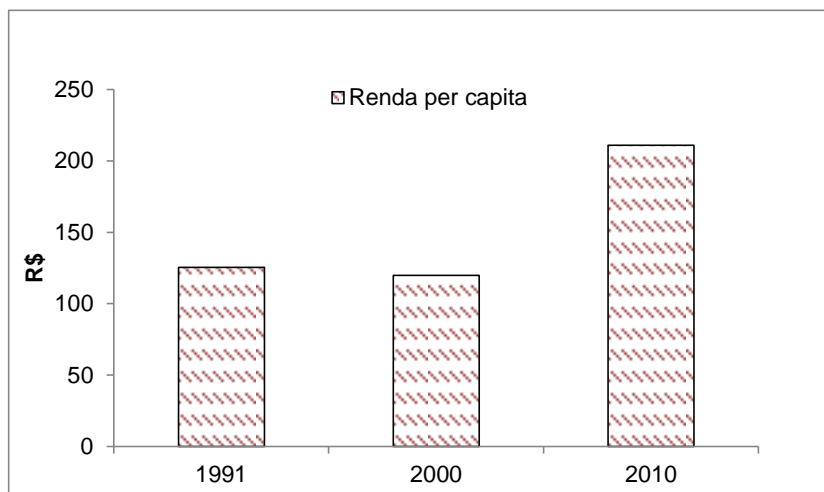
reservatórios são postos com o intuito de gerar nas comunidades locais, novas formas e aperfeiçoamento econômico para a realidade vivida.

Por isso, as barragens subterrâneas são mais uma alternativa que viabilizam a exploração da atividade agrícola e diminui os riscos das agriculturas dependentes de chuvas, possibilitando significativos aumentos na produtividade como concorda (BRITO et al., 1999).

#### 4.4 Renda e destino dos produtos cultivados/criados

A Figura 42 demonstra a renda per capita (em R\$) da população do município estudado. Essa renda evidencia a proporção entre a riqueza e o número de pessoas, ou seja, ao analisar-se a renda per capita de um município, verifica-se a produção de riquezas e o número de habitantes.

Figura 42. Renda per capita de Barra de Santana (em R\$).

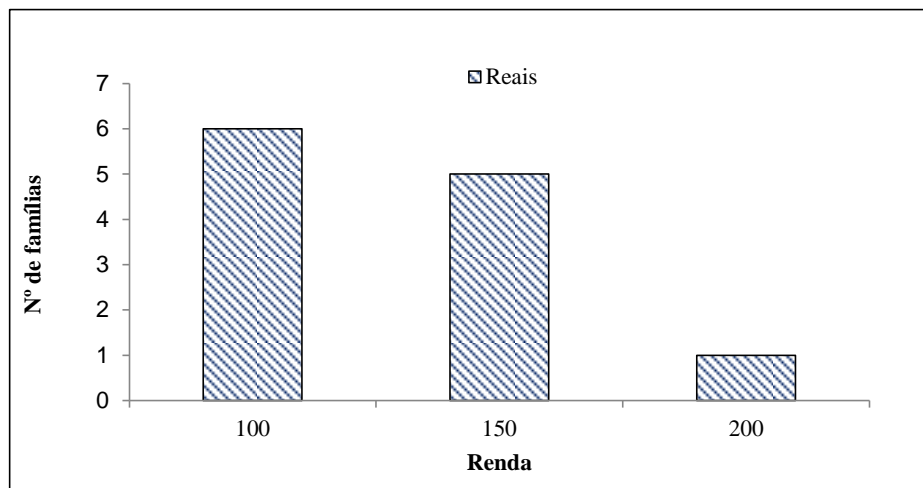


Fonte: elaborado pela autora, dados extraídos do Pnud e Ipea, 2013.

Nota-se que a renda per capita média cresceu cerca de 68 %, passando de R\$ 125,48, em 1991, para R\$ 119,95, em 2000, e para R\$ 211,08 em 2010.

Já sobre o incremento na renda familiar obtida por meio da venda dos produtos cultivados com as águas das cisternas de produção, constatou-se o seguinte, como mostra a Figura 43.

Figura 43. Incremento na renda dos agricultores, Barra de Santana, PB.



Verifica-se (Figura 43) que dentre os entrevistados, grande parte, apresenta incremento na renda entre 100 e 150 reais, tendo apenas um dos entrevistados exposto um acréscimo de 200 reais. Esse quantitativo é muito pequeno, mas representa mais de 25% do salário mínimo que é o valor referência de renda para a maioria das famílias entrevistadas.

Nas entrevistas, os agricultores assistidos com as cisternas calçadão e de enxurrada, consideraram que essas tecnologias são extremamente importantes, por contribuírem na produção de alguns gêneros alimentícios e, conseqüentemente, gerar incremento na renda familiar mediante a venda do excedente produzido.

Segundo os entrevistados, alguns dos produtos são destinados às escolas através do Programa Nacional da Alimentação Escolar (PNAE) conhecido também como Merenda Escolar, que consiste na transferência de recursos financeiros do Governo Federal para os Estados, Distrito Federal e os municípios, para a aquisição de gêneros alimentícios destinados à merenda escolar. Outros são consumidos pelas famílias produtoras e/ou vendidos porta a porta na própria comunidade.

No ano de 2015, por exemplo, com o estabelecimento da feira de gado<sup>5</sup> e a abertura do mercado público na cidade de Barra de Santana, os agricultores mediados pela Associação Mororó, conseguiram um espaço onde também podem comercializar os seus produtos.

Verifica-se que esses reservatórios de produção amenizam a instabilidade dos pequenos agricultores e famílias que retiram o sustento da agricultura. Garantindo água de

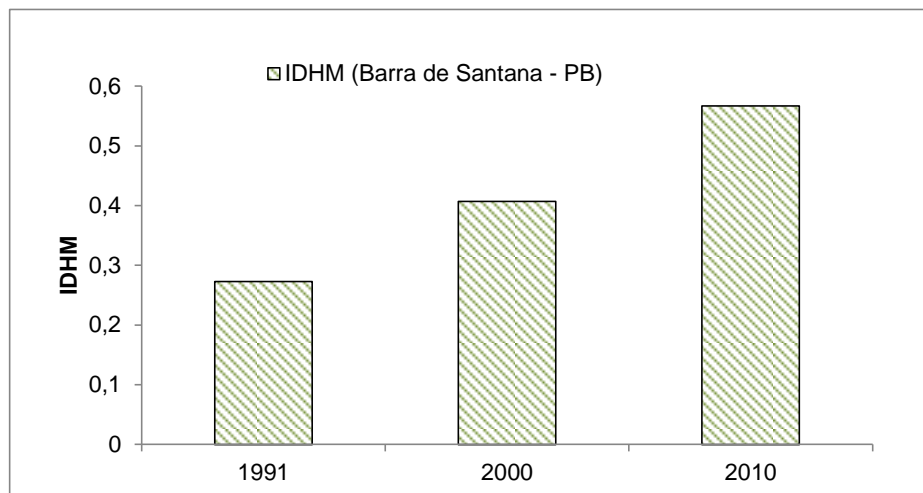
<sup>5</sup> Ambiente no qual criadores de vários municípios e/ou estados se reúnem com o intuito de trocar e/ou vender animais.

boa qualidade durante o ano para a produção de alimentos, dando a chance aos agricultores de cultivar produtos, criar animais e, conseqüentemente, aumentar a renda familiar, concordando com apontamentos de (BRITO et al., 2012).

#### 4.5 Aspectos socioeconômicos de Barra de Santana

O Índice de Desenvolvimento Humano dos Municípios (IDHM) que ajusta o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) a realidade dos municípios é demonstrado na Figura 44.

Figura 44. IDHM do município de Barra de Santana, PB.



Fonte: elaborado pela autora, dados extraídos do Pnud e Ipea, 2013.

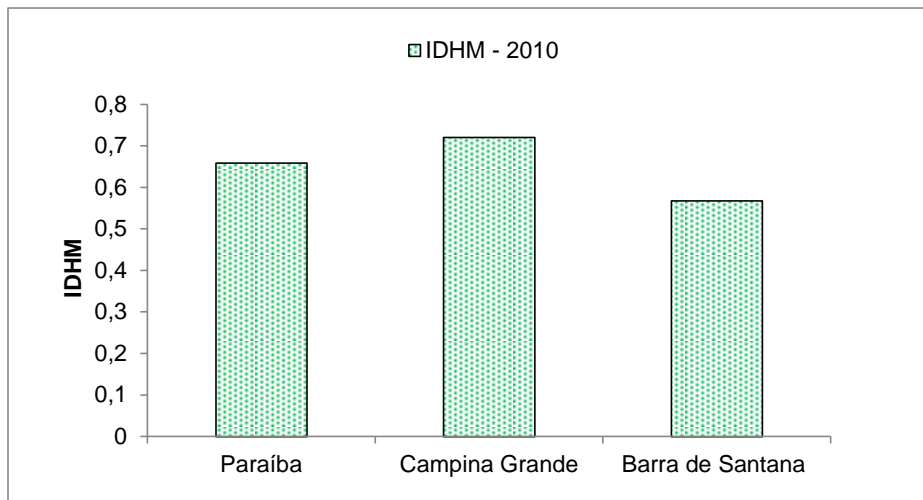
Nota-se (Figura 44) a evolução do IDHM municipal, pois, entre os anos de 1991, 2000 e 2010 obteve, respectivamente, os seguintes resultados: 0,273; 0,407 e 0,567. Ou seja, de 1991 a 2010, o IDHM do município passou de 0,273, em 1991, para 0,567, em 2010.

Se comparado ao IDHM da Unidade Federativa (UF) passou de 0,493 para 0,727 entre esses mesmos anos, ou seja, enquanto o aumento da UF foi de 0,234, de Barra de Santana foi 0,294, conforme aponta (PNUD e IPEA, 2013).

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) que é uma medida de desenvolvimento varia de 0 a 1 é composta de dimensões do desenvolvimento humano que envolve a análise da longevidade, educação e renda dos municípios.

A título de comparação, a Figura 45 apresenta o IDHM referente ao ano de 2010 para Barra de Santana, Campina Grande e o estado da Paraíba.

Figura 45. IDHM -2010, comparativo entre os municípios de Barra de Santana, Campina Grande e o estado da Paraíba.

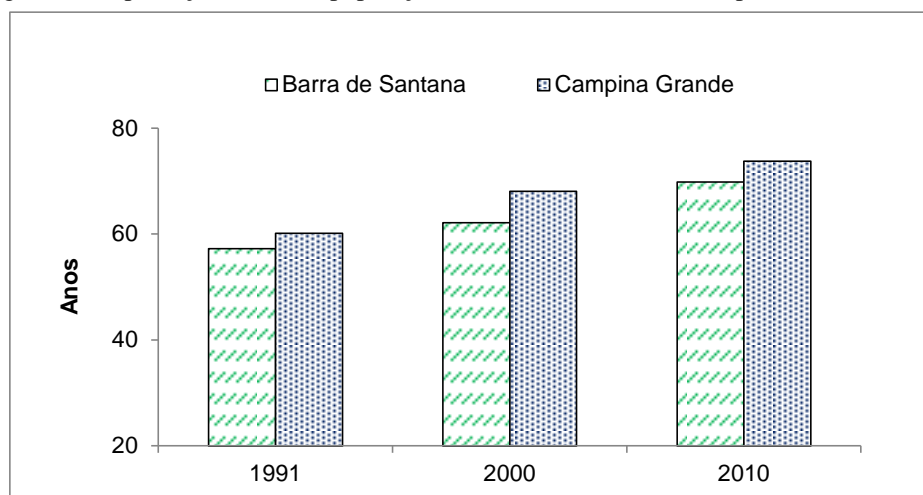


Fonte: elaboração da autora, dados extraídos do Pnud e Ipea, 2013.

Na Figura 45, comparando-se o IDHM de Barra de Santana com Campina Grande, nota-se uma amplitude de 0,153. Já o município estudado quando confrontado com o estado da Paraíba a magnitude diminui para 0,91.

A Figura 46 revela a esperança de vida que é uma das variáveis que compõe a dimensão do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM). A relação que se observa é entre o município examinado e Campina Grande, PB.

Figura 46. Esperança de vida da população de Barra de Santana e Campina Grande, PB (Comparativo).

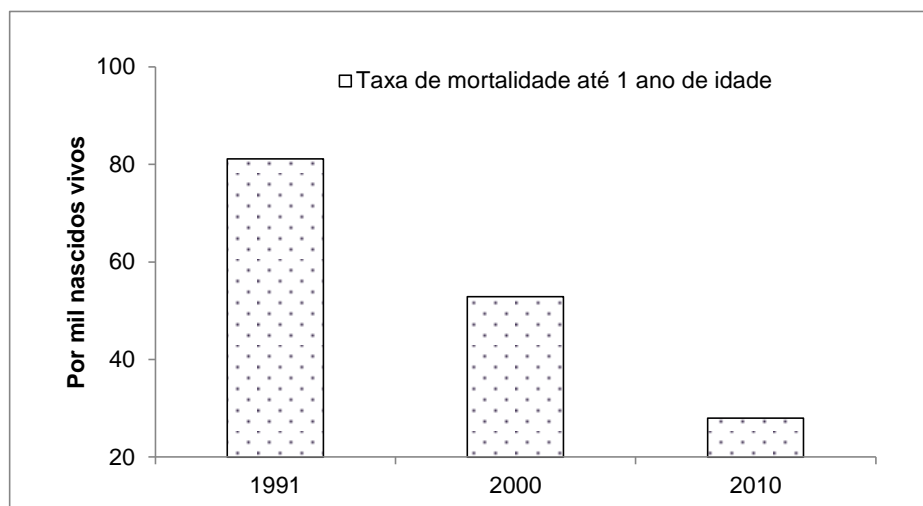


Fonte: elaborado pela autora, dados extraídos do Pnud e Ipea, 2013.

Na Figura 46, percebe-se que a esperança de vida dos habitantes do município, apesar de estar abaixo da média nacional (74 anos), conseguiu entre os anos de 1991 e 2010 aumentar cerca de 12 anos, ficando em 2010 com 69,8 anos de esperança de vida. Diferente do município de Campina Grande que para atingir a média nacional de 2010 necessita apenas de cinco meses.

Outra importante variável do IDHM é a taxa de mortalidade infantil até um ano de idade, ou seja, o número de mortes de crianças até um ano em cada grupo de mil nascidas. Na Figura 47 são demonstrados dados da mortalidade de crianças até um ano na área estudada.

Figura 47. Taxa de mortalidade infantil de Barra de Santana, PB.



Fonte: elaborado pela autora, dados extraídos do Pnud e Ipea 2013.

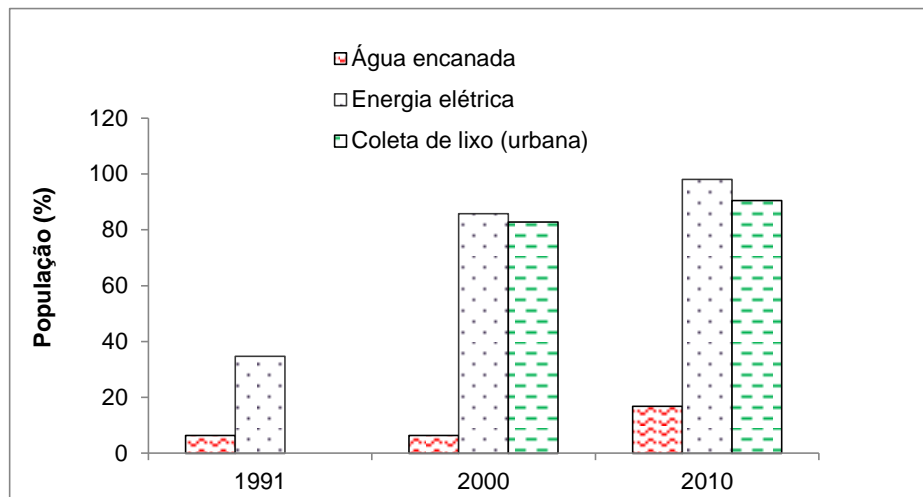
Nota-se (Figura 47) que no contexto de Barra de Santana, o IDHM referente a taxa de mortalidade infantil de crianças até um ano de idade obteve queda, o na taxa de mortalidade valor é considerável para o município, a redução ultrapassou a margem de 53 mortes entre os anos de 1991 e 2010.

Essa redução da taxa de mortalidade pode ser associada à relação entre saneamento básico, educação e, especialmente, à melhoria na qualidade da água utilizada pelas famílias, sobretudo, entre os anos de 2000 e 2010, pelas gestantes e crianças. Foram exatamente nesse período que algumas famílias tomaram a iniciativa de construir seus próprios reservatórios, cisternas de placa para poder ter água de qualidade para o uso doméstico. Além disso, o

Programa Saúde na Família (PSF)<sup>6</sup> por meio de acompanhamentos das gestantes e assistência hospitalar podem ter contribuído para essa diminuição.

A Figura 48 demonstra dados referentes à habitação, sendo explicados segundo a coleta do lixo urbano, a água encanada e a energia elétrica, no município analisado.

Figura 48. Indicadores de habitação no município de Barra de Santana, PB.



Fonte: elaborado pela autora, dados extraídos do Pnud e do Ipea.

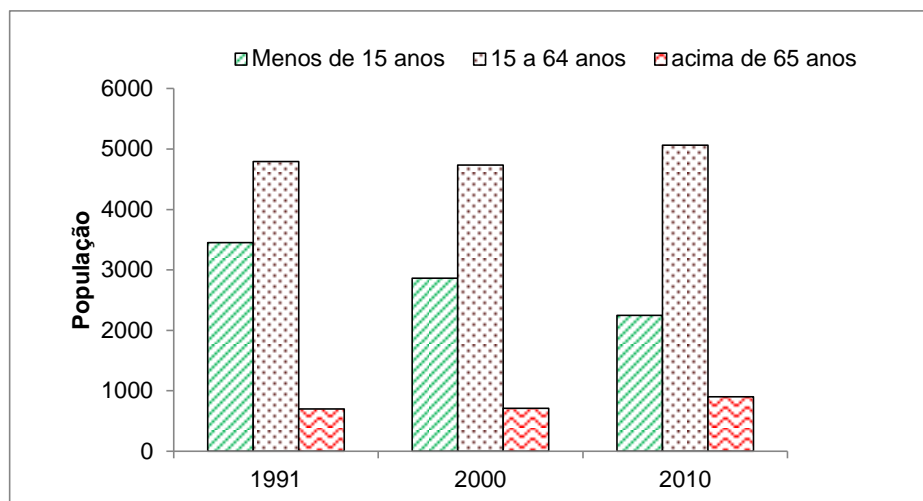
Observa-se (Figura 48) que em relação à água encanada no contexto municipal, não abrange sequer 20 % da população. No contexto da coleta de lixo, os dados são referentes apenas à zona urbana e, apesar de, praticamente toda a zona urbana ser assistida, o fator que causa preocupação é que a maior parte da população do município reside na zona rural, portanto, não sendo assistida com a coleta do lixo e apenas cerca de 9% da população possuem coleta de lixo. Contrariamente, a quase totalidade dos municípios dispõe de a energia elétrica.

A faixa etária da população de Barra de Santana, para os anos de 1991, 2000 e 2010 é apresentada na Figura 49.

<sup>6</sup> O Ministério da Saúde criou, em 1994, o Programa Saúde da Família (PSF). Seu principal propósito: reorganizar a prática da atenção à saúde em novas bases e substituir o modelo tradicional, levando a saúde para mais perto da família e, com isso, melhorar a qualidade de vida dos brasileiros. A estratégia do PSF prioriza as ações de prevenção, promoção e recuperação da saúde das pessoas, de forma integral e contínua. O atendimento é prestado na unidade básica de saúde ou no domicílio, pelos profissionais (médicos, enfermeiros, auxiliares de enfermagem e agentes comunitários de saúde) que compõem as equipes de Saúde da Família.

De acordo com a Figura 49, nota-se que entre os censos de 1991 e 2010, há uma redução no número de pessoas com idade inferior aos 15 anos. Essa ocorrência, possivelmente, está correlacionada à diminuição dos índices de natalidade e fecundidade presentes em todo país. Por outro lado, ressalta-se o aumento na população com idades entre os 15 e os 64 anos, principalmente, entre os censos de 2000 e 2010. O mesmo ocorre com a faixa etária da população acima dos 65 anos

Figura 49. Estrutura etária da população do município de Barra de Santana, PB, referente aos censos de 1991, 2000 e 2010.

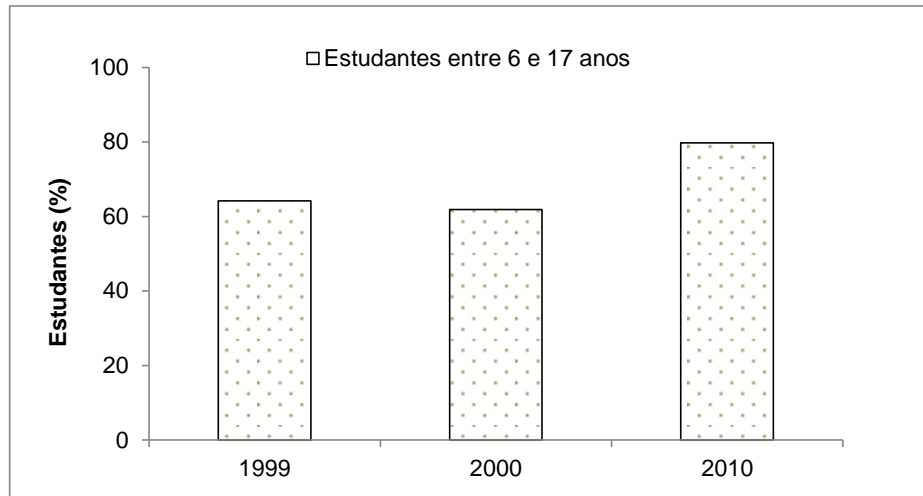


Fonte: elaborado pela autora, dados extraídos do Pnud e Ipea, 2013.

Sobre a questão educacional do município de Barra de Santana analisou-se a distorção idade-série de até 2 anos no ensino básico regular do município. A faixa etária da população foi a de 6 a 17 anos de idade, as informações são apresentadas na Figura 50 e discutidas em seguida.



Figura 50. Distorção idade-série de até dois anos no ensino básico do município de Barra de Santana, PB para estudantes entre 6 e 17 anos.

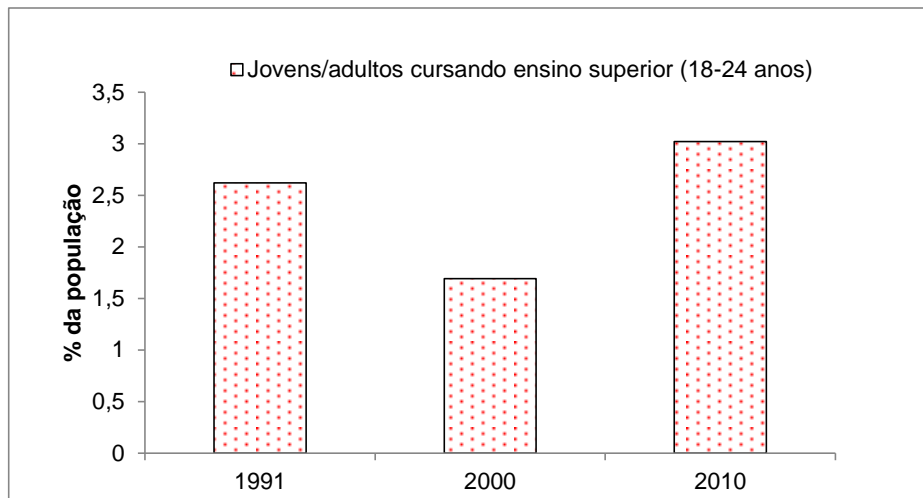


Fonte: elaborado pela autora, dados extraídos do Pnud e Ipea, 2013.

A Figura 50 demonstra que de acordo com os censos de 1991 e 2000 houve redução do número de estudantes com defasagem em relação à distorção idade-série. Mas, entre os censos de 2000 e 2010 a porcentagem passou de 61,87% para 79,65%. Esses dados devem inquietar, sobretudo, os responsáveis pela questão educacional do município, pois, após redução os índices voltaram a se elevar, ou seja, um aumento no quantitativo de alunos irregulares na questão idade-série.

Ainda sobre a educação, a Figura 51 reflete os dados correspondentes à quantidade (em %) da população de 18 aos 24 anos que estavam cursando o ensino superior entre os censos de 1991, 2000 e 2010.

Figura 51. População de 18 aos 24 anos que estavam cursando o ensino superior entre os censos de 1991, 2000 e 2010.



Fonte: elaborado pela autora, dados extraídos do Pnud e Ipea, 2013.

Na Figura 51, nota-se um baixo índice de pessoas com idades entre 18 e 24 anos cursando nível superior. Embora seja um percentual muito baixo, houve um aumento de quase 100% de 2000 para 2010, passando de 1,69% (2000) para 3,02% (2010). Esse índice pode ser reflexo de uma série de fatores que envolvem um sistema educacional complexo que possui uma conjuntura educacional defasada envolvendo-se problemas tanto de acesso quanto de permanência na escola.

Diante desse, e de outros índices discutidos ao longo do trabalho, nota-se que existe a necessidade de uma gestão adequada seja para o setor educacional ou da saúde, para as questões hídricas, de saneamento ou de qualidade de vida da população. Ou seja, uma gestão capaz de através do planejamento, analisar, conhecer, enfrentar e elaborar possíveis soluções para as dificuldades existentes.

## 5. CONCLUSÃO

De acordo com resultados encontrados, conclui-se que:

O regime de distribuição de chuva é irregular e assimétrico e, por isso, recomenda-se o uso da mediana, em vez da média, por ser ela a mais provável de ocorrer. Mesmo assim, há um elevado potencial para captar água da chuva, o que permite aumentar a oferta hídrica, com a mesma quantidade de chuva.

Os volumes potenciais de captação de água da chuva para atender os consumos humano, dessedentação animal e para a pequena produção familiar, dependem, exclusivamente, do estabelecimento do regime pluvial local e, conseqüentemente, do tamanho da área para captar o volume de água necessário para atender as demandas.

Há uma grande aceitação, especialmente, na zona rural de Barra de Santana, PB, das tecnologias hídricas sociais tanto do Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) quanto do Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2), com destaque para as áreas de captação dos telhados residências, calçadões e solos desnudos e armazenamento da água da chuva em cisternas de placas, além do uso promissor das barragens subterrâneas.

Para receber os benefícios do Programa Uma Terra e Duas Águas, o agricultor precisa participar das reuniões desde a elaboração do projeto até a construção da área de captação da água da chuva e da cisterna. O agricultor contemplado recebe orientações e auxílios para o plantio e alguns implementos agrícolas com pás, regadores, sementes e telas.

As áreas de solos desnudos (cisternas de enxurrada), com áreas de captação de 25, 35 e 40 m<sup>2</sup>, têm potencial de captação inferior a 16 mil litros, para os quatro cenários de regime pluvial (mediano, mínimo e aos níveis de 25 e 50% de probabilidade). Além disso, o volume armazenado, caso fosse para consumo familiar, seria insuficiente para atender uma família, com pelos menos três pessoas, que é o tamanho da maioria das famílias de Barra de Santana.

A maioria da água armazenada nas cisternas de placas é usada para fins domésticos (beber, lavar e cozinhar) não é tratada. Algumas famílias usam as espécies se peixes conhecidas sob o nome de piaba e acham que elas fazem o tratamento da água.

O Programa Uma Terra e Duas Águas recomenda para as tecnologias calçadão e enxurrada, área de captação de 200 m<sup>2</sup> e volume de 52 mil litros. No entanto, não há nenhuma exigência desses valores fixos.

A experiência da produção familiar, com o uso da água da chuva captada nos calçadão de solo cimento e nos solos desnudos (enxurrada), visando regar pomares de frutíferas, hortaliças e/ou para a dessedentação de animais de pequeno porte, tem gerado renda familiar.

Há necessidade da continuação deste estudo visando estabelecer volumes potenciais de captação de água de chuva, para diferentes áreas de captação e de regime pluvial, para dotar os beneficiários do programa P1+2 de uma tecnologia hídrica social, de uma alternativa de aumentar a oferta de água para atender as atividades produtivas.

Com relação às barragens subterrâneas, constatou-se que em virtude das estiagens contínuas dos últimos quatro anos, os reservatórios ainda não acumularam água suficiente para o desenvolvimento de frutíferas, embora exista indicação de adaptação da palma doce.

As cisternas de produção (calçadão e enxurrada) garantem às famílias que vivem na área rural de Barra de Santana o acesso à água para produção de alimentos. Neste contexto, há necessidade de se estudar e/ou de ampliar o acesso à água para produção e, com isso, fixar as famílias no campo, dando-lhes a oportunidades de plantar e de criar animais tanto para consumo quanto para a comercialização.

Constatou-se que houvera um aumento no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal de Barra de Santana, quando comparado com os valores existentes nos anos de 1991 e 2010.

Apesar da expectativa de vida para os que residem em Barra de Santana ser ainda abaixo da média nacional, houvera um aumento de 12 anos, quando comparado com a dos anos entre 1991 e 2010, e uma redução na taxa de natalidade.

Para o indicador habitação, a água encanada e tratada e a coleta de lixo existem apenas para os moradores da zona urbana.

Com relação à estrutura etária da população, constatou-se aumento na população com idades entre os 15 e 64 anos e/ou acima de 65 anos, principalmente, entre os censos de 2000 e 2010.

Já sobre a questão educacional, observou-se que há distorção entre idade e série, embora exista crescimento entre 2000 e 2010. No entanto, o número de pessoas com ensino superior e com idade entre 18 e 24 anos é pequeno, quando se considera o total de habitantes do município de Barra de Santana.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, H. A. de; FARIAS, M. P. **Potential for rainwater catchment's as an alternative for human consumption in drier micro-region of the state of Paraíba, Brazil.** International Journal of Research in Geography (IJRG), v. 1, n.2, pp. 32-37, 2015
- ALMEIDA, H. A. de; CABRAL, L. N. **Água e desenvolvimento sustentável na zona rural das microrregiões do Agreste e Curimataú da Paraíba.** Revista de Geografia (UFPE), v. 30, n. 3, p. 82-97, 2013.
- ALMEIDA, H. A. de. **Climate, water and sustainable development in the semi-arid of northeastern Brazil.** In: Sustainable water management in the tropics and subtropics and case studies in Brasil, Unikaseel, Alemanha, v.3, p.271-298, 2012.
- ALMEIDA, H. A. de; GOMES, M. V. A. **Potencial para a captação de água da chuva: alternativa de abastecimento de água nas escolas públicas de Cuité, PB.** In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 17, Guarapari, ES, 2011, Anais..., Guarapari: CD-R.
- ALMEIDA, H. A. de; LIMA, A. S. **O potencial para a captação de água de chuvas em tanques de pedra.** 6º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. Belo Horizonte, MG, 09-12 de julho de 2007.
- ALMEIDA, H. A. de; SILVA, L. **Modelo de distribuição de chuvas para a cidade de Areia, PB.** In: I Congresso Intercontinental de Geociências, Fortaleza, CE, 2004, Anais..., Fortaleza: CD-ROM.
- ALMEIDA, H. A. de; PEREIRA, F.C. **Captação de água de chuva: alternativa para escassez de água.** In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 15, Aracaju, SE, 2007, Anais..., Aracaju: CR-ROM.
- ANJOS, A. C. **Tecnologias sociais como instrumento de gestão participativa: a experiência da comunidade Lajedo da Timbaúba-PB.** João Pessoa, 2010. (Dissertação Departamento de Geociências – Programa de Pós Graduação em Geografia).
- ARAÚJO, T. B. **Nordeste, Nordestes: que Nordestes?** Ensaio sobre o desenvolvimento brasileiro - Heranças e Urgências, 2000.
- ASA BRASIL. **Articulação no Semiárido.** Disponível em <http://www.asabrasil.org.br/> acesso em 15 de novembro de 2015

BARROS, F. G. N; AMIN, M. M. **Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo.** Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional. V. 4, N 1, P.75-108. Janeiro/2008, Taubaté, SP, Brasil.

BOISIER, S. **Em busca do esquivo Desenvolvimento Regional: entre a caixa-preta e o projeto político.** Planejamento e Políticas Públicas, Brasília, n.13, p.111-147, jun.1996.

BRITO, L. T. de L; ANJOS, J. B. **Barragem subterrânea: captação e armazenamento de água no meio rural.** EMBRAPA, Petrolina – PE. 1997.

BRITO, L. T. de L; SILVA, D. A. da; CAVALCANTI, N. de B; ANJOS, J. B. dos; RÊGO, M. M. do. **Alternativa para aumentar a disponibilidade de água no semiárido.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.3, n.1, p.111-115, 1999. Campina Grande, PB, DEAg/UFPB.

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 hortaliças.** Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, 2010.

BRITO, L. T. de L; MOURA, M. S; GAMA, G. F.B. **Potencialidades da água de chuva no semi-árido brasileiro.** Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2007, 181p.

BRITO. L.T. de L; ARAÚJO, J. O. de; CAVALCANTI, N. de B; SILVA, M. J. da. **Água de chuva armazenada em cisterna produz frutos e hortaliças para o consumo pelas famílias rurais: estudo de caso.** 8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, Campina Grande, PB, 2012.

CAMPOS, J. N. B. **Água, sociedade e natureza: desenvolvimento científico e gestão das águas.** In: Fundação Konrad Adenauer. **Água e desenvolvimento sustentável no semiárido.** Fortaleza, Série Debates, nº 24, dez. 2002.

CIRILO, J. A; ABREU, G. F. F. G. de; COSTA, M. R. da, BALTAR, A. M ; AZEVEDO, L. G. T. de. **Soluções para o suprimento de água de comunidades rurais difusas no semiárido brasileiro: avaliação de barragens subterrâneas.** RBRH (Revista Brasileira de Recursos Hídricos) v.8, n.4, p.5-24, 2003.

COSTA, A. R. S; SILVA, R. S. A; FONSECA, A. C. N. dos; MELO, A. M.de; LIMA, S. M. da S; SILVA, L. L. da. **Práticas bem sucedidas de manejo e gestão dos recursos hídricos no semiárido Nordeste.** XXI Simpósio Brasileiros de Recursos Hídricos. 22/27 de Novembro de 2015, Brasília, DF.

COSTA, C. V. de. AQUINO, M. Dantas. **Cisternas de Placa: uma tecnologia sustentável para o semiárido**. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 17-22 de Nov. de 2013, Bento Gonçalves, RS.

DAGNINO, R. **Tecnologia social: contribuições conceituais e metodológicas**. Campina Grande, PB: EDUEPB; Florianópolis, SC: ED. Insular, 2014.

DRAIBE, S.M; RIESCO, M. **Estado de bem-estar social e estratégias de desenvolvimento na América Latina. Um novo desenvolvimentismo em gestação?** Sociologias, Porto Alegre, ano 13, nº 27, mai./ago. p. 220-254, 2011.

EMBRAPA. **Solos do Nordeste: Paraíba**. Disponível em <http://www.uep.cnps.embrapa.br/> acesso em 10 de fevereiro de 2015.

FREY, K. **A dimensão político-democrático nas teorias de desenvolvimento sustentável e suas implicações para a gestão local**. Ambiente e sociedade – ano IV – nº 9- 2º semestre. 2001.

FUNASA. **Saneamento rural: o desafio de universalizar o saneamento rural**. Boletim informativo. Ed. Nº 10, dezembro de 2011.

FURTADO, C. El desarrollo como proceso endógeno. **In: Cultura e desenvolvimento em época de crise**. FURTADO, Celso. (1984). Editora Paz e Terra. RJ.

FURTADO, C. **Uma política de desenvolvimento para o nordeste**. Novos Estudos Cebrap, SP, V.1,1, p.12-19, dez. 1981.

FURTADO, C. **Seca e poder: entrevista com Celso Furtado**. (24/08/1998). São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo. Entrevista concedida a Maria da Conceição Tavares, Manoel Correia de Andrade, Raimundo Pereira.

GNADLINGER, J. Tecnologias de captação e manejo de água de chuva em regiões semiáridas. **In: Tecnologias apropriadas para terras secas**. Fortaleza. Fundação Konrad Adenauer, GTZ, 2006.

GNADLINGER, J; SILVA, A; BRITO, L. T. L. **P1+2: programa 1 terra e duas águas para um semiárido sustentável**. 5º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. Teresina, PI, 2005.

Governo do Estado do Ceará – Secretaria dos Recursos Hídricos. **Barragem Subterrânea. Tecnologias e práticas hidroambientais para convivência com o semiárido.** Fortaleza, 2010.

HEIJNEN, H. A. **Captação de Água da Chuva: Aspectos de Qualidade da Água, Saúde e Higiene.** In: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 8º, 2012, Campina Grande, CD-R, 2012

IANNI, O. **Estado e planejamento econômico no Brasil.** Editora Civilização Brasileira S. A. Rio de Janeiro, 1979.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Barra de Santana/PB: dados básicos.**

LIMA, A. de O; DIAS, N. da S; NETO, M. F; SANTOS, J. E. J. dos; RÊGO, P. R. do A; FILHO, F. P. L. **Barragens subterrâneas no semiárido brasileiro: análise histórica e metodologias de construção.** Revista Irriga, v.18, n.2, p. 200-211. Botucatu – SP, 2013.

LIMA, A. C. de; FARIAS, M. S. S. de; PEREIRA, M C. de A. **Cisternas calçadão para produção de alimentos.** II WIASB, Campina Grande, PB, 2015.

Manual do Esgotamento Sanitário: Orientações técnicas. Engenharia e projetos, 2014.

Manual dos Cisterneiros. **Cisternas Calçadão e de Enxurrada.** Realização: Coopervida, P1+2, ASA, 2014.

MEDEIROS, S. de S; MARIN, A. M. P; REIS, C. F; SORIANO, J. J; SANTOS, D. B. dos; PEREIRA, D. D. **Estiagem e seca no semiárido brasileiro.** Instituto Nacional do Semiárido, Campina Grande, PB, 2013.

MI – Ministério da Integração Nacional. **Política Nacional de Desenvolvimento Regional.** Brasília, ago. 2005.

MORAIS, V. de M; FREITAS, F. L. de A; ARRUDA, I. de A; AMORIM, J. D. C. de; MARACAJÁ, P. B. **Tecnologias de convivência com o semiárido, alternativas viáveis para a agricultura familiar no oeste do Rio Grande do Norte.** Infotcnaído, v.3, n.1, p. 12-24, Mossoró – RN, 2009.

MONTENEGRO, A. A. A; MONTENEGRO, S. M. G. L. Olhares Sobre as Políticas Públicas de Recursos Hídricos para o Semiárido. **In: Recursos Hídricos em Regiões Semiáridas: estudos e aplicações.** INSA, CG, UFRB, Cruz das Almas, BA, 2012.



NETO, L. G. **Desigualdades e políticas regionais no Brasil: caminhos e descaminhos.** Planejamento e políticas públicas, nº15, jun.1997.

NEVES, R. S; MEDEIROS, J. C. de A; SILVEIRA, S. M. B ; MORAIS, C. M. M. Programa um milhão de cisternas: guardando água para semear vida e colher cidadania. . **In:Água nos agroecossistemas: aproveitando todas as gotas.** Revista Agriculturas: experiências em agroecologia, v.7, nº 3. Leisa Brasil. Out. 2010.

OLIVEIRA, P. A. V. de; MATTIENSEN, A; ALBINO, J. J; BASSI, L. J; GRINGS, V. H; BALDI, P. C. **Aproveitamento de água da chuva na produção de suínos e aves.** Embrapa Suínos e Aves. Concórdia, SC, 2012.

OLIVEIRA, G. S., NÓBREGA, R. S., ALMEIDA, H. A. de A. Perfil socioambiental e estimativa do potencial para a captação de água da chuva em Catolé de Casinhas, PE. Revista de Geografia (UFPE), v. 29, n. 1, p. 75-90, 2012.

PALÁCIOS, E. M. G; LINSINGEM, I. V; GALBARTE, J. C. G; CERESO, J. A. L; LUJÁN, J. L; PEREIRA, L. T. V; GORDILLO, M. M; OSORIO, C; VALDÉS, C; BAZZO, W. A. **Introdução aos estudos CTS.** Cadernos Ibero-América. 2003

PICOLOTTO, E. L. **As mãos que alimentam a nação: agricultura familiar, sindicalismo e política.** (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Tese), 2011.

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil, 2013.** Disponível em <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/> acesso em 15 de novembro de 2015.

REBOUÇAS, A. da C. **Água e desenvolvimento rural.** Estudos avançados 15 (43), 2001.

RIBEMBOIM, J; MOREIRA, F. G. L. **O fenômeno da chegada urbana em contraposição ao do êxodo rural.** XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais. Caxambu, MG, 2008.

RODRIGUES, I e BARBIERI, J. C. **A emergência da tecnologia social: revisitando o movimento da tecnologia apropriada como estratégia de desenvolvimento sustentável.** Revista de Administração Pública, Rio de Janeiro, 42 (6): 1069-94, 2008.

SANTOS, D. B. dos; SANTANA, G. da S; AZEVEDO, D. de O; SILVA, A. J. P. da; NETO, M. D. da S. Captação de água da Chuva para Fins Agropecuários. **In: Recursos Hídricos em Regiões Semiáridas: estudos e aplicações.** INSA, CG, UFRB, Cruz das Almas, BA, 2012.

SANTOS, L. de F. D. MAGALHÃES, T. da S. JÚNIOR, S. B. de C. FURTADO, D. A. Produção de silagem para a agricultura familiar. In: **Tecnologias adaptadas para o desenvolvimento sustentável do Semiárido Brasileiro**. Vol. 1, EPGRAF, Campina Grande, PB, 2014.

SANTOS, M. J. de. **Projeto alternativo de desenvolvimento rural sustentável**. Estudos Avançados. VOL. 15, n. 43. São Paulo, 2001.

SANTOS, M; FREITAS, M. O; BRITTO, L. T. de L; ANJOS, J. B. dos. **Barragem subterrânea: água para uso na agropecuária**. Niterói, RJ. Abril de 2009.

SANTOS, M. **Pensando o espaço do homem**. 5ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012.

SABORIN, E. **Multifuncionalidade da agricultura e manejo dos recursos naturais: alternativas a partir do caso do semiárido brasileiro**. Tempo da ciência. UNB/CIRAB-FR. p.9-27, 1º semestre 2008.

SILVA, R. M. A. da. **Entre dois paradigmas: combate à seca e convivência com o semiárido**. Sociedade e Estado, Brasília, v. 18, n. 1/2, p. 361-385, 2003.

SILVA, A. S; LIMA, L. T; GOMES, P. C. F. **Captação e conservação de água de chuva para consumo humano: cisternas rurais-dimensionamento, construção e manejo**. EMBRAPA-CPTASA, Circular Técnica n.12, 103p, 1984.

SILVA, C. V. **Qualidade de Água de Chuva para Consumo Humano Armazenada em Cisternas de Placa, Estudo de Caso: Araçuaí, MG**. (Dissertação Pós Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG) BH, 2006.

SILVA, A. de S; BRITO, L. T. de L. **Captação de Água de Chuva: Sustentabilidade ambiental no Semiárido Brasileiro**. João Pessoa, PB, 31-7 a 4-8, 2006.

SILVA, J. M. MENDES, E. de P. P. **Agricultura familiar no Brasil: características e estratégias da comunidade Cruzeiro dos Martírios, município de Catalão (GO)**. XIX Encontro Nacional de Geografia Agrária, São Paulo, 2009, p. 1-28.

SILVEIRA, S. M. B; CORDEIRO, R. de L. M. A cidadania que chega com a cisterna: a Articulação do Semiárido e a conquista da água pelas famílias rurais. **In:Água nos agroecossistemas: aproveitando todas as gotas**. Revista Agriculturas: experiências em agroecologia, v.7, nº 3. Leisa Brasil. Out. 2010

SOBRINHO, J. F; FALCÃO, C. L. da C; PAIVA, A. M; MENDES, M. V. R. **Implantação e uso de cisternas de placas no semiárido cearense: o caso de Taparuaba, em Sobral (CE).** Revista Homem, Espaço e Tempo, ano IX, nº 1, 2015.

SOUZA, M. **Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2): uma iniciativa inovadora para o enfrentamento da pobreza rural.** Agriculturas. V. 11, n. 2. Julho de 2014.

VIRGENS, M. C. das. **Cisterna de enxurrada como alternativa para a agricultura familiar.** Enciclopédia Biosfera. Centro Científico Conhecer. Goiânia. V.9, n.16:p.78, 2013.

# APÊNDICE

**Universidade Estadual da Paraíba – UEPB**  
**Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional – PPGDR**  
**Mestrado em Desenvolvimento Regional**  
**Aluna: Maria do Socorro Barbosa de Moura**  
**Orientador: Dr. Hermes Alves de Almeida**

Entrevistado (a): \_\_\_\_\_

**Data:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_

**Questionário para entrevista:**

1ª Fator social:

a) Quantas pessoas residem no domicílio?

	Menos de 3 pessoas
	Entre 3 e 6 pessoas
	Entre 6 e 9 pessoas
	Acima de 9 pessoas

b) Qual a faixa etária da família?

Menos de 20 anos		Entre 20 e 30 anos		Entre 30 e 40 anos		Entre 40 e 50 anos		Entre 50 e 60 anos		Acima de 60 anos	
	1 pessoa		1 pessoa		1 pessoa		1 pessoa		1 pessoa		1 pessoa
	2 pessoas		2 pessoas		2 pessoas		2 pessoas		2 pessoas		2 pessoas
	3 pessoas		3 pessoas		3 pessoas		3 pessoas		3 pessoas		3 pessoas
	Acima de 3 pessoas		Acima de 3 pessoas		Acima de 3 pessoas		Acima de 3 pessoas		Acima de 3 pessoas		Acima de 3 pessoas

c) Quantos residentes são do sexo :

Masculino		Feminino	
	1 ou 2 pessoas		1 ou 2 pessoas
	2 ou 3 pessoas		2 ou 3 pessoas
	3 ou 4 pessoas		3 ou 4 pessoas
	Acima de 4 pessoas		Acima de 4 pessoas

2ª Fator educacional:

a) Nível de escolaridade da família:

Ensino fundamental incompleto		Ensino fundamental completo		Ensino médio incompleto		Ensino médio completo		Ensino superior incompleto		Ensino superior completo	
	1 pessoa		1 pessoa		1 pessoa		1 pessoa		1 pessoa		1 pessoa
	2 pessoas		2 pessoas		2 pessoas		2 pessoas		2 pessoas		2 pessoas
	3 pessoas		3 pessoas		3 pessoas		3 pessoas		3 pessoas		3 pessoas
	Acima de 3 pessoas		Acima de 3 pessoas		Acima de 3 pessoas		Acima de 3 pessoas		Acima de 3 pessoas		Acima de 3 pessoas

3ª Fator econômico:

a) Renda familiar (base do salário mínimo: R\$ 720, 00 reais)?

	Menos de 1 salário mínimo
	Entre 1 e 2 salários mínimos
	Entre 2 e três salários mínimos
	Entre 3 e 4 salários mínimos
	Acima de 4 salários mínimos

b) A família é assistida por algum programa social do governo?

Sim

Não

c) A renda familiar tem por base:

	Agricultura / pecuária
	Agricultura, pecuária e aposentadoria
	Agricultura, pecuária e programas sociais
	Outros

d) Quantas pessoas contribuem para a renda familiar?

	Apenas 1 pessoa
	2 ou 3 pessoas
	3 ou 4 pessoas
	Acima de 4 pessoas

4ª Fator tecnológico/ambiental:

a) Qual tipo de tecnologia hídrica social a família possui?

	Cisterna de placa
	Cisterna de placa e cisterna calçadão
	Cisterna de placa e barreiro trincheira
	Cisterna de placa e barragem subterrânea

b) Qual a capacidade (em litros) do reservatório e área de captação?

Cisterna de placa \_\_\_\_\_

Cisterna calçadão \_\_\_\_\_

Cisterna de enxurrada \_\_\_\_\_

c) Em relação a utilização da água do reservatório responda a finalidade de uso:

Cisterna de placa		Cisterna calçadão		Barreiro trincheira		Barragem subterrânea	
Uso doméstico		Uso doméstico		Uso doméstico		Uso doméstico	
Dessedentação animal		Dessedentação animal		Dessedentação animal		Dessedentação animal	
Agoação		Agoação		Agoação		Agoação	
Uso doméstico e dessedentação animal		Uso doméstico e dessedentação animal		Uso doméstico e dessedentação animal		Uso doméstico e dessedentação animal	
Uso doméstico e agoação		Uso doméstico e agoação		Uso doméstico e agoação		Uso doméstico e agoação	
Dessedentação animal e agoação		Dessedentação animal e agoação		Dessedentação animal e agoação		Dessedentação animal e agoação	

d) O cultivo nas barragens subterrâneas mais utilizado é:

	Cultivo de frutíferas
--	-----------------------

	Cultivo de hortaliças
	Cultivo de forragens
	Agregação de culturas
	Outros

e) Para as barragens subterrâneas existe assistência técnica/manutenção?

Sim

Não

f) Sobre as cisternas de placa, como é retirada a água do reservatório:

	Bombas de sucção
	Vasilhas
	Outros

g) Sobre a qualidade/tratamento da água das cisternas de placa, responda:

	Filtrada
	Fervida
	Clorada
	Outro
	Nenhum

h) Quantas pessoas utilizam a água da cisterna de placa da residência?

	1 pessoa
	2 pessoas
	3 pessoas
	4 pessoas
	5 pessoas
	6 pessoas
	Acima de 6 pessoas